



VICERRECTORADO EN INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION

TRABAJO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TITULO DE MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE LA

CONSTRUCCIÓN

**TEMA: “CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DEL
RIO HUACA, SU FLORA, FAUNA Y LA PROPUESTA DE UN MODELO**

DE GESTIÓN”

AUTOR: PEÑA CHAMORRO, JULIO JAIRO

TUTOR: ING. CARRERA VILLACRES, DAVID VINICIO. PhD.

SANGOLQUI,

2018



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS
CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DEL RIO HUACA, SU FLORA, FAUNA Y LA PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN”, fue realizado por el señor Peña Chamorro Julio Jairo el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, metodológicos y legales establecidos por la universidad de las fuerzas armada ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, septiembre de 2018

Ing. David Carrera. PhD.

C.C.: 1712218513

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS
AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Peña Chamorro Julio Jairo, Con cedula de ciudadanía N°0400632543, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DEL RIO HUACA, SU FLORA, FAUNA Y LA PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN", es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con requisitos teóricos, científicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolqui, septiembre de 2018

Julio Jairo Peña

C.C.: 0400632543

AUTORIZACIÓN



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, Peña Chamorro Julio Jairo, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DEL RIO HUACA, SU FLORA, FAUNA Y LA PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN**”, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, septiembre de 2018

Julio Jairo Peña

C.C.: 0400632543

DEDICATORIA.

Este trabajo lo dedico a Dios por haberme dado la fortaleza necesaria en todo momento, a mi familia esposa Mary e hijos Stefy y Jhon Jairo, de quienes he recibido el apoyo en este proyecto y en todos los que me he propuesto.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS (ESPE) por haber hecho posible este programa de maestría y darnos la oportunidad de actualizar los conocimientos a 28 profesionales de todo el país vinculados con la construcción, a todos los docentes de la (ESPE) que compartieron sus conocimientos demostrando un gran nivel académico y técnico de manera especial a mi tutor el **Ingeniero David Carrera PHD** y al **Ingeniero Ricardo Duran MSC**. Quien con su experiencia y capacidad supieron guiarme en este trabajo de investigación, y al **Ingeniero Darío Bolaños PHD** por su constancia en el trámite administrativo.

Mi agradecimiento muy especial a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CACHI por haberme dado los permisos correspondientes y la ayuda económica para que yo pudiera asistir a este programa de postgrado.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|-------------------------------------|------|
| CERTIFICADO | i |
| AUTORIA DE RESPONSABILIDAD | ii |
| AUTORIZACIÓN | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| INDICE DE CONTENIDOS | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS:..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS: | x |
| RESUMEN: | xii |
| ABSTRACT. | xiii |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... | 3 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 41 |
| 5. MATERIALES Y METODOS..... | 42 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 48 |

| | |
|---|-----|
| 7.- MODELO DE GESTIÓN PARA PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO HUACA..... | 106 |
| 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 123 |
| 9- BIBLIOGRAFIA..... | 128 |

ÍNDICE DE TABLAS:

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Clasificación de una cuenca hidrográfica</i> | 12 |
| Tabla 2 <i>Operaciones Topológicas</i> | 34 |
| Tabla 3 <i>Clasificación taxonómica de suelos</i> | 36 |
| Tabla 4 <i>Coordenadas del polígono de intervención</i> | 48 |
| Tabla 5 <i>Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del rio Huaca</i> | 48 |
| Tabla 6 <i>Ubicación de las Estaciones meteorológica y pluviométrica</i> | 50 |
| Tabla 7 <i>Estaciones meteorológicas consideradas</i> | 52 |
| Tabla 8: <i>Datos pluviométricos promedios (mm) periodo 2001 - 2008</i> | 52 |
| Tabla 9 <i>Datos de temperatura (°C) periodo 2001 - 2008</i> | 52 |
| Tabla 10 <i>Precipitación media mensual (mm)</i> | 55 |
| Tabla 11 <i>Temperatura media mensual (°C)</i> | 56 |
| Tabla 12 <i>Velocidad del viento media mensual (m/s)</i> | 58 |
| Tabla 13 <i>Estación meteorológica ubicada en la microcuenca</i> | 59 |
| Tabla 14 <i>Temperatura media y Precipitación</i> | 59 |
| Tabla 15: <i>humedad relativa media mensual (%)</i> | 61 |
| Tabla 16 <i>Uso del suelo y cobertura vegetal</i> | 64 |

| | |
|--|----|
| Tabla 17 <i>Pendientes del Terreno</i> | 66 |
| Tabla 18 <i>Clases agrológicas</i> | 68 |
| Tabla 19 <i>Uso potencial del suelo de la cuenca del río Huaca</i> | 70 |
| Tabla 20 <i>Nivel de uso/aptitud de los suelos</i> | 73 |
| Tabla 21 <i>Aforo rio Huaca</i> | 76 |
| Tabla 22 <i>Aforo tributarios de rio Huaca (tiempo seco o verano)</i> | 78 |
| Tabla 23 <i>Aforos de los tributarios del Rio Huaca (tiempo de lluvia)</i> | 78 |
| Tabla 24 <i>Aforos de captaciones para consumo humano - riego</i> | 79 |
| Tabla 25 <i>Control De Calidad Análisis Físico Químico y Microbiológico</i> | 82 |
| Tabla 26 <i>Informe de parámetros fisicoquímicos</i> | 83 |
| Tabla 27 <i>Conocimiento de la comunidad acerca de la gestión de la microcuenca</i> | 92 |
| Tabla 28 <i>Ocupación de los pobladores según encuesta</i> | 93 |
| Tabla 29 <i>Edad y género de la población encuestada</i> | 93 |
| Tabla 30 <i>Actuación del comité interinstitucional de gestión de la microcuenca</i> | 93 |
| Tabla 31 <i>Disposición de la población en participar en la gestión de la microcuenca</i> | 94 |
| Tabla 32 <i>Actividades para la gestión</i> | 94 |
| Tabla 33 <i>Formas de participación en la gestión</i> | 94 |
| Tabla 34 <i>Fuentes de contaminación de agua según encuesta</i> | 95 |
| Tabla 35 <i>Medidas a implementar</i> | 95 |
| Tabla 36 <i>Establecimiento de normas para rescate de aguas (resultados encuesta)</i> | 96 |
| Tabla 37 <i>Educación ambiental y jornadas de capacitación</i> | 96 |
| Tabla 38 <i>Viveros comunitarios y disposición de la población en su implementación</i> | 96 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 39 <i>Especies registradas en huertos familiares y pequeñas fincas en el cantón Huaca, Carchi, Ecuador</i> | 100 |
| Tabla 40 <i>Especies de la flora asociada (silvestre) colectada en el bosque ripario, cercas vivas</i> | 102 |
| Tabla 41 <i>Resumen de densidad, frecuencia y especies encontradas en la microcuenca del Río Huaca</i> | 104 |
| Tabla 42 <i>Aves de la microcuenca del Río Huaca</i> | 105 |
| Tabla 43 <i>Mamíferos de la microcuenca del Río Huaca</i> | 106 |
| Tabla 44 <i>Actores clave</i> | 112 |
| Tabla 45 <i>Indicadores para la sostenibilidad de la cuenca del río Huaca</i> | 114 |
| Tabla 46 <i>Evaluación financiera</i> | 121 |

ÍNDICE DE FIGURAS:

| | |
|--|----|
| Figura 1: Esquematación de una cuenca hidrográfica | 5 |
| Figura 2: Sistema Hidrográfico Nacional | 6 |
| Figura 3: La cuenca hidrográfica como sistema | 10 |
| Figura 4: Partes de una cuenca hidrográfica | 11 |
| Figura 5: Ciclo del agua..... | 19 |
| Figura 6: Fuentes de agua, usos y calidad..... | 20 |
| Figura 7: Acciones Fundamentales del Manejo de Cuencas | 26 |
| Figura 8: Sobre posición de mapas | 32 |
| Figura 9: Representación de la distribución de zonas..... | 35 |
| Figura 10: Suelo pseudo limoso muy negro (Dm)..... | 37 |
| Figura 11: Mapa de ubicación de la Micro Cuenca del río Huaca..... | 45 |
| Figura 12: Fotografía microcuenca del río Huaca. | 46 |
| Figura 13: Mapa de cuencas visuales de la Micro Cuenca del río Huaca..... | 46 |
| Figura 14: Mapa Base de la Micro Cuenca del río Huaca. | 47 |
| Figura 15: Río Huaca en la parte media de la microcuenca..... | 49 |
| Figura 16: Río Huaca en la parte baja de la microcuenca..... | 50 |
| Figura 17: Mapa de Clima de la Micro Cuenca del río Huaca. | 53 |
| Figura 18: Mapa de Isoyetas de la Micro Cuenca del río Huaca. | 54 |
| Figura 19: Precipitación media mensual (mm)..... | 55 |
| Figura 20: Mapa de isotermas medias anuales | 57 |
| Figura 21: Variación de temperatura (°C) | 58 |
| Figura 22: Diagrama Ombrotérmico..... | 60 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23 : Vista de degradación de suelos en la Micro Cuenca del rio Huaca..... | 62 |
| Figura 24 : Mapa de suelos de la Micro Cuenca del rio Huaca | 63 |
| Figura 25 : Mosaico agropecuario. | 65 |
| Figura 26 : Vegetación arbustiva | 65 |
| Figura 27 : Relieve ondulado..... | 66 |
| Figura 28 : Relieve escarpado..... | 67 |
| Figura 29 : Relieve plano. | 68 |
| Figura 30 : Mapa de uso potencial del suelo..... | 69 |
| Figura 31 . Mapa de Conflictos de Uso de Suelo Micro Cuenca del rio Huaca. | 72 |
| Figura 32 : Cálculo del caudal | 75 |
| Figura 33 : Ubicación de aforos y captaciones en los diferentes sitios de la Microcuenca..... | 77 |
| Figura 34 : Análisis físico del agua..... | 86 |
| Figura 35 : Análisis químico del agua | 88 |
| Figura 36 : Mapa de ubicación de aforos plantas de aguas servidas y captaciones | 90 |
| Figura 37 : Problemas de la microcuenca (contaminación)..... | 92 |
| Figura 38 : Identificación de Flora mediante transeptos..... | 105 |
| Figura 39 : Modelo de Gestión | 107 |
| Figura 40 : Modelo de gestión | 110 |
| Figura 41 : Etapas para elaborar el Modelo de gestión..... | 111 |
| Figura 42 : Consejo de Cuenca Hidrográfica..... | 115 |
| Figura 43 : Grupos participantes en el consejo de la microcuenca del río Huaca | 117 |

RESUMEN:

La Microcuenca del Río Huaca, tiene una extensión aproximada de 6.854,86 hectáreas y políticamente se asienta en los cantones: Huaca y Tulcán. La población es de 1,631 habitantes, concentrados principalmente en las parroquias de Huaca y Julio Andrade. El manejo inadecuado de los sistemas de producción agropecuarios y de los recursos naturales incide en los bajos ingresos, así como en las precarias condiciones de vida en los hogares. El Objetivo general de la investigación es caracterizar el sistema hidrográfico del Río Huaca, flora, fauna y proponer un modelo de gestión. Se realizó una encuesta en la zona de influencia, sobre la gestión para el rescate de la calidad del agua, los resultados confirman la escasa intervención de los organismos rectores del manejo y cuidado ambiental, en el planteamiento del modelo de gestión integral de este territorio. Se han caracterizado los recursos existentes en la Microcuenca como son: Flora, Fauna, afluentes y efluentes, El análisis de la información se realizó mediante el uso de imágenes satelitales y la cartografía base y se tomaron en cuenta los parámetros bifásicos existentes, La microcuenca presenta un clima ecuatorial de alta montaña, caracterizado por estar situado por sobre los 3.000 msnm, con una temperatura media anual menor a 12 °C, una precipitación media anual que varía entre 1.000 y 1750 mm, la humedad relativa es siempre superior al 80%. La propuesta de Modelo de Gestión permitirá establecer una herramienta para lograr el desarrollo sostenible de todos los actores clave en la Micro Cuenca del Río Huaca.

PALABRAS CLAVE:

- **SISTEMA HIDROGRÁFICO**
- **MICROCUEENCA**
- **MODELO DE GESTIÓN**

ABSTRACT.

The Huaca River Watershed has approximate an extension of 6.854,86 hectares and politically is set up in the cantons: Huaca and Tulcán. The population is about 1,631 inhabitants, concentrated mainly in the parishes of Huaca and Julio Andrade. The inadequate management of agricultural production systems and natural resources affects low incomes and the precarious living conditions at homes. The general objective of this investigation were to characterize the hydrographic system of the Huaca River, flora, fauna and to propose a management model. A survey about the management to rescue the water quality was carried out in the area of influence. The results confirmed the scarce intervention of the organizations, which manage and take care of environment, on the approach of the integral management model on this territory. It has been characterized the existing resources, flora, fauna, tributaries and effluents, in the Micro-watershed. The analysis of the information was made through the use of satellite images and the base cartography. Also the existing biphasic parameters were taken into account. The watershed has a high mountain equatorial climate, characterized by being located above 3,000 meters above sea level, with an average annual temperature of less than 12 °C, an average annual rainfall that varies between 1,000 and 1,750 mm, the relative humidity is always higher than 80 %. The Management Model proposal will allow to establish a tool to achieve the sustainable development of all the key performers in the Huaca River Watershed.

KEYWORDS:

- **HYDROGRAPHIC SYSTEM**
- **MICROBASIN**
- **MANAGEMENT MODEL**

1. INTRODUCCIÓN

La determinación de modelos de gestión que contribuyan al mejoramiento del uso y conservación de los espacios naturales, resulta de mucha importancia dado su acelerado deterioro a consecuencia de su explotación irracional y el avance de las actividades humanas. La recuperación, preservación y mejora ambiental en el entorno de la microcuenca del río Huaca es primordial, para asegurar que su sostenibilidad y perennidad ocurra en función de una agricultura que atienda verdaderamente a su carácter multifuncional.

La Microcuenca del río Huaca, Posee una extensión aproximada de 6.854,86 hectáreas y políticamente se asienta en dos cantones: Huaca y Tulcán. La población es de aproximadamente 1.631 habitantes, los cuales se concentran principalmente en los caseríos de Huaca y Julio Andrade (GAD MUNICIPIO DE HUACA, 2016)

En cuanto a instituciones públicas, se observa la presencia y apoyo del GAD Municipal, GAD Provincial, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública, Ministerio del Ambiente, los cuales ofrecen apoyo a la comunidad y sus habitantes, según su misión y objetivos institucionales.

En las parroquias de Huaca y Julio Andrade están presentes algunas organizaciones de las cuales se percibe que el trabajo ha sido satisfactorio y que tienen la voluntad para introducir cambios a fin de mejorar su apoyo a la comunidad, particularmente en temas relacionados a gestión ambiental, dadas las condiciones actuales de falta de sensibilización y cuidado de los recursos naturales en la Microcuenca.

Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación (GAD MUNICIPIO DE HUACA, 2016) un alto porcentaje de las familias que habitan en esta zona geográfica se encuentran en condiciones de pobreza, debido al manejo inadecuado de los sistemas

de producción agropecuarios, mal uso y manejo de los recursos naturales lo cual incide en los bajos ingresos, así como las precarias condiciones de vida en los hogares y la poca participación socioeconómica de las mujeres. Todo esto afecta directamente el bienestar de las familias y compromete seriamente su seguridad alimentaria.

En la metodología del presente trabajo de investigación se aplicó una encuesta a los habitantes de la zona de influencia de la Microcuenca, sobre la gestión para el rescate de la calidad del agua de la microcuenca del río Huaca, los resultados de estas confirman la escasa intervención de los organismos rectores del manejo y cuidado ambiental, que sin duda es abordada en el planteamiento del modelo de gestión integral de este territorio.

Se han caracterizado los recursos existentes en la microcuenca del río Huaca como son su flora, fauna, afluentes y efluentes, que son también considerados en el modelo de gestión, incluye la participación de todas las instituciones del ejecutivo desconcentrado y que ejercen actividad en la Microcuenca.

La microcuenca del Río Huaca, tiene el potencial para cultivos permanentes tales como especies forestales, frutales, ganadería y cultivos anuales acompañados de obras de conservación de suelo y agua. Existen pequeñas áreas de tierras clase II y III donde se puede practicar una agricultura más intensiva; sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la falta de agua para riego, durante la época seca, es una gran limitante para las actividades agropecuarias. (Peña Chamorro, 2012)

Para potenciar el desarrollo y competitividad de los agricultores de la microcuenca, debe promoverse la asociatividad con visión agro empresarial, de tal manera que les facilite el aprovechamiento de las economías de escala y puedan tener un mejor acceso a los mercados.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El problema más frecuente que enfrenta la cuenca del río Huaca es la contaminación por aguas servidas que vienen de plantas de tratamiento que no tienen ningún tipo de mantenimiento y que más bien se han convertido en focos de contaminación.

Es preocupante el descuido que soporta esta cuenca de gran importancia para el Cantón Huaca, la comunidad de San Luis de Piote y todos los caseríos que aguas abajo consumen agua, tanto para el uso doméstico como para la agricultura y ganadería.

La deforestación indiscriminada, ha disminuido las áreas de bosques nativos, aumentando la erosión de los suelos. Los mismos que son manejados en forma rústica aplicando técnicas que evidencian la falta de capacitación de nuestros agricultores, por otra parte, la utilización de agua para los controles fitosanitarios, ocasionan graves problemas a las diferentes comunidades.

Este proyecto pretende proponer la solución de la problemática de la microcuenca del río Huaca, además, se estará aportando a la solución de los problemas que adolecen las cuencas de la sierra ecuatoriana.

El Objetivo 6 para el desarrollo sostenible de la ONU es garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Con este objetivo se busca para el 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos, además, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables, también, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales

sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial. (PNDU, 2016)

Un modelo de gestión para la conservación de los recursos naturales tiene importancia seccional, provincial y nacional, ya que un modelo eficiente serviría de ejemplo para las demás cuencas hidrográficas de la zona, contribuyendo al derecho universal que tenemos todas las personas, de vivir en un ambiente sano.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Definición de un sistema hídrico y cuenca

El Consejo Federal para la Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos ha proporcionado una definición general y moderna: “La Hidrología es la ciencia que trata de las aguas de la tierra, su existencia, circulación y distribución, sus propiedades físicas, químicas y sus reacciones con el medio ambiente, incluyendo la relación con los organismos vivos.”

Un sistema hídrico se considera al espacio natural desde donde nacen las aguas, hasta la confluencia en el océano; además, la cuenca hidrográfica es una conformación de dos o más subcuentas. Esto significa que un sistema hídrico puede conformarse por una cuenca hidrográfica o más (Londoño, Cuencas hidrograficas, 2001, pág. 57).

Se define una cuenca como un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. Es una unidad fisiográfica conformada por el conjunto de sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. También, es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las

profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria del agua. Por consiguiente, los límites de la cuenca se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas que encierra un río (Avalos, Alcantar, Mora, Lopez, & Patron, 2013).

Cuenca hidrográficas son unidades morfológicas que se encuentran delimitadas por una línea imaginaria denominada divisorias de agua, esta línea es conocida como el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. En cada lado de la línea divisoria de aguas, las aguas precipitadas acaban siendo recogidas por el río principal de la cuenca respectiva. (Caiza, 2014, pág. 45)

En la figura 1 se hace una representación tridimensional de la arquitectura de una cuenca hidrográfica, conocida también como Hoya.

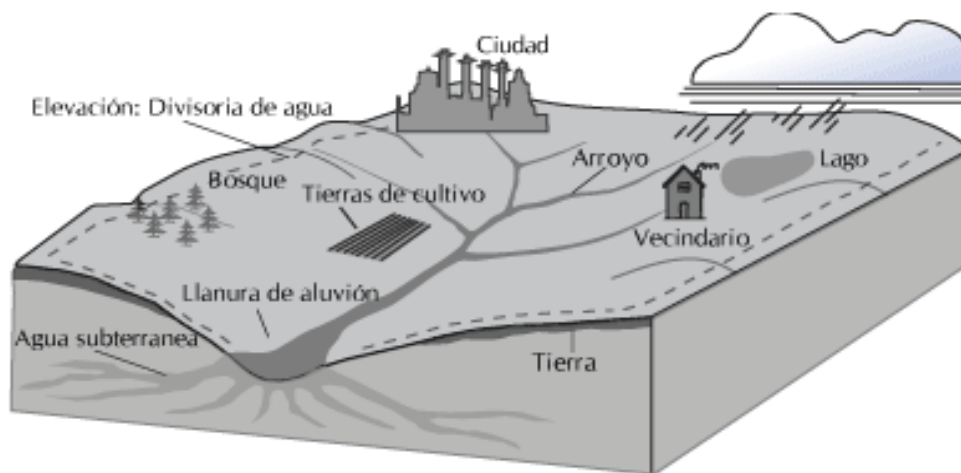


Figura 1: Esquematación de una cuenca hidrográfica

Fuente: Domínguez, 2013

Una microcuenca hidrográfica es una unidad topográfica/hidrológica, de terreno que es drenada por una misma corriente de agua. Las características de esta corriente están en gran parte determinadas por el uso y manejo de la tierra y la cobertura vegetativa de la microcuenca.

Todas las actividades desarrolladas por el hombre en una microcuenca están relacionadas por el ciclo del agua. El manejo de los suelos, el agua y los cultivos realizados en las partes más altas de la microcuenca tendrán a su vez importantes repercusiones sobre los recursos suelo y agua de los predios ubicados aguas abajo.

3.1.1.1. Estado de los recursos hídricos en el Ecuador

El territorio ecuatoriano se divide en 31 Sistemas Hidrográficos. Sus dos principales vertientes hídricas nacen en la cordillera de los Andes, estas aguas se drenan hacia el Océano Pacífico en un número de 24 cuencas, las cuales representan 123.243 km², con un porcentaje de superficie del territorio nacional de 48,07% y en un número de 7 hacia la Región Oriental, cuya área está representada por 131.802 km², siendo el 51,41% del territorio nacional. La superficie insular aledaña al continente está conformada por 1.325 km², que representa el 0,52% del territorio nacional. (Domínguez, 2013)

Se ha determinado que los aportes totales de la red hidrográfica nacional, con un error del 30% probable, son de 110 billones de m³ por año en la vertiente del Océano Pacífico y de 290 billones de m³ por año en la vertiente Amazónica. Además, existe una gran heterogeneidad de la distribución espacial para los caudales en las diferentes regiones geográficas del Ecuador. (Cachipundo, 2007, pág. 10)



Figura2 Sistema Hidrográfico Nacional

Fuente: (Dáz Lopez, 2014)

La figura 2 representa a los principales sistemas hidrográficos del Ecuador

3.1.2. Características de una cuenca hidrográfica

El comportamiento hidrológico de una cuenca se puede esquematizar como un estímulo, constituido por la precipitación, frente al cual la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otro y que están controlados por una serie de parámetros físicos – geomorfológicos. Estas características se clasifican en dos tipos, según la manera en que controlan los fenómenos mencionados: las que condicionan el volumen del escurrimiento, como el área y la longitud, entre otros, y las que condicionan la velocidad de respuesta, como son el orden de corrientes, la pendiente de la cuenca y los cauces, entre otras. (Aguilar Agilar, Campos Rodriguez, Espinoza Miranda, Morachimo Fiestas, & Silva Lopez, 2011)

Asimismo, las características físicas, geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca dependen de su estructura geológica, del relieve de la superficie terrestre, el clima, el tipo de suelo, la vegetación y, cada vez en mayor medida, de las repercusiones de la acción humana en el medio ambiente de la cuenca.

Según Zambrano (2008), una cuenca hidrográfica posee las siguientes características:

- Es un medio natural geográficamente bien definido.

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

- Es un medio biofísico complejo

Está compuesto por diferentes elementos: suelo, agua, vegetación, flora, fauna subsuelos y clima; complejo por las interrelaciones e interacciones que dichos elementos mantienen en el dinámico equilibrio de la naturaleza.

- Es un medio natural morfodinámico

Es un proceso dinámico porque según el clima que prevalece en una cuenca, formaciones superficiales y el tipo de relieve se operan constantes modificaciones como decir, cambios en el patrón de drenaje, como eliminación de meandros, formación de brazos, creación de áreas de abrupción, de transporte y acumulación de sedimentos, entre otras.

- Es un medio humano en transformación

Se refiere a la demografía, la tenencia de la tierra, la estructura social de los sistemas de producción, las condiciones de mercado y de crédito.

La caracterización de una cuenca hidrográfica está enfocada fundamentalmente a cuantificar las variables que la tipifican, con el propósito de conocer las posibilidades, limitaciones de sus recursos naturales y condiciones económicas de la comunidad, para identificar los problemas presentes y potenciales". (Zambrano, Plan de manejo y gestión de la subcuenca del río San Francisco, 2008)

3.1.2.1. Elementos de una cuenca

Según (Jimenez, 2006), los elementos principales que posee una cuenca hidrográfica **son las siguientes;**

3.1.2.2. Río principal

El río principal es aquel que se encarga de captar el agua que se origina por las precipitaciones, u determinación suele ser arbitraria ya que hay diferentes características que la definen como: el curso fluvial, tipo de caudal y superficie de la cuenca.

3.1.2.3. Los afluentes

Se denomina afluentes a los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Estos afluentes tienen su respectiva cuenca hidrográfica.

3.1.2.4. Línea divisoria de vertientes

Esta línea divide a diferentes vertientes, separando a dos o más cuencas vecinas. Además, se puede utilizar como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas.

3.1.2.5. Relieve

El relieve de una cuenca se encuentra determinado por 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.

3.1.2.6. La cuenca como sistema

Una cuenca está conformada por componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), que están todos interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que ponen en peligro todo el sistema. (Jimenez, 2006, pág. 6)

Los recursos naturales (agua, suelo, biodiversidad) de la cuenca son renovables si pueden remplazarse por vía natural o mediante la intervención humana: por el contrario, no son renovables cuando no se les puede remplazar a un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a las que están sometidos (Gutierrez I. , 2009, pág. 7). Ver figura 3.

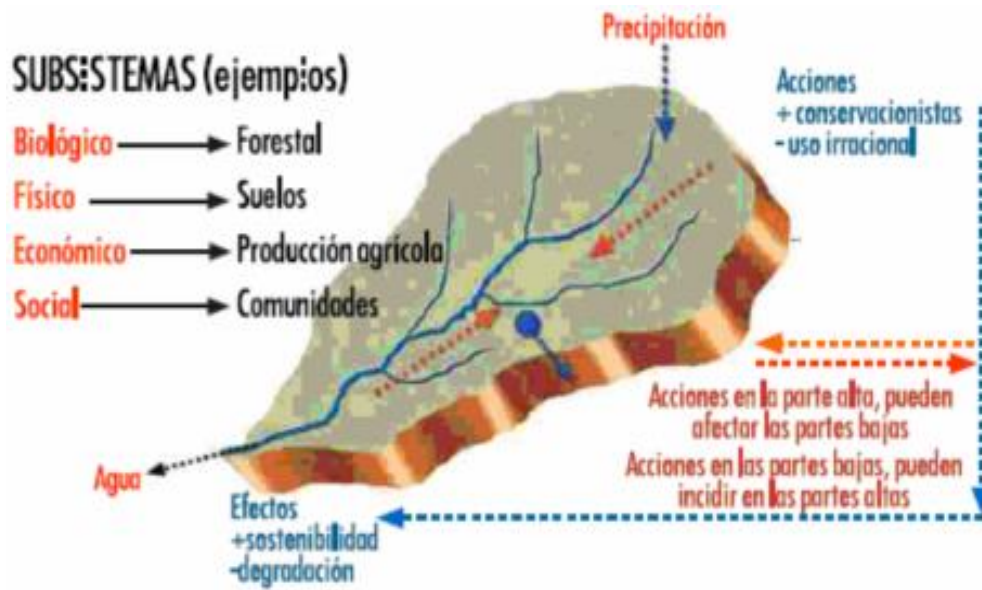


Figura 3: La cuenca hidrográfica como sistema

Fuente: (Hernandez, Lanza S, & J, 2009)

3.1.2.7. Partes de una cuenca hidrográfica

Acorde a Jiménez (2006), las principales partes de una cuenca son;

3.1.2.8. Sección alta

En esta sección de la cuenca, existen aportes de sedimentos que se dirigen hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se denotan trazas de erosión.

3.1.2.9. Sección media

Es el 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 se aprecia erosión.

3.1.2.10. Sección baja

Se conoce como la 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 hidrográfica se encuentran detalladas en la figura 4:



Figura 4: Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: (Avalos, Alcantar, Mora, Lopez, & Patron, 2013)

3.1.2.11. Clasificación y tipo de cuencas

La clasificación y tipo de cuencas se plantean de la siguiente manera; (Hernandez, Lanza S, & J, 2009)

3.1.2.12. Clasificación

La clasificación más adecuada se la realiza acorde a su extensión, clasificándolas de acuerdo a lo señalado en la Tabla 1

Tabla 1:
Clasificación de una cuenca hidrográfica

| Clasificación | Extensión |
|-----------------------|-----------------|
| Sistema | > 300000 |
| Cuenca | 100.000-300.000 |
| Subcuenca | 10.000-100.000 |
| Microcuenca | 4.000-10.000 |
| Minicuenca o quebrada | < 4.000 |

Fuente: INEFAN 1995

“En el territorio ecuatoriano 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 subcuencas”. (Montaguano & Salamea, 2012)

3.1.2.13. Tipo de cuencas

Acorde a (Montaguano & Salamea, 2012) existen tres tipos de cuencas;

- **Exorreicas:** Son aquellas que drenan sus aguas al mar o al océano
- **Endorreicas:** Estas desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación salida fluvial al mar.
- **Arreicas:** Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Además, los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

3.1.2.14. Funciones de las cuencas hidrográficas

La función de una cuenca se basa principalmente en el ciclo del agua y sus relaciones con suelos y aguas. Las principales funciones de una cuenca de acuerdo a (Ibañez, 2012, págs. 26-29) son:

- Función hídrica de la cuenca
 - ✓ Captar las aguas que provienen de diversas fuentes de precipitación, con el fin de que las aguas vayan tomando su recorrido natural formando y alimentando ríos, lagunas, esteros y quebradas.
 - ✓ Almacenar el agua por el tiempo que las condiciones climáticas, geográficas y ambientales lo permitan. Un estero pequeño tiene un tiempo de duración corto siendo menor al de una gran laguna.
 - ✓ Hacer fluir el agua, y sea por la superficie terrestre o por las capas subterráneas
 - ✓ Ayudar a la conservación de la flora y fauna y los diferentes ecosistemas presentes en la cuenca.
- Función ecosistémica de la cuenca
 - ✓ Construir un banco de colección de material vegetal vivo
 - ✓ Regular la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos
 - ✓ Conservar los diversos ecosistemas de flora y fauna
 - ✓ Impedir el deterioro y erosión de los suelos
- Función socio económica de la cuenca
 - ✓ Proveer los recursos naturales necesarios para que la población pueda vivir de las actividades productivas
 - ✓ Suministrar un espacio para el desarrollo social y cultural de los habitantes, así también lugares para la promoción del turismo.

3.1.2.15. Factores ambientales que intervienen en una cuenca

La relación existente entre los seres vivos y el ambiente depende de los factores ambientales, debido a su influencia que este ejerce sobre los mismos. Estos factores determinan las adaptaciones como la variedad de especies de plantas y animales, y su vez, la distribución de los seres vivos. (Araujo & Francisco, 2009, pág. 18)

3.1.2.16. Factores Físicos

Según (Araujo & Francisco, 2009), los factores físicos determinan la existencia, el crecimiento y el desarrollo de los seres vivos, así como también el correcto funcionamiento de sus procesos.

3.1.2.17. Relieve y Fisiografía

Se refiere a las diversas formas que adoptan la corteza terrestre o litosfera.

- Parámetros Morfométricos

Los parámetros morfométricos de cuencas permiten establecer la evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región, lo cual constituye en un elemento útil para la planificación ambiental. Los parámetros morfométricos a considerar son:

- ✓ Longitud Axial (L_a):

Se conoce como la distancia desde la salida o desagüe de la cuenca hasta el punto más alejado de esta.

- ✓ Ancho Promedio (A_p):

Se obtiene al dividir el área de la cuenca entre la longitud axial.

- ✓ Forma:

Se determina como la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal, en base a esta se puede conocer la velocidad con que el agua llega al cauce principal, desde sus vértices originarios, hasta su desembocadura. Para

determinar la forma se utilizan varios índices asociados a la relación área-perímetro y los más conocidos son:

- Coeficiente de Compacidad (K_c):

El coeficiente de compacidad 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):

El factor forma 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:

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

- Altitud Media (H):

Se conoce como 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 (M_a):

Representa una curva hipsométrica que muestra la distribución de la superficie con respecto a los diferentes valores de altura en la subcuenca. Este parámetro viene dado por un valor de altura que muestra la superficie de la cuenca, la misma que está influenciada

por factores como; temperatura, evaporación y precipitación, que dependen mucho de la altitud de la zona.

- Pendiente media (Pm):

Un análisis de la pendiente media es importante debido a que el caudal máximo y el proceso de degradación de la subcuenca está 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:

Indica la dirección geográfica de la cuenca, la misma depende de factores como: Angulo de rayos solares, Número de horas que esta soleada la cuenca, 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 y no reciben insolación uniforme en las dos vertientes durante el día, sin embargo, 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):

Este índice permite conocer la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. Por lo tanto, una mayor densidad indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

- Patrón de drenaje:

Comprende la distribución de los afluentes que integran la red hidrográfica. Los patrones de drenaje pueden ser erosionables 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 (Ct):

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 presentación con intensidad constante sobre toda la cuenca hidrográfica.

3.1.2.18. Geología y Geomorfología

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.

3.1.2.19. Clima

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

- Biotemperatura

Relaciona la vida vegetal y animal con la temperatura la cual limita la vida de las diversas especies de flora y fauna. Se determina en grados centígrados, teniendo un rango de 0°C hasta los 30°C

- Precipitación

La precipitación se determina en milímetros y es considerada como la cantidad de agua que cae de la atmosfera hacia la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo.

- Humedad

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

- Evapotranspiración Potencial

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 le denomina evapotranspiración potencial.

- Diagramas Ombrotérmico

Representa 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 temperatura, nos indica que es una época árida, y cuando las precipitaciones están muy por encima de la temperatura es una época húmeda.

3.1.2.20. Agua

El ciclo de agua es de gran importancia en la naturaleza, debido a sus procesos de evapotranspiración, condensación y precipitación que originan la formación de una cuenca (Ver Figura 5)

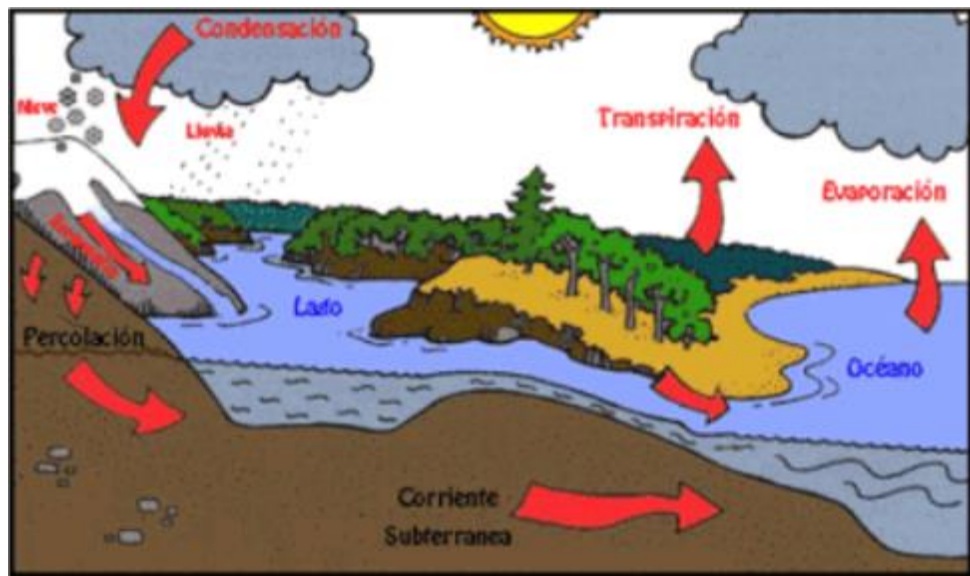


Figura 5: Ciclo del agua

Fuente: (U.S. Geological Survey, s.f.)

- Usos del agua

Las diversas formas de aprovechamiento de agua por parte del ser humano se estructuran el siguiente esquema:

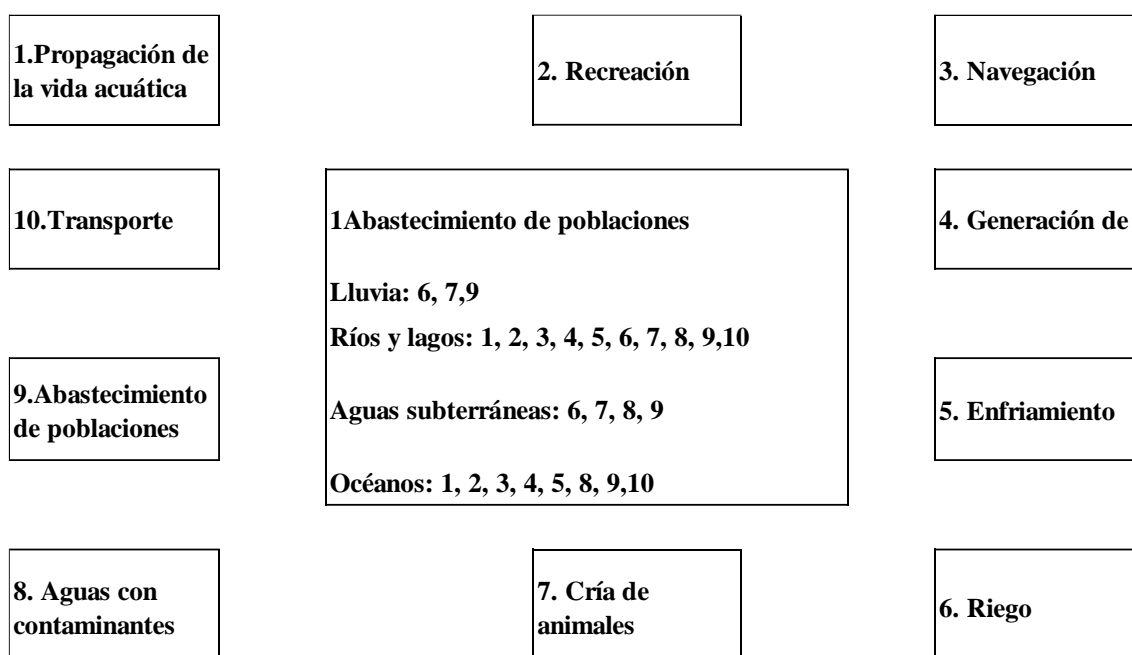


Figura 6: Fuentes de agua, usos y calidad

Fuente: (Araujo & Francisco, 2009)

- Calidad de 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 es un aspecto muy importante, debido a que muchos 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 hidrogeno (pH), el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

- Conductividad Eléctrica

Indica el contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Este factor depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad y temperatura de medición. Se expresa en micro-siemens por centímetro ($\mu\text{ S/cm}$).

- Potencial de hidrogeno (pH)

El pH determina la 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 lo tanto, su contenido de materia orgánica, además de la presencia de otros contaminantes como metales pesados.

- Turbidez:

La turbidez está definida como una mezcla que oscurece la claridad natural del agua. Esto se produce 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 01 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida en el agua.

- Solidos 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):

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 transcurrido 5 días (DBO₅) y se expresa en mg O₂/l. En el caso de no presentarse materia orgánica en el agua no abra muchas bacterias presentes para descomponerla, por lo tanto, la DBO tendera a ser menor y el nivel de OD tendera a ser más alto.

- Coliformes Fecales

Dentro de este grupo e incluyen todos los bacilos gram-negativos aerobios o anaerobios. Estos 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

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

- Fosfatos

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

- Caudal

Es la cantidad de agua que un río transporta por unidad de tiempo, está dada en m^3/s .

3.1.2.21. Componentes de una cuenca hidrográfica

Los componentes principales que conforman una cuenca hidrográfica son de acuerdo a (Freire, Silva, & Tovar, 2011)

3.1.2.22. Componente biológico

Los bosques, los cultivos y en general los vegetales conforman la flora constituyendo junto con la fauna el componente biológico. La vegetación que cubre la cuenca, está compuesta de restos de un bosque secundario, frutales arbustos, pastos naturales en cuanto a su fauna silvestre está a sido reducida a punto de que muchas especies un desaparecido.

3.1.2.23. Componente Físico

El agua, el suelo, el subsuelo, y el aire constituyen el componente físico. La cuenca presenta desde su parte más alta hasta su base, un relieve inclinado y cortado por quebradas. Los suelos que se encuentran en el área de la cuenca son variados, en la parte alta los suelos están relacionados con bosques naturales estos mantienen humedad y tienen una fertilidad natural.

3.1.2.24. Componente socio-económico

Son las comunidades que habitan en la cuenca, las que aprovechan y transforman los recursos naturales para su beneficio, construyen obras de infraestructura de servicio y de producción, los cuales elevan el nivel de vida de estos habitantes

3.1.2.25. Factores Bióticos

Según Cadena (2011), un ecosistema cuenta con una gran variedad de especies de animales y plantas.

3.1.2.26. Zonas de vida

Son áreas con condiciones ambientales similares con respecto a parámetros como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración.

3.1.2.27. Flora

Comprende un conjunto de especies vegetales que forman parte de una región geográfica; las cuales, de acuerdo a sus características, abundancia y periodos de floración, identifican el periodo 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 específica. (Cadena & Barbosa, 2011)

3.1.2.28. Fauna

La distribución y desarrollo de las especies en la tierra dependen de factores como la temperatura y disponibilidad de agua y las relaciones de competencia o depredación entre ellas como lo indican (Freire, Silva, & Tovar, 2011)

Según (Cadena & Barbosa, 2011), Las alteraciones en los ecosistemas pueden producir un cambio en su fauna

3.1.3. Manejo integrado de cuencas hidrográficas

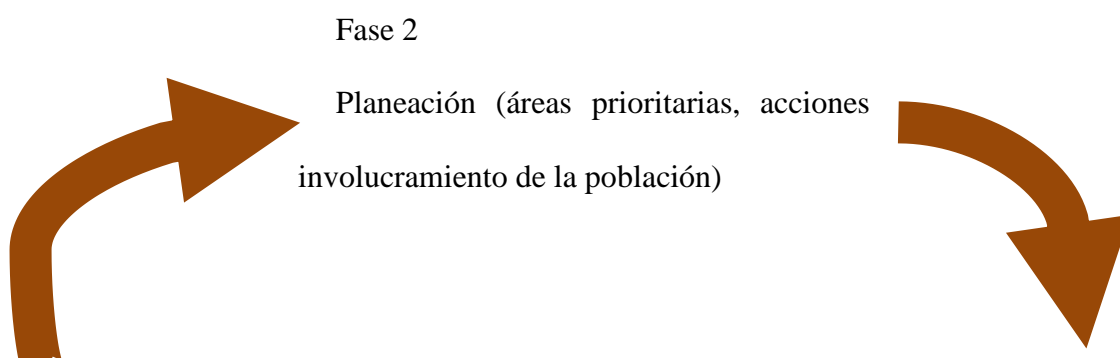
El Fondo Mundial para la naturaleza describe el manejo integrado de las cuencas hidrográficas como el proceso de coordinar la conservación, el manejo y el desarrollo de

los recursos del agua y las tierras y los recursos conexos en todos los sectores dentro de una cuenca hidrográfica determinada, a fin de maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de los recursos hídricos de una forma equitativa preservando al mismo tiempo, cuando sea necesario, la restauración de los ecosistemas de agua dulce. (Torregrosa, 2007)

En el Ecuador la necesidad de manejar sustentablemente una cuenca hidrográfica ha estado asociada a problemas y potencialidades de los principales recursos naturales renovables (suelo, agua y cubierta vegetal) a la relación antrópica en relación a su conservación y a los impactos de deterioro y contaminación. (Domínguez, 2013)

Cada cuenca es única, por lo tanto, el análisis de cuenca debe ser enfocado de una manera diferente. Sin embargo, la cuenca debe considerarse como una protección de la erosión, aumentando la cobertura vegetal del suelo, mediante un control de los flujos de agua aumentando la infiltración del agua en el perfil de suelo, control de la sedimentación al manejar el escurrimiento superficial, el mantenimiento de la diversidad biológica unidad de trabajo con dimensiones adecuadas, que permitan un eficiente control de la erosión y del manejo del suelo (Global Water Partnership, 2009).

El manejo de cuencas se debe tender a cuatro fases fundamentales como se esquematiza en la figura 7:



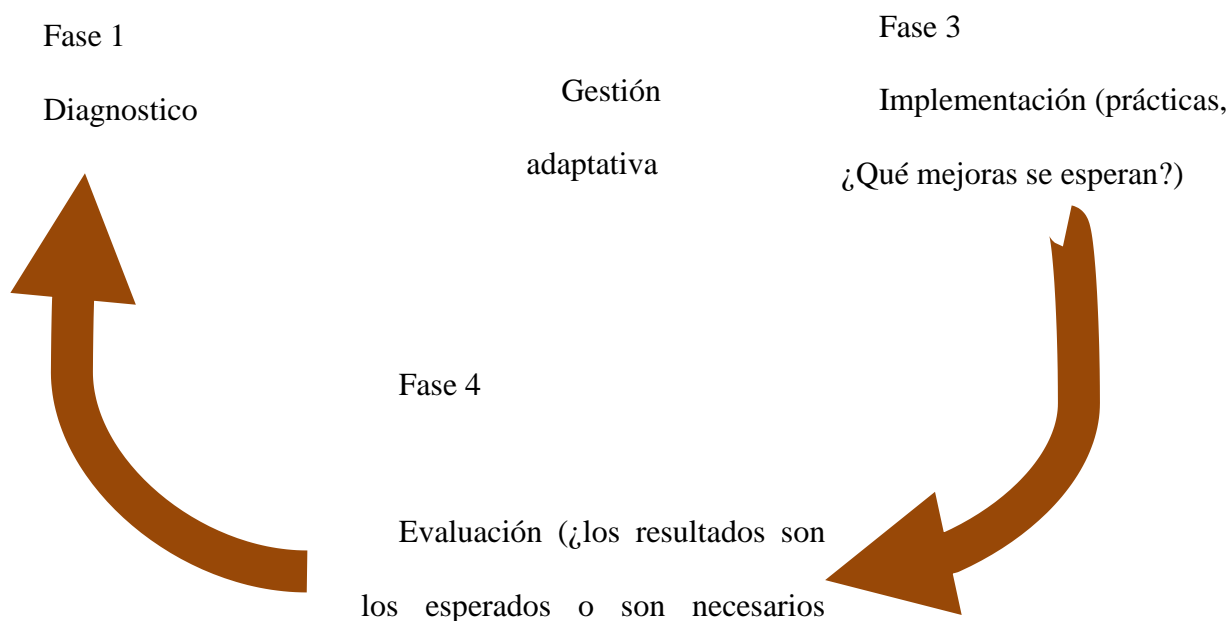


Figura 7: Acciones Fundamentales del Manejo de Cuencas

Fuente: (Avalos, Alcantar, Mora, Lopez, & Patron, 2013)

3.1.3.1. Modelos de gestión de cuencas

Acorde a la 21ª edición del Diccionario de la Real Academia Española, la palabra modelo proviene del concepto italiano de modello. Esta palabra puede utilizarse en distintos ámbitos y con diversos significados, por ejemplo, arquetipo que por sus características idóneas es susceptible de imitación o reproducción, esquema teórico de un sistema de una realidad compleja. (ONU, 2007) Por otro lado, la palabra gestión, proviene del latín *gesio* y hace referencia a la acción y efecto de gestionar o de administrar, concreción de diligencias conducentes al logro de un negocio un deseo cualquiera, gestión de una cuenca hidrográfica, por ejemplo.

Gestión es el manejo de los recursos para una correcta producción y conservación de las cuencas, también prevenir riesgos y amenazas y adaptar las condiciones propias del territorio al contexto propio y global. (Barrientos, 2011).

En modelos de gestión alternativos a las diferentes estrategias posibles para el manejo de cuencas la principal diferencia es que se integra esfuerzos, se desarrolla una visión y acción colectiva y un nuevo estilo en la toma de decisiones (Quintero, Un modelo de gestión para el manejo integrado de la subcuenca del río zarati, 2011).

Los componentes indispensables en la gestión de las cuencas son los siguientes:

- a. Equipo Multidisciplinario como coordinador del trabajo.
- b. Actores sociales organizados e interesados en el manejo de las cuencas.
- c. Recursos económicos para la administración y el funcionamiento.
- d. Plan para la realización de las actividades y obras necesarias para el manejo de la cuenca.
- e. Marco legal para la instalación de la autoridad.
- f. Supervisión y seguimiento periódico de las actividades que se desarrollan.

En relación a la degradación de los recursos naturales deben considerarse esfuerzos por lograr un desarrollo sostenible de estos recursos, adoptándose enfoques en los cuales las medidas conservacionistas no se limiten a las tierras agrícolas solamente, sino que también cubran toda el área de la microcuenca desde las partes más altas, en la divisoria de aguas, hasta la salida del desagüe natural.

Al adoptar la microcuenca como una unidad de planificación y desarrollo, las medidas son planificadas y ejecutadas en cada una de las zonas ecológicas, incluyendo el manejo de suelos y aguas, pero integrando también actividades como agricultura, forestaría, leña, forraje, animales y otros componentes del sistema para las condiciones locales

específicas. Esto implica la implementación de trabajos de conservación de suelos en las pendientes más altas, tierras marginales, tierras agrícolas y quebradas.

La microcuenca es la unidad territorial de trabajo más pequeña que mejor se ajusta a los objetivos de la planificación del manejo conservacionista de suelos y aguas, dado que engloba todas las modificaciones que puedan sufrir los recursos naturales. Los terrenos altos y bajos de la microcuenca, independientemente de las divisiones de propiedades y caminos, están íntimamente ligados por el ciclo del agua.

3.1.3.2. Manejo de cuencas

Dourojeanni (1996) citado por (Sepulveda G, 2002) considera dos definiciones para el manejo de cuencas hidrográficas,

- a) Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca, con el fin de controlar la descarga de agua de la misma calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia.
- b) Es la gestión con un sentido empresarial – social que el hombre realiza a nivel de cuenca, para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida.

El manejo de cuencas busca el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio medioambiental (Mendoza, 2008).

Para un adecuado manejo de las cuencas, subcuencas y microcuencas del país las regiones hidrográficas deben tener autonomía para que sean controladas y administradas por las 35 juntas de usuarios que existen, con el fin de vigilar su conservación y evitar la tala indiscriminada de los bosques, que es el origen del azolvamiento de los ríos

ecuatorianos, así como también, fomentar los cultivos para proteger sus cuencas. (Avalos, Alcantar, Mora, Lopez, & Patron, 2013)

La cobertura vegetal tiene una gran importancia en el manejo del agua y el escurrimiento superficial de la microcuenca. A mayor cobertura el agua es retenida por más tiempo sobre el suelo, favoreciendo su infiltración, lo que implica que se reduce la escorrentía superficial, y por ende aumenta la disponibilidad de agua en el perfil del suelo, mejorando la recarga de las napas subterráneas.

Si bien es cierto que el aumento de cobertura vegetal viva implicara un mayor gasto de agua, porque las plantas la requieren para satisfacer sus necesidades, los beneficios de una buena y equilibrada cobertura aseguraran una mayor protección del suelo y proporcionalmente una mayor retención del total de agua precipitada, que asegurara cierto nivel de esta en vertientes y arroyos en las épocas secas.

Se debe fomentar un plan de reforestación en las ochenta cuencas hidrográficas que mantiene el país, priorizándolas y recomendando las especies con las tasas más bajas de interceptación y transpiración, con el propósito de disminuir los flujos de detritos, aumentar la estabilidad de los suelos y disminuir los sedimentos exportados que contienen fosforo y algunos metales pesados.

Los “bosques ribereños” cumplen la finalidad de estabilizar los cauces, mejorando la calidad de agua, con fin de aumentar el ecosistema acuático, además de establecer los “sistemas agroforestales” para las cuencas altas con el fin de aprovechar los beneficios hidrológicos de los bosques, aumentando la producción agrícola. (Beltran & Jaramillo, 2007)

Un manejo que promueva “buenas prácticas agrícolas” en toda la microcuenca, incrementar la estabilidad y productividad general de la misma y mejorara la regularidad

del flujo de los cursos de agua durante el año, ayudando a reducir las fuertes alzas de caudal, como también la severidad de las inundaciones. Por otro lado, podrá asegurar una mayor disponibilidad de agua, en los periodos de escasez de lluvia.

3.1.4. Herramientas y sistemas de información geográfica SIG

Es un conjunto de datos que se originan con el análisis de los recursos y factores que intervienen en la cuenca hidrográfica. Estos pueden ser almacenados y representados en los SIG, permitiendo la especialización de los mismos, para elaborar mapas de la zona de estudio (SENA, 1997).

Mediante los SIG se puede relacionar en forma coherente y sistemáticamente los datos de localización de los recursos, con sus características cuantitativas cualitativas, ofreciendo una visión integral y territorial de los datos, lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, estadísticas y geoestadísticas. (Cachipundo, 2007)

3.1.4.1. Modelo SIG

Crear un modelo SIG para resolver algún problema requiere seguir las siguientes etapas según (Rosas, 2011)

- Conceptualización

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

- Diseño

Es el 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.

- Implementación

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

- **Análisis y modelamiento**

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

- **Verificación funcional**

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

- **Validación**

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

3.1.4.2.Sistema de posición global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento global (GPS) “es un sistema de posicionamiento basado en satélites ubicados en el espacio (NAVSTAR) operado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos, cuyo objetivo es la ubicación geográfica de cualquier elemento de la tierra” (Gutierrez I. , 2009)

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

“Los GPS obtienen los datos geográficos para la formación y actualización de bases georreferenciadas y la cartografía de un sistema de información geográfica” (Gutierrez I. , 2009)

3.1.5. Modelo cartográfico

Un modelo 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. El modelamiento 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 (Alvarado, 2007). Ver Fig.8

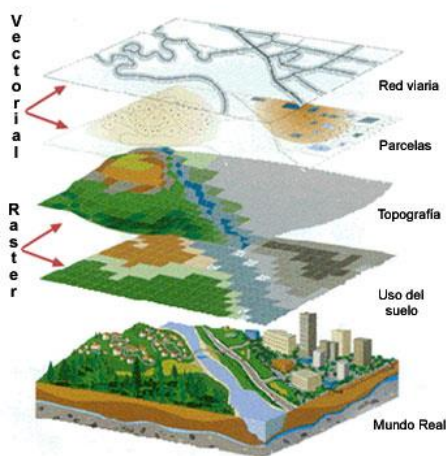


Figura 8: Sobre posición de mapas

Fuente: (Cruz, 2014)

3.1.5.1. 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 algebra de mapas, generación de bases de datos, interpretación de fotografías, análisis de imágenes y un sinnúmero 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. (Araujo & Francisco, 2009)

Según Alvarado (2007) plantea como características de los modelos cartográficos lo siguiente:

- ✓ La presentación de una secuencia lógica de operaciones analíticas expresadas en Diagrama 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 o 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

3.1.5.2. Tipo 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” (Araujo & Francisco, 2009).

Las diversas operaciones difieren según el tipo topológico (puntos líneas y polígonos) de los objetos geográficos de la información inicial. En la tabla 2 se resume las posibilidades existentes:

Tabla 2:
Operaciones Topológicas

| CAPA INFORMACION B | Puntos | CAPA INFORMACIÓN A | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | Líneas | Polígonos |
| Puntos | Coincidencia de puntos | Puntos en línea | Punto en polígono |
| Líneas | | Intersección de líneas | Línea en polígono |
| Polígonos | | | Superposición de polígonos |

Fuente: (Bosque Juan, 1992)

3.1.5.3. Información cartográfica

Las cartas topográficas escala 1: 50000, referidas al datum horizontal WGS 84, disponibles en el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) se emplean en la generación del modelo digital de elevación, que es el insumo esencial para la delimitación semiautomática de unidades hidrográficas y para la elaboración del mapa base. (Araujo & Francisco, 2009)

Un proyecto de manejo de cuencas requiere de las siguientes coberturas:

- ✓ Curvas de nivel
- ✓ Puntos acotados
- ✓ Red hidrográfica
- ✓ Red vial

3.1.5.4. Sistema de coordenadas

El Ecuador continental ocupa dos zonas de la proyección Universal Trasversa de Mercator (UTM), zona 17 y zona 18; siendo respectivamente sus meridianos centrales 81 y 75 grados de longitud occidental (W). La zona de traslape de estas dos zonas se ubica entre los 77,5 y 78,5 grados de longitud Occidental. La región Insular se ubica en las

zonas 15 y 16 de la proyección de la (UTM) con su meridiano Central en los 93 y 87 grados de longitud occidental respectivamente. (Araujo & Francisco, 2009)

En la figura 9 se presenta la distribución de zonas UTM del Ecuador Continental:

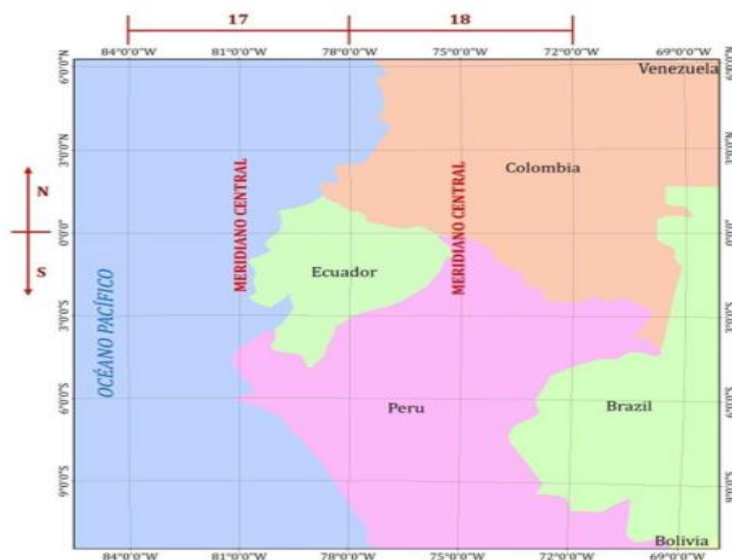


Figura 9: Representación de la distribución de zonas

Fuente (UTM del Ecuador Continental 2010)

3.1.6. Tipos de suelos

La clasificación de suelos del USDA Soil Taxonomy permitió identificar la tipología del suelo presente en la microcuenca. En la zona entre los 3.000 y 3.400 msnm se encuentran suelos negros, profundos, francos a arenosos, derivados de materiales piroclásticos con menos del 30% de arcilla en el primer metro de profundidad. En la franja altitudinal, entre los 2.800 y 3.200 msnm se identifican los suelos sobre Cangahua dentro del primer metro del perfil. La descripción taxonómica del tipo de suelo de acuerdo al Mapa de Taxonomía de Suelos del MAGAP (2003) a escala 1:50.000 se indica en la Tabla siguiente.

Tabla 3:
Clasificación taxonómica de suelos

| SÍMBOLO | ORDEN | SUBORDEN | GRAN GRUPO | CARACTERÍSTICAS |
|---------|------------|----------|-------------|--|
| Dm | Inceptisol | Andepts | Dystrandeps | Suelo pseudo limoso muy negro |
| Dp | Inceptisol | Andepts | Dystrandeps | Suelo pseudo limoso negro |
| Dpx | Inceptisol | Andepts | Dystrandeps | Sin descripción |
| Dv | Inceptisol | Andepts | Dystrandeps | Suelo muy negro pseudo-limoso untuoso, esponjoso, uniforme |
| Hf | Mollisol | Udolls | Hapludolls | Suelo negro profundo, limoso con arena muy fina sobre 1 m de espesor |

Fuente: SNI, 2014

3.1.6.1. Conjunto de suelos D

Suelos derivados de materiales piroclásticos, alofánicos, francos a arenosos, con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases <50%, densidad aparente < 0,85 g/cm³. Muy negros en régimen frígido y mésico, negros en régimen térmico y con presencia de horizonte amarillo de gran espesor en régimen hipertérmico. Se localizan en la parte alta y media de la microcuenca. Las características del suelo se presentan a continuación:

3.1.6.2. Orden Inceptisoles

Son suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes de alteración. Presentan perfiles tipo A/C ó A/B/C, y constituyen una etapa subsiguiente de evolución en relación a los Entisoles debido a una mayor meteorización y alteración de los materiales primarios.

En forma general estos suelos tienen las siguientes características:

- Suelos de regiones tropicales
- Derivados de depósitos fluviónicos y residuales
- Compuesto por materiales volcánicos y sedimentarios

- Perfiles superficiales a moderadamente profundos
- Morfología plana a colinada suave
- Presentan perfiles de formación incipiente, en donde se destaca la presencia de un horizonte cámbico de matices rojizos a castaños claros

Dentro de este orden se ha diferenciado el suborden Andepts.

En la figura 10 se presenta una imagen de un suelo del suborden Andepts.



Figura 10: Suelo pseudo limoso muy negro (Dm).

a. Suborden Andepts

Son los Inceptisoles originados de cenizas volcánicas y su ocurrencia está en o cerca de las montañas que tienen actividad volcánica.

b. Distrandepts

Son los inceptisoles originados de cenizas volcánicas en climas húmedos, pero con estaciones secas, y poseen retención de humedad inferior al 10%, materiales amorfos y bajo contenido de bases, con presencia considerable de material volcánico.

3.2 Fundamentación legal

Un país como el Ecuador que está regido por normas jurídicas que permite su aplicación. El gerenciamiento de los recursos naturales en la cuenca del río Huaca, tendrá que ser hecho con base a esas normas jurídicas, en los temas que le sean aplicables.

Para el gerenciamiento de los recursos naturales en la cuenca del río Huaca será muy importante tener en cuenta varios instrumentos legales de gran pertinencia:

La Constitución del 2008 menciona:

Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (p. 13).

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integración del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (p. 13).

En el Título V sobre la Organización territorial del estado, nuevamente la constitución se refiere al agua, dentro del capítulo quinto menciona que:

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinaran a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores; público, privado y de la economía popular y solidaria de acuerdo con la ley (p. 99).

El Título VII de la Constitución del 2008 referente al Régimen de Buen Vivir en su capítulo segundo menciona los principios ambientales:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizara un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuosos de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las siguientes generaciones
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizara la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos, y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p.119).

Art. 396.- El Estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño. El Estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, aplicara también las obligaciones de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción distribución comercialización y uso de bienes y servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (p.119).

Art. 411.- El Estado garantizara la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas, y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológicos. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua,

y el equilibrio de los ecosistemas en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (p. 123).

Art. 412.- la autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperara y se coordinara con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico (p. 123.).

El Art. 209 de la reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria en la parte referente a la calidad del agua se destaca que: Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes (p. 47)

4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

4.1. Objetivo general

Caracterizar la microcuenca del rio Huaca; Sistema hidrográfico, flora y fauna para proponer un modelo de gestión, a través de la delimitación de la microcuenca y análisis morfométricos. Con el uso cartografía base e imágenes satelitales.

4.2. Objetivos específicos

- Delimitar la microcuenca del rio Huaca y sus tributarios.
- Levantar información de los aspectos bióticos, abióticos y socio económicos para la caracterización de la cuenca del Río Huaca.
- Realizar análisis morfométricos de la cuenca del Rio Huaca.

- Proponer un modelo de gestión para manejo y la conservación y del recurso hídrico de la cuenca del rio Huaca.

5. MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el campo con datos recogidos *in situ*. Para la caracterización de la cuenca se tomaron en cuenta el área, perfil longitudinal, perímetro y forma de la cuenca; los mapas e información bibliográfica que se encontraron sobre la microcuenca sirvieron de partida para la elaboración de este trabajo.

Se analizó información en instituciones como; SENAGUA, MAE, Gobierno Provincial, Gobiernos Municipales, Gobiernos Parroquiales y el INAMHI además de la información de los habitantes de la zona de la microcuenca considerándose esta información como importante.

Se tomaron en cuenta los parámetros bifásicos existentes en la microcuenca del Rio Huaca mediante el uso de imágenes satelitales y la cartografía base

A partir del mapa topográfico se procedió a generar los mapas de; pendientes de suelo, su clasificación y sus posibles usos.

Se delimitó la cuenca y sus diferentes tributarios, estimando caudales medios, anuales y mensuales se tomaron muestras de agua debidamente referenciadas en la parte alta, media y baja de la cuenca.

El caudal se estimó en los mismos sitios en que se tomaron las muestras y en época seca y época lluviosa para determinar la diferencia de caudal entre estas épocas, utilizando el método de área – velocidad (Flotador), que consiste en el cálculo de sección transversal

del agua por su velocidad, siguiendo el proceso y formatos que recomienda la SENAGUA, los equipos que se utilizaron para este método fueron: cinta métrica, flotadores y una mira topográfica para tomar las alturas, además se empleó el método volumétrico, más preciso y sencillo, los equipos utilizados en este fueron; un cubo, tubo de PVC y un cronometro los sitios se referenciaron con GPS.

Las muestras de agua para los respectivos análisis físicos químicos microbiológicos se tomaron bajo la norma NTE INEN 1105: 1983-12 y de acuerdo a las recomendaciones del TULAS. Estas muestras de agua se entregaron al laboratorio para realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

En base a los resultados de laboratorio se analizaron alternativas para su aprovechamiento y su influencia en la conservación de la cuenca con sus respectivas recomendaciones.

5.1.Elaboración de mapas

Mediante el mapa de cobertura vegetal y ecosistemas se analizaron las diferentes unidades de flora; las mismas que se comprobaron en los diferentes recorridos de campo trazando los transectos respectivos.

Se utilizarán aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica para elaborar el mapa base y mapas temáticos.

5.1.1. Mapa Base

El mapa base de la Microcuenca del Río Huaca se hizo empleando las cartas topográficas digitales del IGM a escala 1:50.000. Se representan las coberturas vectoriales para los siguientes elementos: ríos, vías, curvas de nivel y poblados. La escala de impresión del mapa es 1:50.000 en formato A4.

5.1.2. Mapas temáticos

Se elaboraron los siguientes mapas temáticos a escala de impresión 1:50.000 en formato A4.

- Mapa hidrológico
- Mapa de pendientes
- Mapa de Isoyetas medias anuales
- Mapa de isotermas anuales
- Mapa de tipos de clima
- Mapa de tipos de suelos
- Mapa de uso del suelo
- Mapa de cobertura vegetal
- Mapa de uso potencial del suelo
- Mapa de conflictos de uso

Para realizar la cartografía temática se emplearon coberturas vectoriales a escala 1:50.000 del Sistema Nacional de Información.

Los diseños de layouts o mapas de impresión se realizaron empleando el software Comercial ArcGIS versión 10.2 con licencia temporal de la UTN adquirida a la empresa ESRI.

La comprobación de la cartografía elaborada se efectuó mediante recorridos de campo en la microcuenca, para la asignación de puntos de control con navegador GPS. Se levantó información sobre los aspectos relativos al suelo, vegetación, hidrología y clima para ingresar en una base de datos geoespacial y posteriormente se analizar en el Sistema de Información Geográfica.

5.2 Localización geográfica del proyecto y área de influencia.

La investigación se localizó en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca, además forman parte de esta microcuenca las parroquias de: Santa Martha de Cuba, Julio Andrade con los caseríos respectivos.

En la figura 11 se presenta el Mapa de ubicación de la Micro Cuenca del río Huaca.

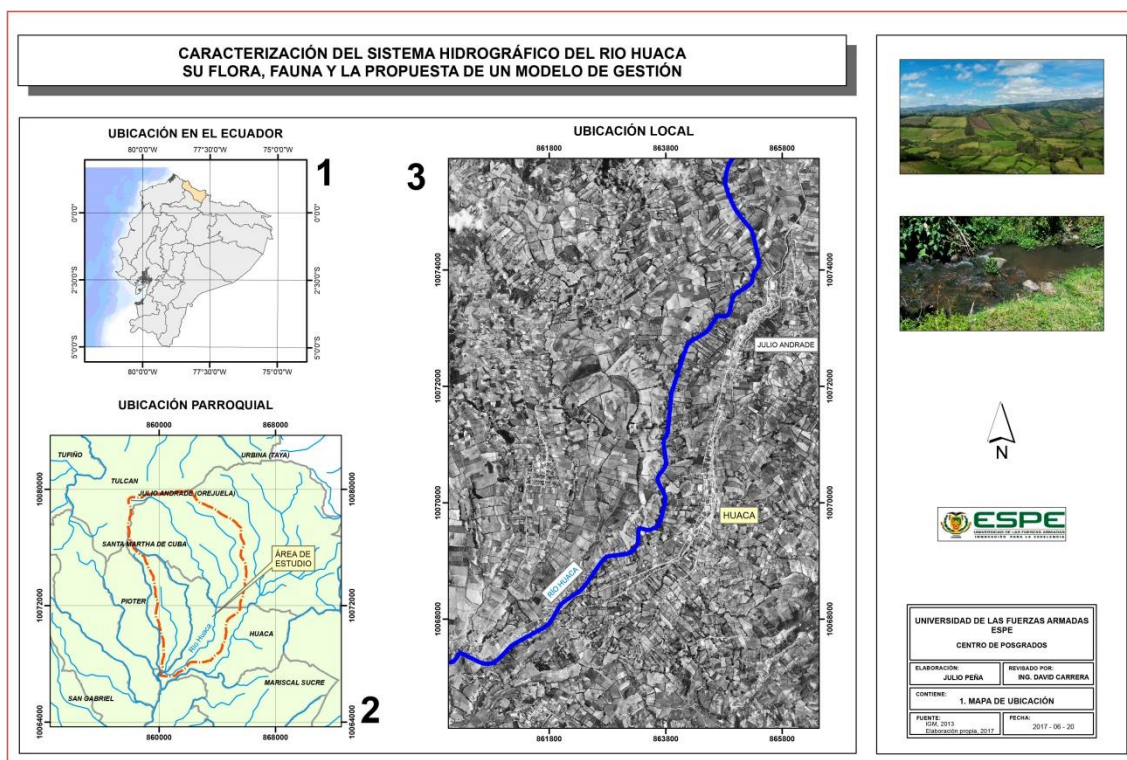


Figura 11: Mapa de ubicación de la Micro Cuenca del río Huaca.

En la Figura 12 se presenta una fotografía panorámica de parte de la microcuenca.



Figura 12: Fotografía microcuenca del río Huaca.

En la Figura 13 se presenta una caracterización del Sistema Hidrográfico del río Huaca.

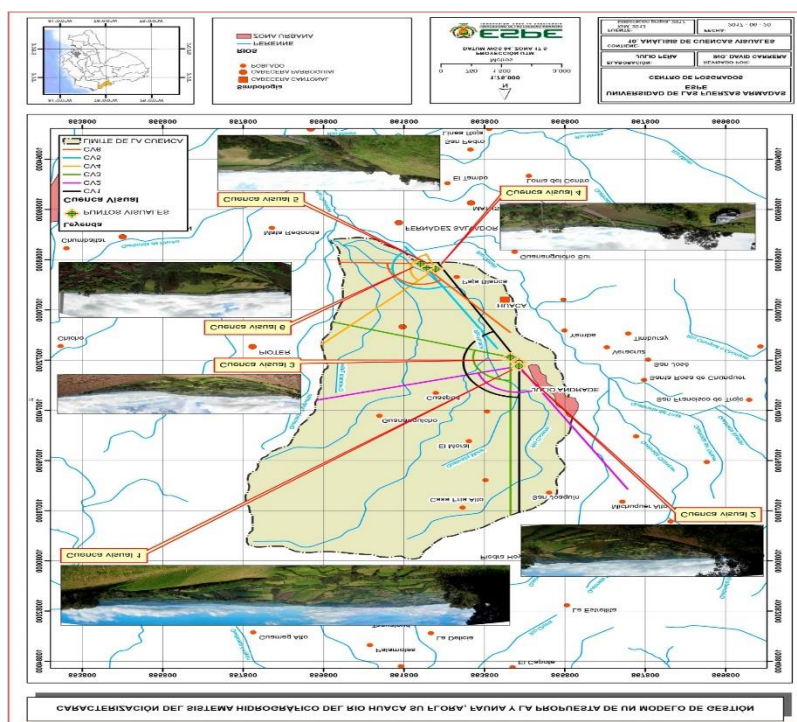


Figura 13: Mapa de cuencas visuales de la Micro Cuenca del río Huaca.

5.2. Análisis cartográfico de la microcuenca del río huaca

El mapa base de la micro cuenca del río Huaca se realizó empleando las cartas topográficas digitales del IGM a escala 1:50.000. Se representaron coberturas vectoriales para los siguientes elementos: ríos, vías, curvas de nivel y poblados.

La comprobación de la cartografía elaborada se realizó mediante recorridos de campo en la microcuenca, con la asignación de puntos de control con navegador GPS. Se levantó información sobre los aspectos relativos al suelo, vegetación, hidrología y clima para ingresar en una base de datos geoespacial la cual es posteriormente analizada en el Sistema de Información Geográfica.

La caracterización de la cuenca considera el área, perfil longitudinal, perímetro y forma de la cuenca; para lo cual se procedió a elaborar mapas temáticos a partir de la cartografía existente.

La delimitación de la microcuenca del río Huaca se realizó tomando en cuenta la divisoria de aguas natural, considerando sus afluentes principales de acuerdo al mapa que se encuentra en la figura 14.

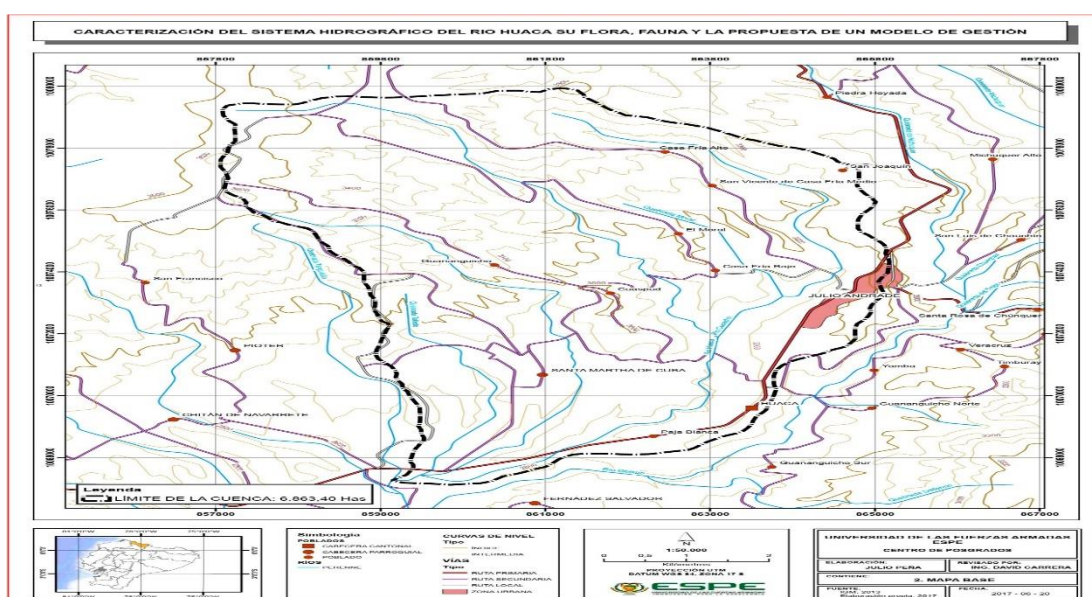


Figura 14: Mapa Base de la Micro Cuenca del río Huaca.

La definición del polígono de intervención o área de estudio está determinada por los siguientes puntos y coordenadas (Tabla 4)


Tabla 4:
Coordenadas del polígono de intervención

| PUNTOS | COORDENADAS X | COORDENADA Y | SITIO | ALTITUD | LATITUD | LONGITUD |
|--------------------------|---------------|--------------|--------------------|---------|--------------|------------------|
| Norte | 862108 | 10079907 | Quebrada Chulamuez | 3400 | 0°43'18,38no | 77°44'50,39oeste |
| Sur | 859938 | 10067259 | Rio Cuasmal | 2785 | 0°36'27,14no | 77°46'0,75oeste |
| Este | 865898 | 10073285 | Quebrada Michuquer | 3356 | 0°39'42,96no | 77°42'48,11oeste |
| Oeste | 859713 | 10072784 | Quebrada Tanguetan | 2800 | 0°39'26,80no | 77°46'7,91oeste |
| Punto de salida Suroeste | 859933 | 10067251 | | 2800 | | |

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Caracterización del sistema hidrográfico del río Huaca. En la tabla 5 se observa

Tabla 5:
Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del río Huaca

| PARÁMETROS DE FORMA | | | |
|-----------------------------------|--|------------------|---|
| PARÁMETRO | MÉTODO | RESULTADO | INTERPRETACIÓN |
| 1. Área (A) | Cálculo de geometría en ArcGIS 10.2 | A = 6.854,86 Has | De acuerdo al área calculada pertenece a una cuenca de tamaño medio |
| 2. Perímetro (P) | Cálculo de geometría en ArcGIS 10.2 | P = 35,82 km | |
| 3. Longitud axial (La) | Medición del eje principal de la cuenca en ArcGIS 10.2 | La = 12,86 km | La longitud axial del cauce principal pertenece a un cauce de longitud mediano |
| 4. Ancho Promedio (Ap) | $Ap = \frac{A}{La}$ | Ap = 5,33 km | Cuenca ovalada con la longitud axial mayor al ancho promedio |
| 5. Factor Forma (Ff) | $Ff = \frac{Ap}{La}$ | Ff = 0,41 | El factor forma muestra que se trata de una cuenca alargada |
| 6. Coeficiente de compacidad (Kc) | $Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi * A}}$ | Kc = 1,22 | La forma de la cuenca es redonda a oval redonda |
| 7. Altitud mínima (Hmín) | Curvas de nivel, DEM | Hmín = 2.780 m | CONTÍNUA |
| 8. Altitud máxima (Hmáx) | Curvas de nivel, DEM | Hmáx = 3.620 m |  |

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|---|
| 9. Desnivel altitudinal | $Dh = H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}$ | Dh = 840 m | Desnivel altitudinal mediano |
| 10. Mediana de Altitud (Ma) | Curva hipsométrica | Ma = 3.190 m | |
| 11. Coeficiente de masividad (Km) | $Km = \frac{Hm}{A}$ | Km = 46,44 m/km ² | Clase de masividad montañosa |
| 12. Pendiente media de la cuenca | Clasificación por Porcentaje | 37,5% | La cuenca presenta una morfología montañosa |
| 13. Longitud del río principal (L) | Medición del río en ArcGIS 10.2 | L = 18,49 km | La longitud del cauce corresponde a mediano |
| 14. Pendiente del río principal (S) | Medición del río en ArcGIS 10.2 | S = 0,38 m/m | |
| 15. Orden del Cauce | Interpretación de la imagen satelital LANDSAT 7 ETM+ | Orden 3 | El río Huaca se abastece de las aguas pluviales y del agua de escorrentía del páramo alto |
| 16. Patrón de Drenaje | Interpretación de imágenes satelitales LANDSAT 7 ETM+, LANDSAT 8 OLI, fotografía aérea, DEM | Patrón de Drenaje Dendrítico | |
| 17. Tiempo de concentración | $Tc = 0,95 * (L^3 / H)^{0,385}$ | T = 2,07 h | Moderado |
| 18. Kirpich (horas) | L (km) H (m) | | |

Las fotografías 15 y 16 muestran la parte media y baja de la cuenca del río Huaca.



Figura 15: Río Huaca en la parte media de la microcuenca.



Figura 16: Río Huaca en la parte baja de la microcuenca.

6.1.1. Tipo de clima

Para el análisis de los parámetros meteorológicos se empleó la información de la estación meteorológica de San Gabriel y la estación pluviométrica de Julio Andrade del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de los años 2001 a 2008, como se indica en la Tabla 6. La estación meteorológica se localiza a 12,5 km de la microcuenca del río Huaca y la estación pluviométrica se encuentra dentro de la microcuenca en el extremo Este.

Tabla 6:

Ubicación de las Estaciones meteorológica y pluviométrica.

| ESTACIÓN | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| San Gabriel | 0° 36' 15" N | 77° 49' 10" W | 2860 msnm |
| Julio Andrade | 0° 39' 21" N | 77° 51' 16" W | 2790 msnm |

Fuente: (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, 2012)

La determinación de las condiciones climáticas de la Microcuenca del Río Huaca se basó en los informes de las estaciones meteorológicas del INAMHI.

Los elementos del clima como la precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar son indispensables en la caracterización del clima.

Para el análisis climatológico, se tomaron en consideración varias estaciones meteorológicas situadas a diferentes altitudes, de donde se ha obtenido la información para la caracterización del clima en esta parte de la provincia del Carchi. En general la información de los parámetros climáticos es confiable y permite definir de manera adecuada las condiciones climáticas del área de estudio. (GADHUACA, 2014)

Según la clasificación climática de Pierre Pourrut (1995), el cantón San Pedro de Huaca se ubica en la zona de la región interandina de la sierra norte de Ecuador y presenta un clima ecuatorial de alta montaña, el que se caracteriza por estar situado por encima de los 3.000 msnm, con una temperatura media anual menor a 12°C y una precipitación media anual que varía entre 1.000 y 1.750 mm, por lo tanto, la humedad relativa es siempre superior al 80%. (GADHUACA, 2014)

- Estaciones meteorológicas

En la tabla 7 se detallan las estaciones meteorológicas consideradas para el análisis del clima en el Cantón San Pedro de Huaca.

Como se puede observar en la tabla N° 8, se ha tomado en cuenta las estaciones meteorológicas de San Gabriel y Julio Andrade, ya que se encuentran cerca a el área de estudio, incluso la de Julio Andrade, es parte de la Microcuenca del Río Huaca, en las dos

tablas se aprecia claramente que en las dos estaciones presentan sus máximos lluviosos en los meses de abril y noviembre siendo esto regular a lo largo del año.

Tabla 7:
Estaciones meteorológicas consideradas

| Código | Nombre | X | Y | Altitud | Tipo | Periodo |
|--------|-----------------------|-----------|--------------|---------|------|-----------|
| M059 | TULCAN AEROPUERTO | 867389,25 | 100090418,17 | 2934 | AR | 1960-1998 |
| M089 | CHALPATAN | 855600,99 | 10081583,02 | 3300 | CP | 1984-2006 |
| M084 | BOLIVAR-CARCHI-INHERI | 847875,57 | 10059284,37 | 2790 | CO | 1968-2006 |
| M101 | EL CARMELO | 878610,35 | 10073203,22 | 2820 | CO | 1964-2010 |
| M102 | EL ANGEL | 840100,93 | 10068504,60 | 3000 | CO | 1962-2009 |
| M103 | SAN GABRIEL | 853815,35 | 10066390,86 | 2860 | CO | 1962-2009 |
| M305 | JULIO ANDRADE | 864770,82 | 10072609,59 | 2890 | PV | 1964-2010 |
| M487 | EL PLAYON DE S.F | 875268,57 | 10069817,70 | 2980 | PV | 1968-2002 |
| M879 | APAQUI D.J. MINAS | 858339,42 | 10058767,01 | 2820 | PV | 1967-1974 |

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), registros obtenidos desde 1960-2010. AR=Aeronáutica, CO=Climatología Ordinaria, CP=Climatología Principal, PV=Pluviométrica

Tabla 8:
Datos pluviométricos promedios (mm) periodo 2001 - 2008.

| ESTACIÓN | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| San Gabriel | 81.0 | 84.5 | 99.9 | 108.9 | 82.9 | 58.4 | 53.4 | 40.9 | 49.9 | 95.7 | 108.1 | 95.7 | 959.2 |
| Julio Andrade | 68.5 | 91.9 | 80.2 | 149.1 | 114.9 | 72.3 | 36.7 | 37.7 | 40.4 | 155.4 | 131.9 | 144.4 | 1123.4 |

Fuente: INAMHI, 2013

En la tabla N° 9 podemos observar que la temperatura del área en estudio es regular durante todo el año su variación más representativa se da en el mes de abril, pero su diferencia no supera el 2.2 °C.

Tabla 9:
Datos de temperatura (°C) periodo 2001 - 2008.

| ESTACIÓN | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| San Gabriel | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 10.7 | 12.6 | 12.1 | 11.7 | 11.6 | 11.8 | 12.6 | 12.9 | 12.7 | 12.2 |

Fuente: INAMHI, 2013

La figura 17 representa el mapa del clima de la Micro Cuenca del río Huaca. Que corresponden al Ecuatorial de Alta Montaña y Ecuatorial Mesotérmico semi-humedo como se indica con la diferente coloración.

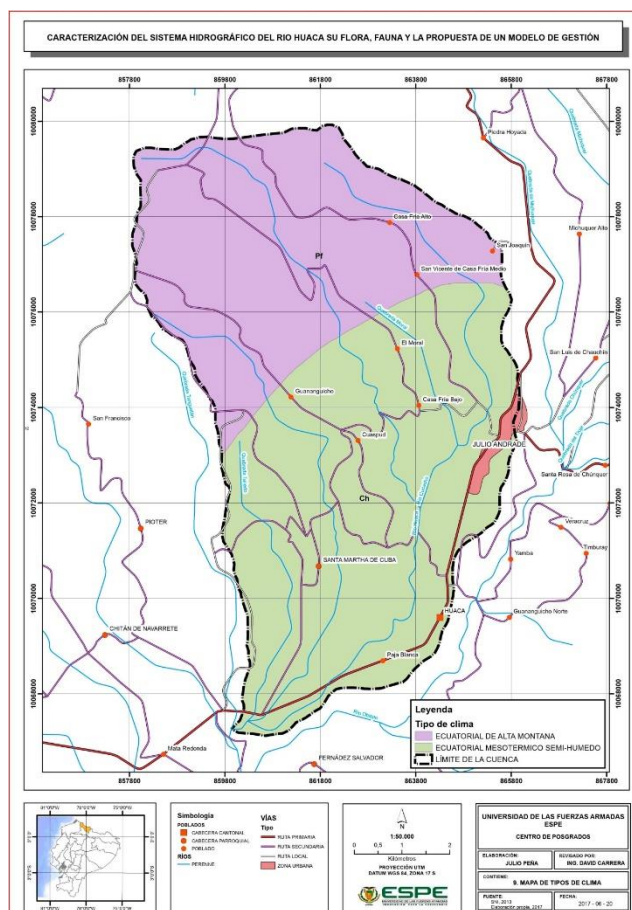


Figura 17: Mapa de Clima de la Micro Cuenca del río Huaca.

6.1.1.1. Precipitación

Los valores más altos de pluviosidad se registran en los meses de abril y septiembre, mientras que el mes con valores bajos es agosto. El valor total pluviométrico anual está alrededor de 1.000 mm. El Cantón San Pedro de Huaca se caracteriza por presentar sus máximos lluviosos en los meses de abril y noviembre, constituyendo un régimen de

precipitaciones interanual de distribución bimodal, siendo esta notablemente regular a lo largo del año. (GADHUACA, 2014)

En la figura N° 18 se presenta el mapa de isoyetas, que se hicieron aprovechando la información de isoyetas del INAMHI desde el geoportel del Sistema Nacional de Información y procesadas en ArcMap para la microcuenca del río Huaca a escala

1: 50000

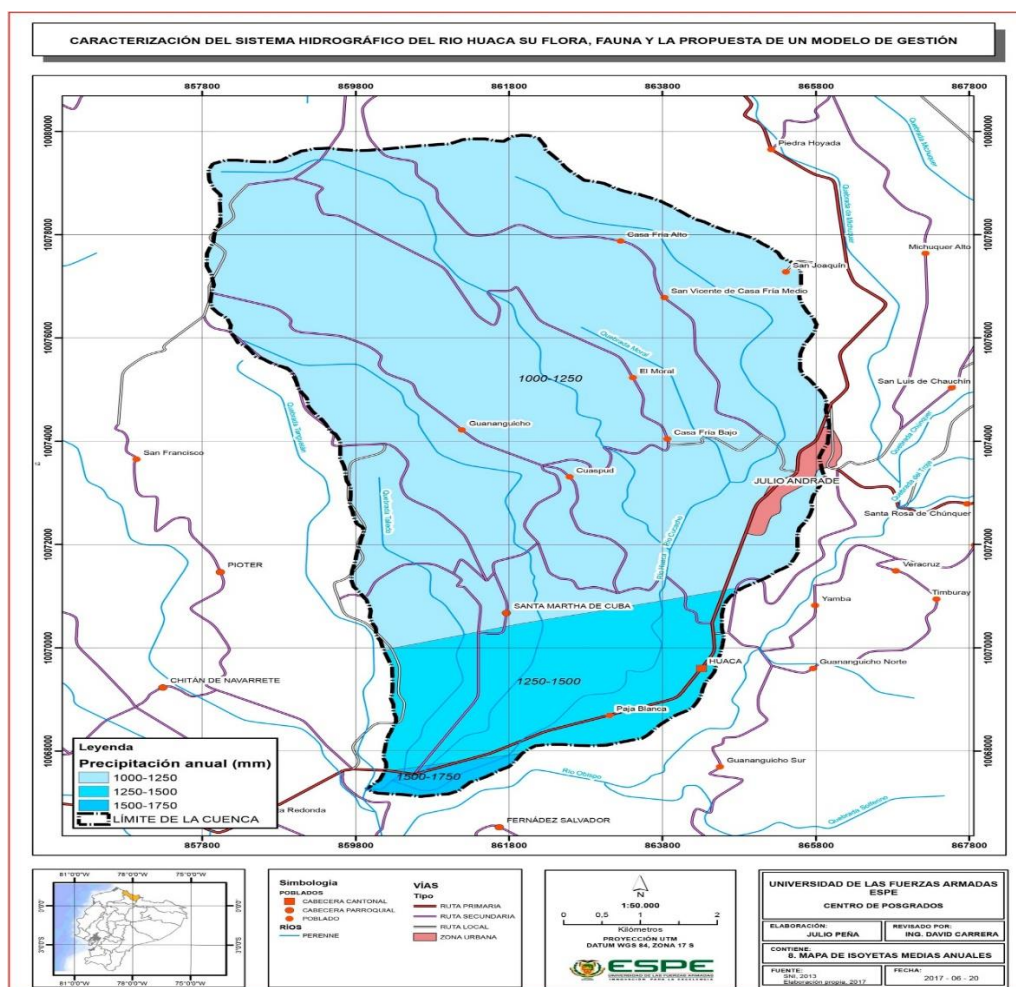


Figura 18: Mapa de Isoyetas de la Micro Cuenca del río Huaca.

Tabla 10:*Precipitación media mensual (mm)*

| ESTACION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | SUM |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| TULCAN AEROPUERTO | 69,5 | 74,9 | 100,4 | 91,5 | 68,6 | 52,3 | 33,3 | 31,6 | 48,6 | 95,6 | 115,1 | 85,9 | 867,3 |
| SAN GABRIEL | 83,5 | 83,0 | 101,0 | 109,7 | 80,8 | 59,2 | 52,7 | 39,8 | 47,8 | 97,9 | 107,7 | 100,8 | 963,9 |
| JULIO ANDRADE | 96,5 | 105,7 | 113,0 | 133,1 | 112,1 | 71,3 | 57,9 | 42,6 | 49,0 | 121,3 | 148,1 | 112,3 | 1162,9 |
| CHALPATAN | 104,7 | 110,8 | 105,5 | 109,1 | 115,2 | 75,1 | 51,4 | 34,7 | 71,1 | 114,0 | 140,3 | 148,9 | 1180,8 |
| EL CARMELO | 89,2 | 104,3 | 119,9 | 127,9 | 130,5 | 123,9 | 112,5 | 90,6 | 89,9 | 106,2 | 106,0 | 89,1 | 1290,0 |
| EL PLAYON DE SAN FRANCISCO | 114,9 | 121,3 | 137,7 | 170,8 | 175,9 | 148,6 | 142,5 | 123,0 | 122,8 | 142,2 | 138,2 | 114,5 | 1652,4 |
| APAQUI D.J. MINAS | 181,6 | 160,1 | 116,4 | 127,8 | 192,9 | 271,7 | 342,9 | 216,3 | 121,0 | 113,1 | 133,8 | 95,2 | 2072,7 |

Fuente: (INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010.)

Según la tabla de precipitaciones Figura 19, La media mensual de las estaciones tomadas en cuenta para el cantón, existe la presencia de meses secos entre junio y septiembre, donde se puede ver que la precipitación disminuye y difiere entre las distintas estaciones.

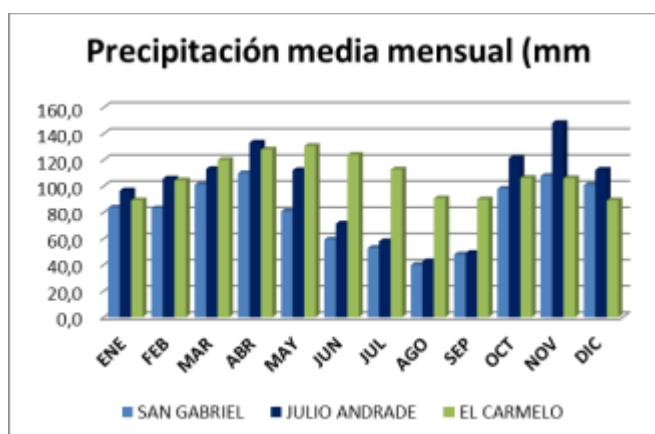


Figura 19: Precipitación media mensual (mm)

Fuente: (INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010)

6.1.1.2. Temperatura

Los datos del INAMHI, la temperatura media anual es de 12,2°C. En el transcurso del año las mayores temperaturas se registran en los meses de mayo, octubre, noviembre y diciembre mientras que el mes que registra el valor más bajo es agosto con 11,6°C.

En el Cantón San Pedro de Huaca, la variación de temperatura ocurre como consecuencia de las diferencias de altitud sobre el nivel del mar. En general las temperaturas medias mensuales y la temperatura media anual no presentan variaciones mayores a 5°C. Como se muestra en la Tabla 11. (GADHUACA, 2014)

Tabla 11:
Temperatura media mensual (°C)

| ESTACION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | PROM |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EL CARMELO | 11,7 | 11,3 | 11,5 | 11,6 | 11,6 | 11,4 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,5 | 11,7 | 11,6 | 11,4 |
| EL ANGEL | 11,9 | 11,9 | 12,0 | 11,9 | 12,1 | 11,6 | 11,3 | 11,3 | 11,8 | 12,2 | 12,1 | 12,0 | 11,8 |
| SAN GABRIEL | 12,3 | 12,3 | 12,5 | 12,6 | 12,5 | 11,8 | 11,3 | 11,4 | 11,8 | 12,5 | 12,7 | 12,5 | 12,2 |
| BOLIVAR CARCHI | 14,5 | 14,6 | 14,8 | 15,7 | 15,2 | 15,1 | 14,5 | 14,3 | 14,9 | 15,4 | 14,7 | 15,9 | 15,0 |
| INHERI SALINAS | 19,1 | 19,1 | 19,6 | 19,8 | 19,9 | 20,0 | 20,0 | 19,9 | 19,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 | 19,7 |
| IMBABURA - INHERI | | | | | | | | | | | | | |

Fuente:(INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010)

La figura 20 muestra los diferentes rangos de temperatura que existen la microcuenca del rio Huaca, además la figura 21 se presenta la distribución mensual de la temperatura a través del año.

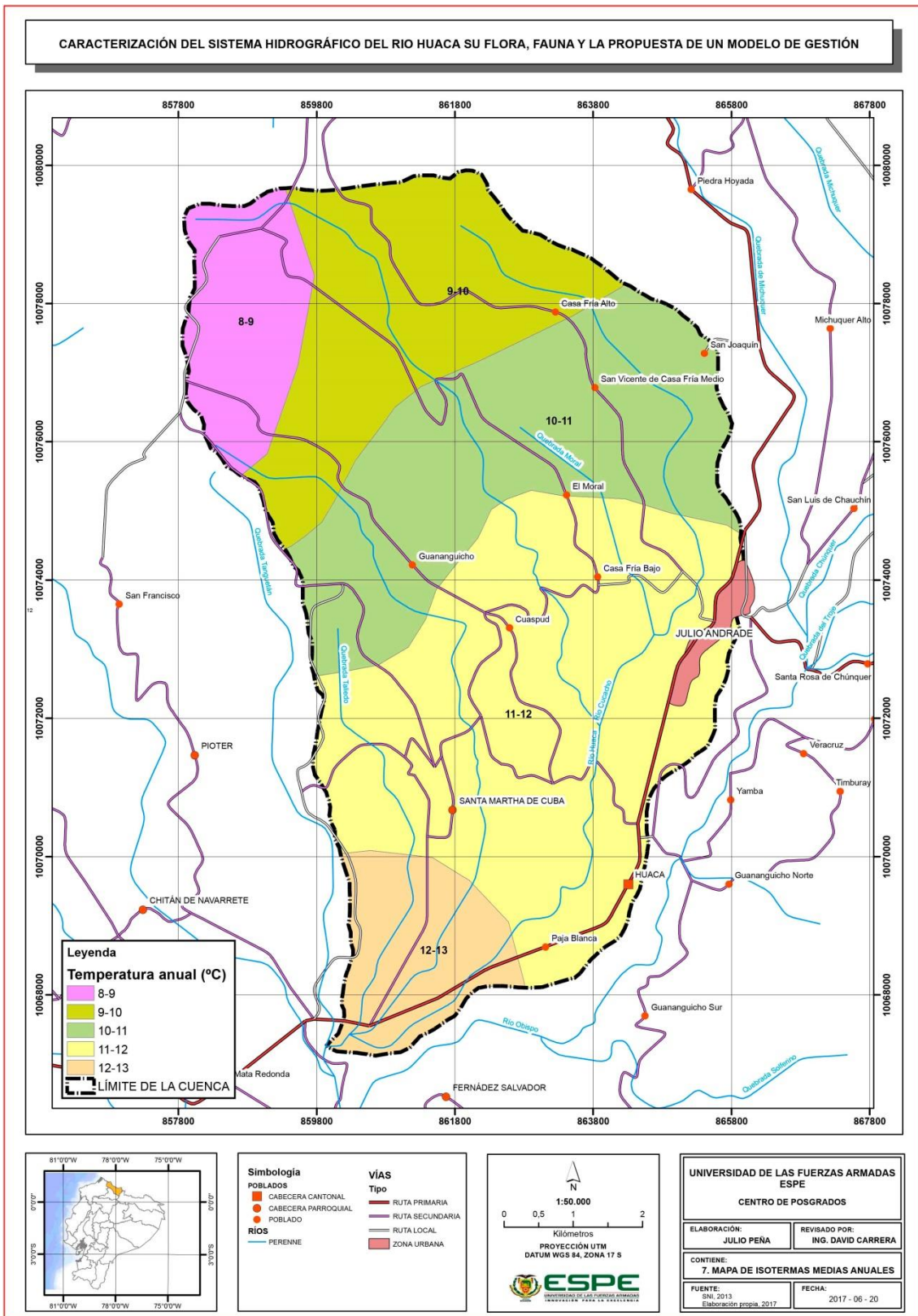


Figura 20: Mapa de isotermas medias anuales

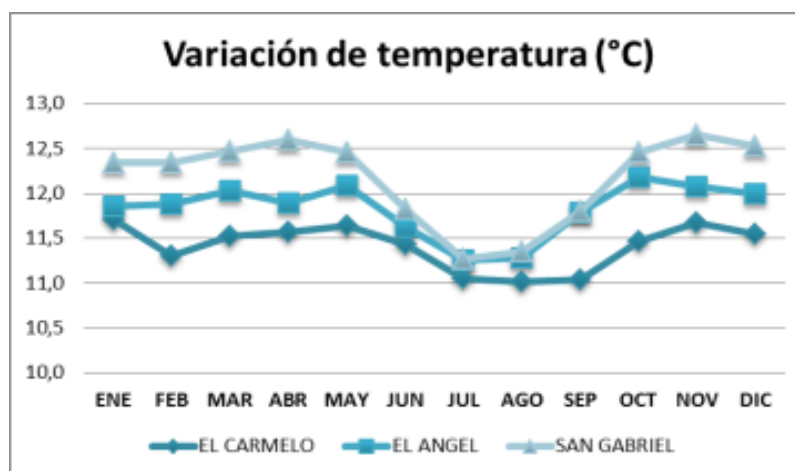


Figura 21: Variación de temperatura (°C)

Fuente: (INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010)

6.1.1.3. Velocidad y dirección del viento

En esta zona la velocidad del viento multianual es de 3.0 m/s. Los vientos en la Microcuenca del Río Huaca sostienen velocidades moderadas entre máximas medias anuales de 5.1 m/s y mínimas medias anuales de 3.7 m/s estos datos se encuentran registrados en las estaciones más cercanas a este territorio. (Tabla 12)

Tabla 12:

Velocidad del viento media mensual (m/s)

| ESTACION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | PROM |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| SAN GABRIEL | 3,5 | 3,6 | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 4,1 | 4,4 | 4,2 | 4,0 | 3,9 | 3,5 | 3,4 | 3,7 |
| EL CARMELO | 3,4 | 3,5 | 3,8 | 3,4 | 3,5 | 4,4 | 4,7 | 4,7 | 3,8 | 3,6 | 3,2 | 3,8 | 3,8 |
| TULCAN AEROPUERTO | 4,5 | 4,4 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,6 | 5,1 | 4,9 | 4,6 | 4,4 | 4,2 | 4,0 | 4,5 |
| SALINAS IMBABURA - INHERI | 4,8 | 4,9 | 4,6 | 4,7 | 4,4 | 4,8 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 5,4 | 5,0 | 4,4 | 4,8 |
| EL ANGEL | 4,5 | 4,2 | 4,6 | 4,5 | 5,2 | 6,1 | 6,0 | 6,6 | 6,0 | 4,6 | 4,4 | 4,4 | 5,1 |

Fuente: (INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010.)

Además, se analizó la estación meteorológica ubicada en la Finca Experimental San Francisco perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi misma que se

encuentra en la parte media de la Microcuenca del Rio Huaca, de la cual se registran los datos de las Tablas 13 a 16

Tabla 13:
Estación meteorológica ubicada en la microcuenca

| Meses | Primer Semestre | | |
|------------|-----------------|-------|--------|
| | Máxima | Media | Mínima |
| Febrero | 21,4 | 13,4 | 4 |
| Marzo | 21,4 | 13,8 | 4,8 |
| Abril | 19,4 | 12,4 | 5,2 |
| Mayo | 20,2 | 12,8 | 5,8 |
| Junio | 19,8 | 12,3 | 5,5 |
| Julio | 18,6 | 12,1 | 3,4 |
| Agosto | 18,2 | 11,8 | 3,4 |
| Septiembre | 20 | 11,7 | 1,2 |
| Octubre | 20,6 | 12,8 | 4 |
| Noviembre | 21,8 | 13,7 | 5,2 |
| Diciembre | 20 | 12,8 | 3 |
| Enero | 23,8 | 14,3 | 3,2 |
| | 20,43 | 12,83 | 4,06 |

Tabla 14:
Temperatura media y Precipitación

| | Temp. Media | Precipitaciones |
|------------|----------------|-----------------|
| Febrero | 13,4 | 97,2 |
| Marzo | 13,8 | 79,3 |
| Abril | 12,4 | 90,9 |
| Mayo | 12,8 | 65,4 |
| Junio | 12,3 | 17,3 |
| Julio | 12,1 | 71,5 |
| Agosto | 11,8 | 26,2 |
| Septiembre | 11,7 | 44,0 |
| Octubre | 12,8 | 75,4 |
| Noviembre | 13,7 | 91,8 |
| Diciembre | 12,8 | 52,1 |
| Enero | 14,3 | 59,4 |
| | | 770,5 |

En Climatología, la distribución de la temperatura y la precipitación durante el curso del año, tiene mayor importancia que sus medias anuales. Esta clasificación se basa en el ritmo de la temperatura y precipitación en el curso del año, tomando en consideración los períodos que son favorables o desfavorables para la vegetación como: período húmedo,

seco. La figura 22 muestra el diagrama Ombrotérmico de la Microcuenca del Río Huaca, podemos observar que existe un periodo seco en el mes de junio

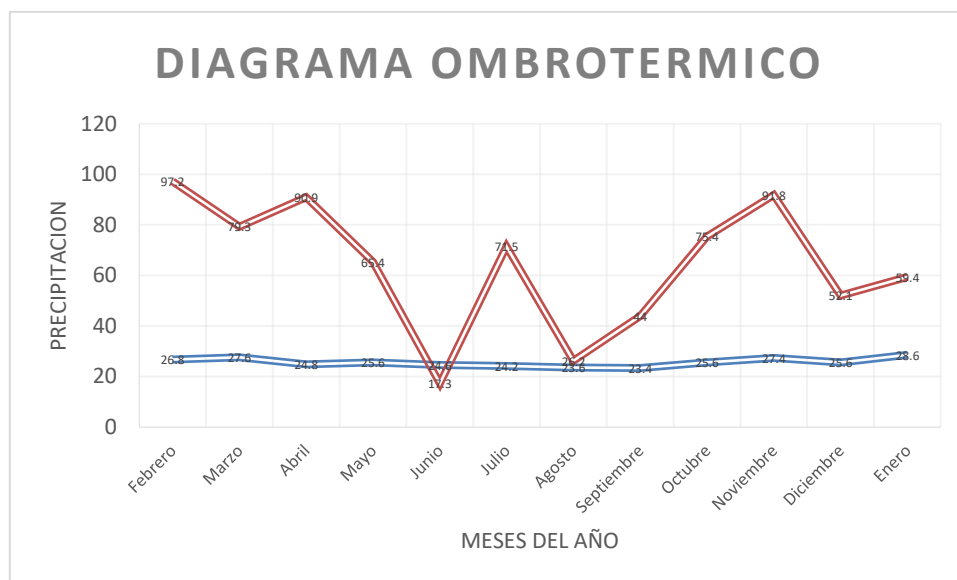


Figura 22: Diagrama Ombrotérmico

6.1.1.4. Nubosidad

La media multianual es de 6,8 octavos presentando su nivel más bajo de 6 octavos en el mes de septiembre.

6.1.1.5. Humedad relativa

En todo el territorio, la humedad relativa es alta, con valores medios anuales superiores al 70 %.

En la tabla 15 se presenta los valores de humedad relativa correspondientes a la Estaciones Meteorológicas de la zona.

Tabla 15:
Humedad relativa media mensual (%)

| ESTACION | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | PROMEDIO |
|--------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| EL ANGEL | 79 | 79 | 79 | 78 | 77 | 77 | 76 | 75 | 75 | 77 | 78 | 79 | 77 |
| SALINAS IMBABURA -INHERI | 82 | 83 | 81 | 82 | 81 | 78 | 75 | 77 | 78 | 80 | 82 | 82 | 80 |
| BOLIVAR-CARCHI-INHERI | 85 | 83 | 83 | 84 | 82 | 81 | 80 | 78 | 78 | 79 | 82 | 80 | 81 |
| SAN GABRIEL | 84 | 84 | 84 | 85 | 84 | 85 | 85 | 84 | 83 | 83 | 83 | 84 | 84 |

Fuente: (INAMHI, registros obtenidos desde 1960-2010)

La humedad relativa es una variable que estima, en porcentaje, el grado de saturación de la atmósfera. En el área de estudio este parámetro se mantiene en valores altos, siendo 80% el promedio anual.

6.1.2. El suelo

La provincia del Carchi se caracteriza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, dentro de los cuales se puede destacar en particular la existencia de suelos volcánicos (Andisoles) con un potencial agrícola elevado. El clima y los suelos han favorecido una alta densidad poblacional, superior a 100 habitantes/km² en buena parte de la provincia, lo que ha derivado en una intensidad de uso de las tierras alto. Las reformas agrarias de los años 60 y 70 impulsaron la densificación de la tenencia de la tierra y la introducción de pastos y ganaderías más productivas y finalmente, los sistemas de producción fundamentados en la llamada Revolución Verde, altamente intensivos en capital e insumos, dominaron el paisaje agrícola del Valle Interandino. La figura 23

muestra los efectos de una alta intensidad de uso de maquinaria agrícola que favorece la degradación fuerte de los suelos.



Figura 23 : Vista de degradación de suelos en la Micro Cuenca del río Huaca.

El monocultivo, la mecanización del laboreo de la tierra y el uso intensivo de agroquímicos han impactado en forma severa, especialmente las áreas de pendientes fuertemente onduladas hasta escarpadas. Progresivamente los procesos de degradación han venido afectando a los suelos agrícolas; en forma general, este aspecto había sido descuidado ya desde la época colonial, sea por despreocupación frente a la abundancia de los recursos naturales, sea por la falta de experiencia en materia de conservación de suelos.

En la Figura 24, se presenta el Mapa de suelos de la Micro Cuenca del río Huaca, con los diferentes tipos que predominan en la zona de estudio.

6.1.2.1. Conjunto de suelos H

Suelos negros, profundos, de textura francos a arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 30% arcilla en el primer metro. Saturación de bases mayor al 50%. Se localizan en la parte baja de la microcuenca del río Huaca.

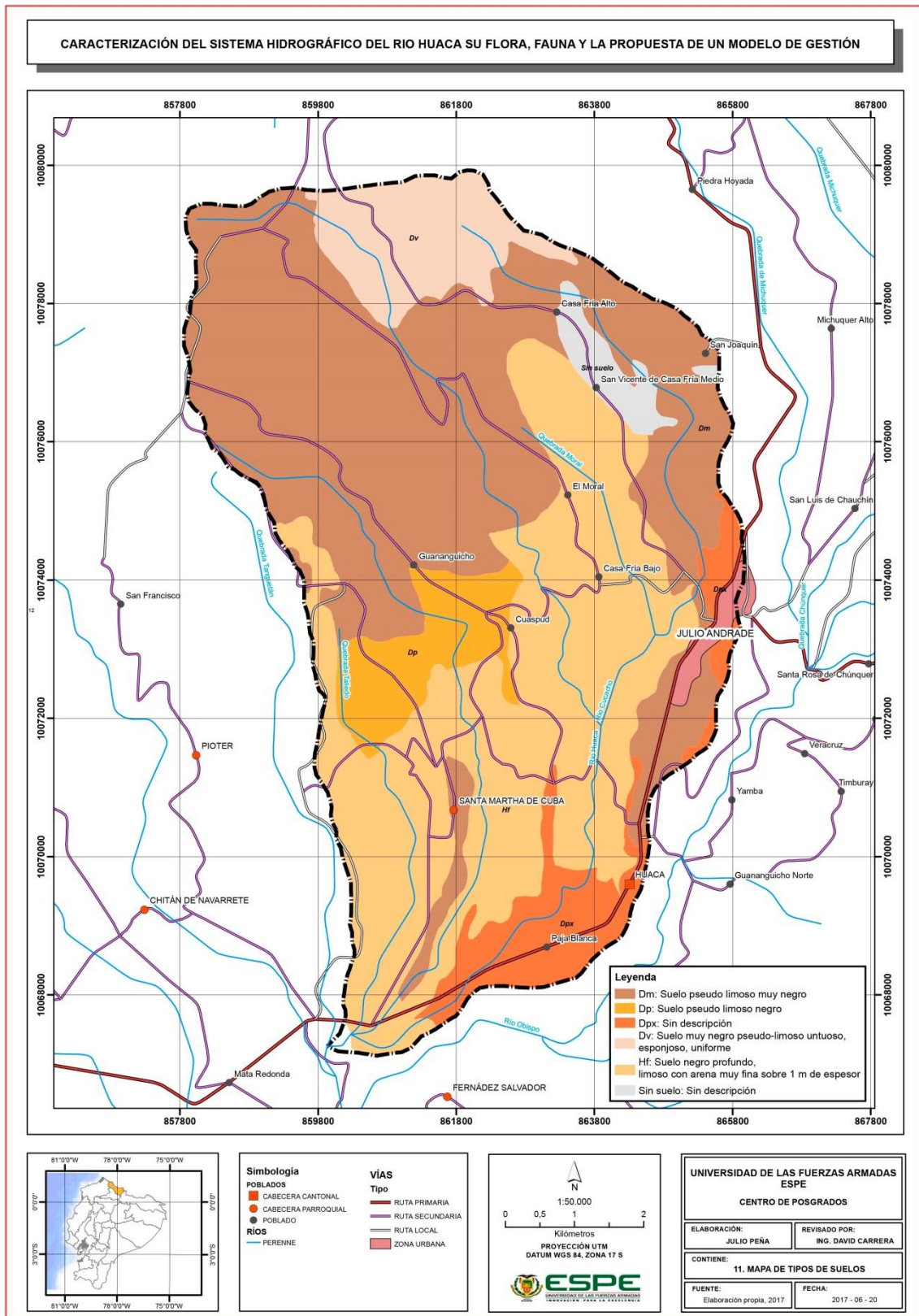


Figura 24 : Mapa de suelos de la Micro Cuenca del rio Huaca

6.1.3. Uso del suelo y cobertura vegetal

En lo que respecta al uso actual del suelo y cobertura vegetal, la microcuenca contiene los pisos Montano Bajo y Montano. Los terrenos planos, ligeramente ondulados y ondulados tienen marcadas formas de tenencia de la tierra y la mayor parte han sido convertidos en minifundios por sus características apropiadas para la agricultura, la ganadería y la ocupación humana, quedando pequeños relictos de vegetación natural en sitios inaccesibles.

De acuerdo al mapa de Uso del Suelo y Cobertura Vegetal del año 2013 elaborado por el MAGAP y disponible en el Sistema Nacional de Información, en la microcuenca se encuentran las siguientes categorías: (MAGAP-MAE, 2015)

Tabla 16:
Uso del suelo y cobertura vegetal

| SIMBOLO | USO Y COBERTURA | SUPERFICIE Has. |
|----------------|-----------------------------|------------------------|
| AP | Área Poblada | 142,48 |
| BN | Bosque Nativo | 275,11 |
| CA | Cultivo Anual | 606,61 |
| CSP | Cultivo Semi-Permanente | 50,39 |
| I | Infraestructura | 5,99 |
| MA | Mosaico Agropecuario | 334,85 |
| PR | Paramo | 610,98 |
| P | Pastizal | 4704,92 |
| PF | Plantación Forestal | 67,65 |
| VA | Vegetación Arbustiva | 55,89 |
| TOTAL | | 6854,87 |

Fuente: (MAGAP-MAE, 2015).

En la figura 25 se presenta un mosaico agropecuario donde se puede ver claramente que el mayor porcentaje de tierras está dedicado al cultivo de pastos y forrajes para la ganadería concordando con lo que presenta el mapa de uso de suelos.



Figura 25: Mosaico agropecuario.

En la figura 26 se presenta el tipo de vegetación arbustiva como se puede observar que es muy escasa.



Figura 26: Vegetación arbustiva

PENDIENTES DEL TERRENO

Según el Mapa de pendientes elaborado en esta investigación, el relieve se clasifica dentro de seis rangos como se indican en la tabla 17.

Tabla 17:

Pendientes del Terreno

| No. | PENDIENTE % | RELIEVE |
|-----|-------------|----------------------|
| 1 | 0 – 5 | Plano |
| 2 | 5 – 12 | Ligeramente ondulado |
| 3 | 12 – 25 | Ondulado |
| 4 | 25 – 50 | Montañoso |
| 5 | 50 – 70 | Muy montañoso |
| 6 | >70 | Escarpado |

En la figura 27 se presenta el terreno ondulado el mismo que predomina en la microcuenca.



Figura 27: Relieve ondulado

En la figura 28 se presenta el terreno escarpado, en donde se puede apreciar que incluso en este tipo de terreno los usuarios de la microcuenca realizan su faena agropecuaria en el mejor de los casos siguiendo las curvas de nivel para evitar una erosión agresiva.



Figura 28: Relieve escarpado.

En la figura 29 se presenta un cultivo de arveja en terreno plano a simple vista observamos que la plantación es beneficiada por los nutrientes de buena calidad que brinda este tipo de suelos.



Figura 29: Relieve plano.

6.1.4. Uso potencial del suelo

6.1.4.1. Clases agrologicas

En la microcuenca se identificaron las clases agrológicas que se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18

Clases agrológicas

| CLASE | USO | SUPERFICIE ha. |
|--------------|--------------------------|-----------------------|
| II | Cultivos de ciclo corto | 50.34 |
| III | Cultivos perennes | 606.61 |
| IV | Frutales | 50.39 |
| V | Pastos | 4704.92 |
| VII | Protección de recursos | 886.09 |
| VIII | Conservación de recursos | 123.54 |

La figura 30 corresponde al Mapa de clases agroecológicas que se presentan en la Cuenca del río Huaca.

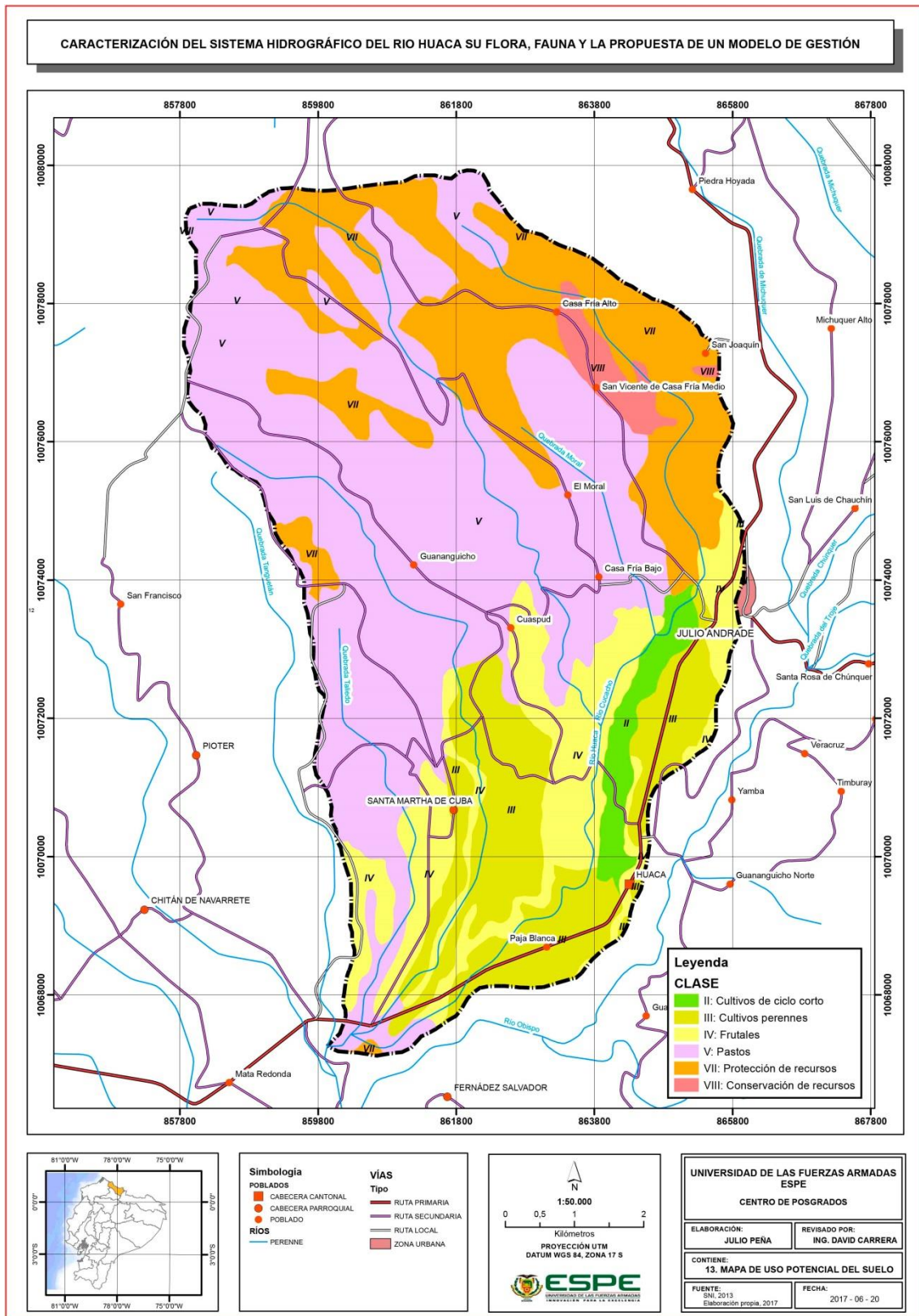


Figura 29: Mapa de uso potencial del suelo

Tabla 19*Uso potencial del suelo de la cuenca del río Huaca*

| CARACTERÍSTICAS | CLASE II | CLASE III | CLASE IV | CLASE V | CLASE VI | CLASE VII |
|----------------------|---|--|---|--|---|--|
| RELIEVE | Moderadamente inclinados a ondulados | Fuertemente inclinados a fuertemente ondulados | Fuertemente inclinados a fuertemente ondulados | Plano, ligeramente plano, casi plano | Similar a la Clase VI o también muy escarpado | Muy escarpada |
| PENDIENTE | 3 al 12% | 12 al 25% | 12 al 25% | < al 3% | > 50% | > 50% |
| EROSIÓN | 0 al 20% del área | Tipo ligero: 0 al 30% del área. Tipo moderados 0 al 10% | Ligera: hasta el 40%. Moderada: hasta el 20%. Severa: hasta el 10% | Sin erosión o muy poco | Ligera: hasta el 100%. Moderada: hasta el 70%. Severa: hasta el 50% | Severa: hasta el 100% |
| PROFUNDIDAD EFECTIVA | Moderadamente profundos a muy profundos | Superficial a muy profundo | Muy superficial a muy profunda | Significativa, muy superficiales | Muy superficiales a muy profundo | Muy superficiales |
| NIVEL DE FERTILIDAD | Moderado, moderadamente alto a alto | Alto a muy bajo | Muy bajo a alto | De muy bajo a alto | Alto a muy bajo | Cualquiera |
| APTITUD | La elección de cultivos transitorios y permanentes no es tan amplia como en la Clase I | Presenta una o varias limitaciones más altas que la Clase II que inciden en la selección de los cultivos | Por la limitación o limitaciones tan severas que pueden ocurrir, la elección de cultivos transitorios y perennes es muy restringida | Está limitado principalmente a pastos, bosques o núcleos de árboles y de vida silvestre | Por las limitaciones tan graves que presentan, su uso se limita principalmente a la vegetación forestal y en áreas de pendientes menos abruptas a potreros con muy cuidadoso manejo | Conservación de la cuenca hidrográfica y de la vida silvestre. |
| MANEJO | Prácticas de manejo más que en la clase I, aunque fáciles de aplicar. En ocasiones es necesario establecer drenajes, prevenir y controlar la erosión más cuidadosamente | Requiere prácticas de manejo y conservación de aplicación rigurosa: control de erosión y manejo de agua, drenajes, fertilización, recuperación de áreas salinas o salino sódicas | Requieren prácticas de manejo y conservación más rigurosas y algo difíciles de aplicar | Las limitaciones de esta clase son de tal severidad que no es práctica la habilitación de estos suelos | Se requiere un manejo extremadamente cuidadoso, especialmente en relación con la conservación de las cuencas hidrográficas | Ninguno |

Para el análisis de Conflictos de Uso de Suelo en la Micro Cuenca del río Huaca, se presentan los resultados en la figura 31

6.1.4.2. Análisis de conflictos de uso del suelo en la cuenca del río

6.1.4.3.o Huaca

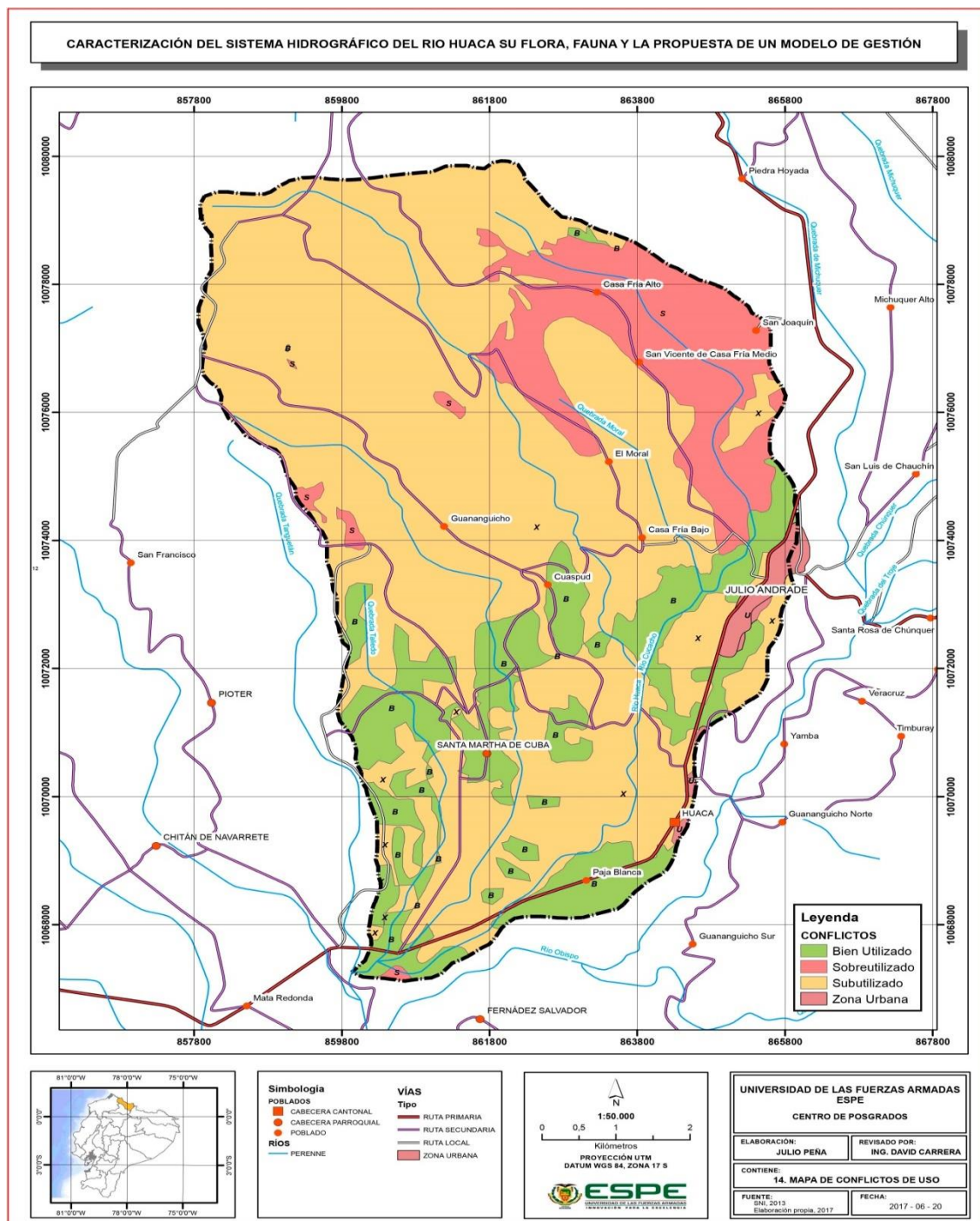


Figura 30 . Mapa de Conflictos de Uso de Suelo Micro Cuenca del rio Huaca.

Tabla 20
Nivel de uso/aptitud de los suelos

| | | USO AGRICOLA Y BOSQUES | | |
|---------|----------|------------------------|----------------|--------------|
| | | Cultivos | Pastos | Bosques |
| APTITUD | Cultivos | ADECUADO | SUBUTILIZADO | SUBUTILIZADO |
| | Pastos | SOBREUTILIZADO | ADECUADO | SUBUTILIZADO |
| | Bosques | SOBREUTILIZADO | SOBREUTILIZADO | ADECUADO |

6.1.4.4. Uso Adecuado

Se determina cuando el uso actual y la aptitud de los suelos coinciden, y que en la matriz de la tabla 20, está representado por la diagonal de la misma. Corresponde a áreas donde el uso actual está acorde con la vocación natural del suelo, garantizando la sustentabilidad del recurso.

En el uso adecuado coinciden las diferentes prácticas de manejo y protección propuestas en las unidades de manejo con las que en la actualidad los productores realizan para manejar sus cultivos, esto condicionado a las diferentes aptitudes y limitantes físico químicas que presentan las unidades de suelo. Sin embargo, el manejo de los recursos naturales, como el caso del agua, no es el más adecuado en esta área, principalmente por la intervención de las franjas de protección de la microcuenca y la contaminación del agua del río Huaca.

6.1.4.5. Sobreutilizado

Corresponde a las clases de uso actual con las cuales la aptitud del suelo está siendo aprovechada en forma más intensiva que la que puede soportar por sus características biofísicas; el uso es inadecuado, por consiguiente, en estas áreas con las prácticas actuales

se propicia a la destrucción del recurso y se acelera la erosión de los suelos. Son áreas donde el uso actual sobrepasa la capacidad de uso del suelo, provocando una degradación acelerada del suelo.

6.1.4.6.Subutilizado

Se caracteriza por cuanto la aptitud del suelo es utilizada con menor intensidad de la que puede soportar el recurso, lo que determina un bajo aprovechamiento del recurso, que puede no causar el deterioro directo en el área, pero puede propiciar que la presión de uso se transfiera a áreas de sobre utilización del recurso. Son áreas donde el uso actual del suelo no corresponde a su potencialidad natural o tienen un uso menos intensivo que su aptitud por lo que es factible utilizarlas más intensamente.

En algunos sectores coincide esta calificación para áreas que en la actualidad se encuentran con bosque y vegetación arbustiva altamente intervenidos, por lo cual se concluye que son suelos que perfectamente pueden aprovecharse para el desarrollo de prácticas agrosilvopastoriles, de acuerdo a sus características fisicoquímicas y a las condiciones agrológicas para su manejo.

La mayoría de las fincas de la región alta, húmeda y fría del norte del Carchi, ha sido sometida a un uso agropecuario intensivo por décadas, siendo los rubros fundamentales la producción de papa y la producción de leche (pastizales). Desde los años 1970-1980, es común en la región el uso del tractor, arado de discos y rastra, en la preparación de la tierra. Ello se cumple, por lo general, en el sentido de la pendiente, debido a la fuerte y media inclinación del terreno.

6.2.Recursos hídricos

El objetivo general de este estudio es caracterizar el sistema hidrográfico del Río Huaca, su flora, fauna y generar la propuesta de un modelo de gestión. Según este objetivo uno de los puntos importantes es la caracterización de los recursos hídricos de la Microcuenca del Río Huaca.

En la figura 32 se puede observar el proceso de medición del caudal de la microcuenca del río Huaca para la presente investigación.



Figura 31: Cálculo del caudal

Las muestras de agua para los respectivos análisis físicos químicos microbiológicos se tomaron bajo la norma NTE INEN 1105: 1983-12 y de acuerdo a las recomendaciones del TULAS. Estas muestras de agua se entregaron al laboratorio para realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

Los primeros aforos se realizaron en tres sitios que toman el nombre de Río Huaca, su parte media y la parte baja tal como se puede ver en la Tabla 21.

Tabla 21
Aforo rio Huaca.

| DETALLE | COORDENADAS | AREA (m²) | VELOCIDAD CAUDAL (m³) | CAUDAL (m³) | L/S |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|------------|
| Parte alta Rio Huaca | E- 195923 N- 71746 | 0,60 | 0,44 | 0,27 | 270 |
| Parte media Rio Huaca | E- 190448 N- 68507 | 0,71 | 0,47 | 0,33 | 333 |
| Parte baja Rio Huaca | E- 192469 N- 67333 | 0,73 | 0,59 | 0,45 | 450 |

Luego se realizaron aforos en diferentes puntos y en diferentes épocas como se puede observar en la Figura 33 y las tablas 22 y 23.

En la tabla 22 se presenta los aforos que se realizaron en la microcuenca del rio Huaca, se realizaron cuatro veces en diferentes fechas de verano dando caudales diferentes coincidiendo únicamente el de la segunda y tercera fecha para este análisis se sacó los promedios de la parte alta media y baja del rio Huaca dando los resultados siguientes.

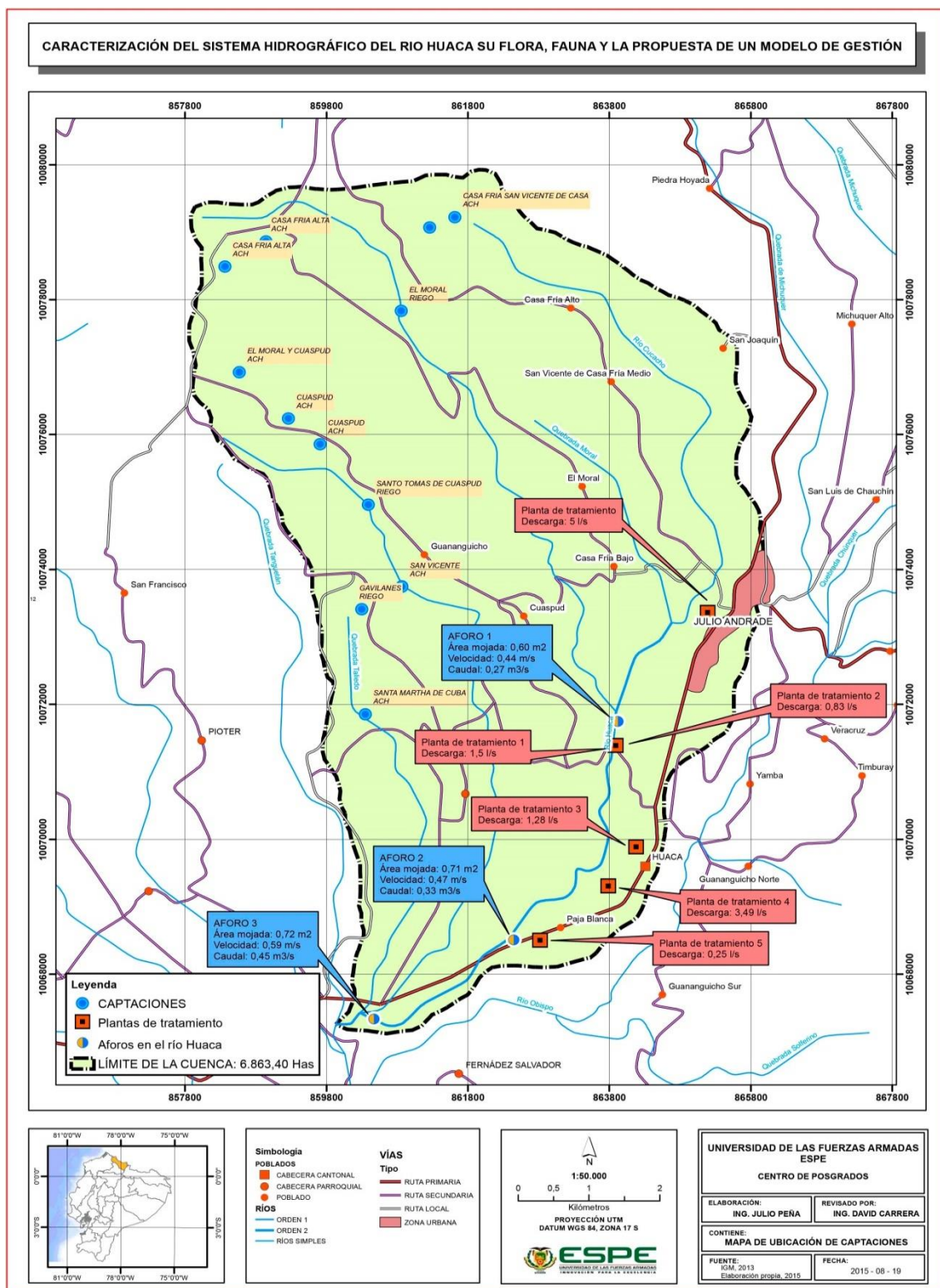


Figura 32 : Ubicación de aforos y captaciones en los diferentes sitios de la Microcuenca

Tabla 22*Aforos tributarios de rio Huaca (tiempo seco o verano)*

| TRIBUTARIO | PARTE | CAUDAL EN m ³ | COORDENADA - E- | COORDENADA - N- | COTA | TIEMPO |
|--------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|------|--------|
| Rio Huaca | Parte alta | 0,297 | 196889 | 76774 | 3018 | Verano |
| Rio Huaca | Parte media | 0,541 | 194444 | 68502 | 2771 | Verano |
| Rio Huaca | Parte baja | 0,73 | 192464 | 67382 | 2751 | Verano |
| Rio Cucacho | parte alta | 0,00546 | 196889 | 76774 | 3017 | Verano |
| Q. Guananguicho | parte media | 0,086 | 195091 | 73861 | 2831 | Verano |
| Rio Huaca | Parte alta | 0,281 | 196889 | 76774 | 3018 | Verano |
| Rio Huaca | Parte media | 0,501 | 194444 | 68502 | 2771 | Verano |
| Rio Huaca | Parte baja | 0,68 | 192464 | 67382 | 2751 | Verano |
| Rio Cucacho | parte alta | 0,00546 | 196889 | 76774 | 3017 | Verano |
| Q. Guananguicho | Cruce de vía | 0,086 | 195091 | 73861 | 2831 | Verano |
| Rio Huaca | Parte alta | 0,281 | 196889 | 76774 | 3018 | Verano |
| Rio Huaca | Parte media | 0,501 | 194444 | 68502 | 2771 | Verano |
| Rio Huaca | Parte baja | 0,68 | 192464 | 67382 | 2751 | Verano |
| Rio Cucacho | Naciente | 0,0028 | 194601 | 78387 | 3196 | Verano |
| Rio Cucacho | parte media | 0,0045 | 196889 | 76774 | 3017 | Verano |
| Q. Guananguicho | Naciente | 0,00012 | 190,952 | 76382 | 3469 | Verano |
| Q. Guananguicho | Cruce de vía | 0,082 | 195091 | 73861 | 2831 | Verano |
| Q, Santo Tomas | Parte alta | 0,0042 | 191881 | 75494 | 3256 | Verano |
| Q, Santo Tomas | Parte baja | 0,039 | 193600 | 68300 | 2735 | Verano |
| Rio Huaca | Parte alta | 0,297 | 196889 | 76774 | 3018 | Verano |
| Rio Huaca | Parte media | 0,667 | 194444 | 68502 | 2771 | Verano |
| Rio Huaca | Parte baja | 2,02 | 192464 | 67382 | 2751 | Verano |

Tabla 23*Aforos de los tributarios del Rio Huaca (tiempo de lluvia)*

| TRIBUTARIO | PARTE | CAUDAL EN m ³ | COORDENADA -E- | COORDENADA -N- | COTA | TIEM PO |
|-----------------|--------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|------|------------|
| Rio Cucacho | Naciente | 0,01 | 194601 | 78387 | 3196 | lluvia |
| Rio Cucacho | parte alta | 0,014 | 196889 | 76774 | 3017 | lluvia |
| Q. Guananguicho | Naciente | 0,0028 | 190,952 | 76382 | 3469 | lluvia |
| Q. Guananguicho | Cruce de vía | 0,449 | 195091 | 73861 | 2831 | lluvia |
| Q, Santo Tomas | Parte alta | 0,00989 | 191881 | 75494 | 3256 | lluvia |
| Q, Santo Tomas | Parte baja | 0,059 | 193600 | 68300 | 2735 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte alta | 1,1 | 196889 | 76774 | 3018 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte media | 1,57 | 194444 | 68502 | 2771 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte baja | 2,64 | 192464 | 67382 | 2751 | lluvia |
| Rio Cucacho | Naciente | 0,015 | 194601 | 78387 | 3196 | lluvia |
| Rio Cucacho | parte alta | 0,031 | 196889 | 76774 | 3017 | lluvia |
| Q. Guananguicho | Naciente | 0,00957 | 190,952 | 76382 | 3469 | lluvia |
| Q. Guananguicho | Cruce de vía | 0,86 | 195091 | 73861 | 2831 | lluvia |
| Q, Santo Tomas | naciente | 0,012 | 191881 | 75494 | 3256 | lluvia |
| Q, Santo Tomas | Parte baja | 0,28 | 193600 | 68300 | 2735 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte alta | 1,54 | 196889 | 76774 | 3018 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte media | 2,08 | 194444 | 68502 | 2771 | lluvia |
| Rio Huaca | Parte baja | 2,71 | 192464 | 67382 | 2751 | lluvia |

Los aforos anteriores corresponden a los tributarios del río Huaca a la parte alta media y baja del río Huaca, Si comparamos el caudal total del tiempo de verano con el caudal total del tiempo de invierno nos podemos dar cuenta que en verano disminuye el caudal a un 31.95% por lo que se debe tomar medidas para poder ahorrar agua en tiempo de invierno para la temporada de verano que muchas veces se extienden más de lo previsto.

La Tabla 24 corresponde a las diferentes captaciones tanto de agua potable como de riego que corresponden a las diferentes comunidades de la microcuenca. (CH = consumo humano).

Tabla 24

Aforos de captaciones para consumo humano - riego

| NOMBRE DEL SISTEMA | USO | COORDENADAS -E- | COORDENADAS -N- | COTA | CAUDAL |
|---------------------------|------------|------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| Casa Fría Alta | CH | 858947,192 | 10078863,818 | 3493.00 | 1,23 |
| Casa Fría Alta | CH | 858363,871 | 10078490,873 | 3536.00 | 1,14 |
| San Vicente de Casa Fría | CH | 861618,587 | 10079227,417 | 3310.00 | 1,81 |
| San Vicente de Casa Fría | CH | 861262,886 | 10079070,957 | 3333.00 | 1,83 |
| El Moral y Cuaspud | CH | 858570,610 | 10076927,313 | 3481.00 | 2,65 |
| Cuaspud | CH | 859264,935 | 10076238,480 | 3394.00 | 2,60 |
| Cuaspud | | 859711,294 | 10075859,437 | 3313.00 | 2,65 |
| Sto. Tomas de Cuaspud | Riego | 858947,192 | 10078863,818 | 3186.00 | 19,80 |
| San Vicente | CH | 858363,871 | 10078490,873 | 2998.00 | 1,04 |
| Gavilanes | | 860299,2525 | 10073410,44 | 3049.00 | 2,00 |
| Santa Martha de Cuba | CH | 857822,6784 | 10076065,92 | 3535.00 | 2,18 |
| El Moral | Riego | 860859,1969 | 10077836,32 | 3312.00 | 4,67 |

En la tabla 24 se presenta los aforo y usos que se da a el agua provenientes de la Microcuenca del río Huaca son diez sitios de captación 8 sistemas son para consumo humano con un caudal de 19.13 l/s y dos sistemas son para riego con un caudal de 24.47 l/s. Hay que anotar que en la parte alta de la microcuenca de donde vienen los afluentes del río Huaca, como el río Cucacho la quebrada Santo Tomas y la quebrada Guananguicho

ya se siente escases del agua por lo que las autoridades se han visto en la necesidad de realizar grandes esfuerzos económicos para traer agua desde la Cordillera Oriental provocando problemas entre los moradores de Sucumbíos y los moradores de la provincia del Carchi.

Los análisis de agua se realizaron en dos laboratorios en el laboratorio de la planta de tratamiento de empresa municipal de agua potable y alcantarillado del Municipio de Tulcán y en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi tal como se puede verificar en las tablas anteriores. De acuerdo a los resultados de los análisis que se tabulan, se realiza el siguiente razonamiento:

La toma de muestras se realizó en diferentes épocas del año, las primeras en verano y la segunda toma en época lluviosa, esto se evidencia en el aumento de parámetros entre la primera y segunda toma, principalmente en el aumento de color, turbidez y sólidos totales, ya que la erosión y la escorrentía en invierno aumentan estos parámetros, significativamente. En todo caso los dos parámetros se encuentran en un rango alto y el color fuera de los límites permisibles para agua potable, de riego y para uso pecuario.

El pH se encuentra dentro de los límites permisibles para los tres rangos de uso establecidos.

Las muestras de agua muestran valores bajos de alcalinidad.

La dureza total, se encuentra dentro de los límites, sin que genere mayor inconveniente, en ninguno de los grupos de muestras.

De acuerdo a los resultados de componentes inorgánicos, se registra una baja cantidad en los parámetros medidos, a excepción del hierro, que rebasa los límites superiores del

agua potable y de uso pecuario, no así los límites del agua de riego, con los que si se cumpliría con amplio rango.

Se registra ausencia de sulfatos, lo que muestra baja toxicidad y descarta una ausencia de nitrógeno en el agua.

En cuanto a la medición de DQO, se puede considerar muestras de agua en un amplio rango, desde agua de buena calidad; para las muestras 1 y 3, hasta agua de mala calidad para las muestras 4, 5 y 6. Estos resultados son predecibles, puede inferir ya que las muestras 3, 4, 5 y 6 son tomadas cerca de las áreas urbanas y son puntos de plantas de tratamiento de aguas y directamente de descargas domésticas.

Para los análisis microbiológicos, se observan resultados fuera de parámetros, que se pueden atribuir a las descargas antes mencionadas, además atraviesan por terrenos ganaderos en los que la presencia de animales influye en el aumento de microorganismos.

Tabla 25**Control De Calidad Análisis Físico Químico Y Microbiológico**

| LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO | | | | | | | | | | |
|--|---------|--------------------------|---------------|-----------------|---|-------|-------|-------|--------|-------|
| INFORME O CODIGO.Nº:P.T.A.P 015-015 | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA: RIO HJACA/ SAN PEDRO DE HUACA | | | | | FECHA DE MUESTREO: 01/ SEPTIEMBRE/ 2015 | | | | | |
| SOLICITADO POR: Alcaldía De Cantón De San Pedro De Huaca | | | | | FECHA DE INGRESO LAB: 01/SEPTIEMBRE/ 2015 | | | | | |
| PARAMETRO | UNID AD | LIMITE MAXIMO PERMISIBLE | | | RESULTADOS | | | | | |
| | | AGUA POTABLE | AGUA DE RIEGO | AGUOSO PECUARIO | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| ANALISIS FISICO | | | | | | | | | | |
| COLOR | UTC | 15 | 0-30 | 0-30 | 80 | 40 | 40 | 50 | 40 | 35 |
| PH | | 6.5-85 | 6.9-9.0 | 60-9.0 | 6,98 | 6,76 | 6,96 | 6,9 | 6,84 | 7,27 |
| TEMPERATURA | °C | | ambiente | ambiente | 13 | 13 | 13 | 14 | 12 | 11 |
| TURBIEDAD | NTU | 5 | | | 43,9 | 8,43 | 10,2 | 15 | 7,81 | 4,68 |
| OLOR | - | NO OBJET | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SABOR | - | NO OBJET | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SOLIDOS TOT. DISLUETOS | mg/l | 1000 | 3000 | 3000 | 230 | 237 | 195 | 132 | 193 | 131 |
| CONDUCTIVIDAD | Us/cm | 1250 | - | - | - | - | - | - | 167,7 | 94,1 |
| INDICE DE LANGELIFER | - | 2°(m/a) | - | - | 1,976 | 2,026 | 1,928 | 2,01 | -1,958 | -1,87 |
| ANÁLISIS QUÍMICO | | | | | | | | | | |
| ALCALINIDAD(Ca CO3) | mg/l | (370)* | 150 | - | 74,02 | 94,58 | 110 | 67,85 | 86,35 | 62,71 |
| ANHD,CARCON.(CO2) | mg/l | (5)* | -- | - | 18,25 | 17,44 | 20,28 | 13,39 | 24,34 | 19,88 |
| AMONIACO | mg/l | 1 | - | - | 1,78 | 0,5 | 0,33 | 0,95 | 1,54 | 0,15 |
| ARSENICO(As) | mg/l | 0,01 | 0,1 | 0,2 | 0,03 | 0,005 | 0,01 | 0,015 | 0,01 | 0,005 |
| Calcio(Ca) | mg/l | (75-200) | - | - | 7,35 | 8,51 | 10,45 | 7,74 | 9,29 | 5,8 |
| CLORUROS(Cl) | mg/l | 250* | 4 | - | 13,33 | 14,02 | 14,24 | 11,26 | 13,54 | 10,57 |
| CLORO RESIDUAL | mg/l | 03 ^a 15 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COBRE (Cu) | mg/l | 2 | 2 | 0,5 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,02 |
| DUREZA TOTAL | mg/l | 300* | 300 | 300 | 36,69 | 42,48 | 56,08 | 32,82 | 40,55 | 28 |
| DUREZA CALOICA(CaCO3) | mg/l | 150-300* | 300 | 300 | 18,35 | 21,24 | 26,06 | 19,31 | 23,17 | 14,48 |
| FOSFORO(PO4) | mg/l | 0,1 | 10 | 0,1 | 2,86 | 1,62 | 1,54 | 1,26 | 2,23 | 0,62 |
| HIERRO(Fe) | mg/l | 0,3 | 5 | 1 | 1,21 | 1,26 | 1,6 | 1,16 | 1,45 | 1 |
| MAGNESIO(Ma) | mg/l | (50-150) | - | - | 4,45 | 5,16 | 7,04 | 3,28 | 4,22 | 3,28 |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|---|---|------|------|------|------|------|------|
| NITRATOS(NOS) | mg/l | 0-3 | - | 1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,00 |
| POTASIO | mg/l | 20 | - | - | 4,7 | 5,6 | 6,9 | 4,2 | 6,1 | 3,5 |
| SULFATOS(SO4) | mg/l | 200 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *VALOR QUE NO EXIGE LA NORMA ACTUAL INEN 1108-2011), PERO POR SEGURIDAD REPORTAMOS | | | | | | | | | | |
| NOTA: Análisis realizado en base de la metodología De los métodos normalizados para el análisis de agua y residuales | | | | | | | | | | |
| APHA-AWWA-WPCEE, EDICION N 17 Norma Técnica Ecuatoriana INEN I 108:2006, INEN 1108-2011 | | | | | | | | | | |

| ANALISIS MICROBIOLÓGICO | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|--------------------------|------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PARAMETRO | UNIDAD | LIMITE MAXIMO PERMISIBLE | | METODOS DE ANALISIS | RESULTADOS | | | | | |
| | | AGUA POTABLE | AGUOS O PECUARIO | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| AEROBIO MESOFILOS | UFC/ml | 100 | - | PETRIFIL | MNC | 640 | 600 | MNC | 560 | 480 |
| COLIFORMES TOTALES | MM/100ml | <11 | <500 | COLILERT | >2419 .6 | >2419 .7 | >2419 .8 | >2419 .9 | >2419 10 | >2419 11 |
| COLIFORMES FECALES | MMP/100ml | <11 | <1000 | COLILERT | >2419 .6 | >2419 .7 | >2419 .8 | >2419 .9 | >2419 10 | 488.4 |
| MOHOS Y LEVADURAS | UFC/ml | <10 | - | PETRIFILM | 27 | 3 | 2 | 18 | 3 | 19 |

Tabla 26

Informe de parámetros fisicoquímicos.

| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI | | | | |
|---|-------|-------------|--------|--|
| Laboratorios UPEC | | | | |
| Informe de parámetros fisicoquímicos | | | | |
| Fecha de muestreo: 17 de marzo de 2016 | | | | |
| Procedencia: Microcuenca del río Huaca | | | | |
| Fecha de ingreso: 17 de marzo de 2016 | | | | |
| Solicitado por: Ing. Julio Peña | | | | |
| Código | HORA | COORDENADAS | ALTURA | OBSERVACIONES |
| IPIMCRH 001 | 9:20 | E196891 | 3034 | Río Cucacho |
| IPIMCRH 002 | 9:30 | E196893 | 3034 | Afluente Del Río Cucacho |
| IPIMCRH 003 | 10:22 | E195077 | 2878 | Quebrada Guananguicho |
| IPIMCRH 004 | 10:45 | E197387 | 2900 | Puente Río Cucacho |
| IPIMCRH 005 | 11:08 | E196739 | 2851 | Río Cucacho- Después De La Descarga De Julio Andrade |
| IPIMCRH 006 | 11:38 | E195914 | 2834 | Río Cucacho mas Guananguicho |
| IPIMCRH 007 | 12:16 | E192455 | 2757 | Parte Baja Microcuenca Río Huaca |

Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados

| PARAMETRO | UNIDAD | AGUA POTABLE | AGUA DE RIEGO | AGUA DE USO PECUARIO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|--------------------|-----------------|---------------|----------------------|----------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|-----------|
| TEMPERATURA | °C | | AMBIENTE | AMBIENTE | 12 | 11 | 11 | 12 | 14 | 13 | 14 |
| PH | PH | 6,5-8,5 | 6 a 9 | 6 a 9 | 6,14 | 6,36 | 6,93 | 7,11 | 7,2 | 7,23 | 7,28 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | US/cm ² | 1250 | - | - | 90,8 | 114,6 | 73,8 | 111,3 | 201 | 151,8 | 241 |
| COLOR | UTC | 15 | 0-30 | 0-30 | 125 | 142 | 90 | 123 | 353 | 145 | 226 |
| TURBIDEZ | NTU | 5 | - | - | 9,01 | 6,11 | 4,12 | 5,72 | 30,1 | 10,4 | 23,1 |
| SOLIDOS TOTALES | mg/ml | - | - | - | 930 | 1040 | 670 | 960 | 1450 | 1160 | 2010 |
| DUREZA TOTAL | mg/ml | 300 | 300 | 300 | 35,6 | 55,18 | 35,6 | 42,72 | 44,5 | 40,94 | 89 |
| DQO CALCIO | mg/ml mg/ml | - (75 - 200) | - - | - - | 2 1,2 | 7,6 3,25 | 1,7 2,3 | 1,8 2,4 | 40,8 3,65 | 58,4 2,5 | 57 3,3 |
| COBRE | mg/ml | 2 | 2 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | 0,2 |
| POTASIO | mg/ml | 20 | - | - | 5,4 | 6,25 | 2,05 | 6 | 7,7 | 5,95 | 6,8 |
| ZINC | mg/ml | 5 | 2 | - | 0 | 0,1 | 0,15 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| MAGNESIO | mg/ml | (50 - 150) | - | - | 5,5 | 5,5 | 5,35 | 5,8 | 5,5 | 5,75 | 7,3 |
| Fuente: NTE INEN 1108 -2011 Norma de calidad ambiental y de descarga de afluentes: recurso agua | | | | | | | | | | | |
| E COLI | UFC/ml | | | | 12 | 7 | 4 | 10 | incontable | incontable | 16 |

De los resultados obtenidos se puede decir que:

Exceptuando el color y la turbidez, las muestras de agua se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas de riego y uso agropecuario.

En cuanto al parámetro DQO, se puede observar que las muestras de agua se pueden clasificar desde, buena calidad hasta contaminadas.

Con respecto al análisis microbiológico, se puede observar presencia de microorganismos, principalmente *E. Coli*, y entero bacterias, en los puntos de muestreo donde existen descargas municipales.

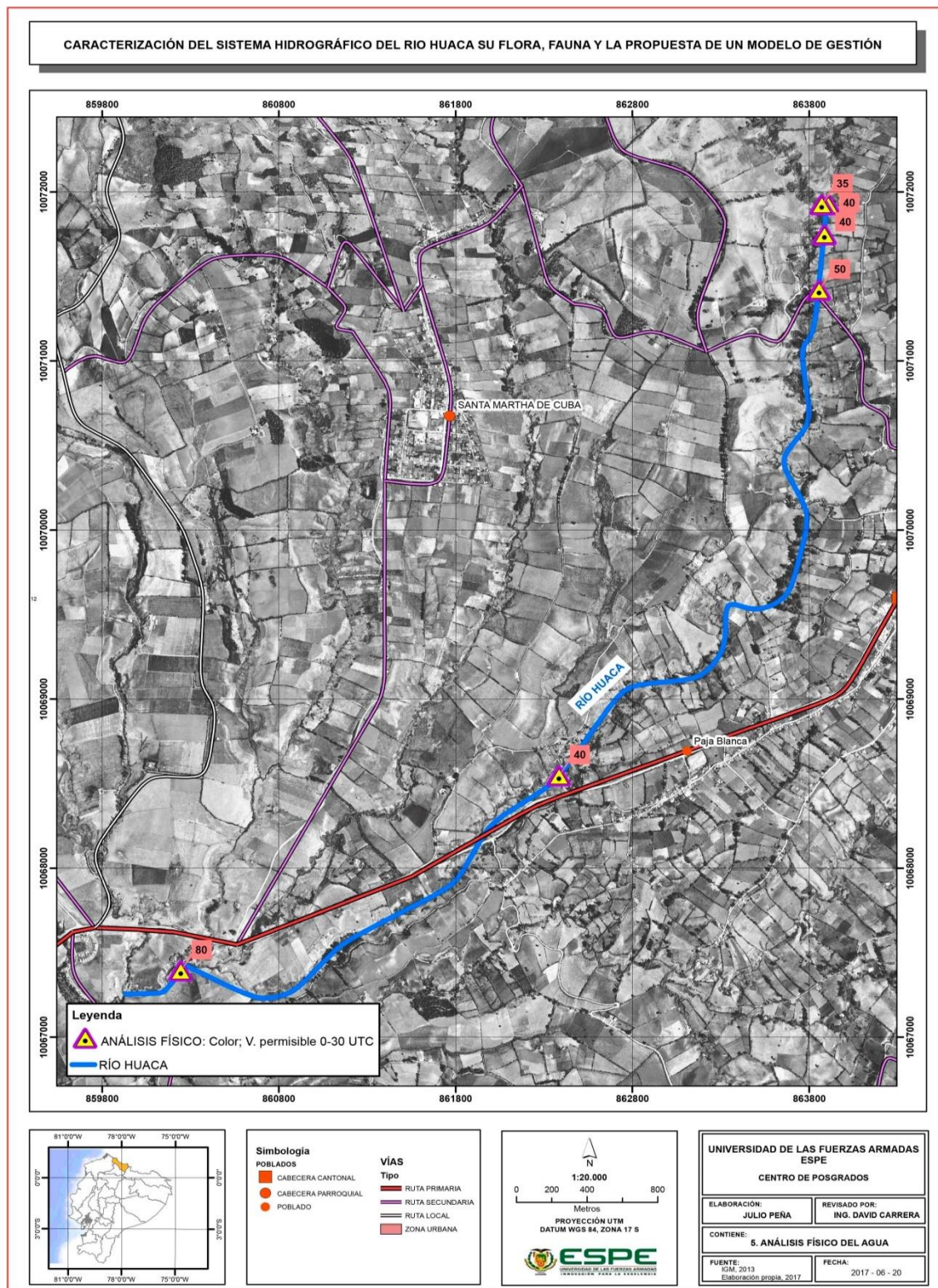


Figura 33 : Análisis físico del agua

En la figura 35 se presenta el sitio donde se midieron los diferentes caudales tanto de captaciones para consumo humano, riego y también las plantas de tratamiento que contaminan el río Huaca, observando los sitios de captación si nos trasladamos al mapa de uso de suelos nos podemos dar cuenta que las captaciones ya se encuentran desprotegidas siendo esta la causa para la disminución de caudales en el área de estudio.

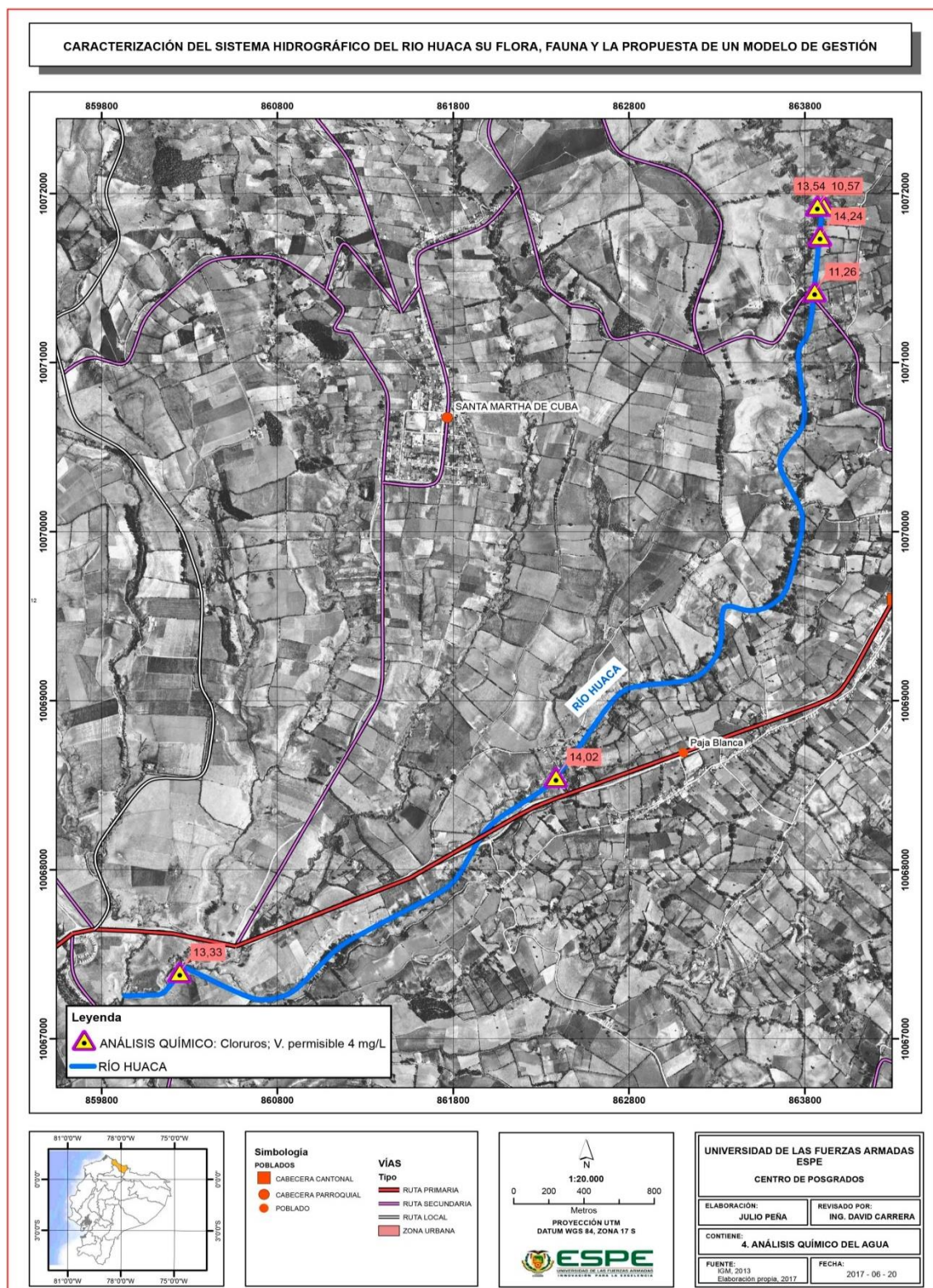


Figura 34: Análisis químico del agua

En los recorridos que se realizó por la microcuenca, se puede documentar que en el área de estudio existe descuido por parte de los moradores, transeúntes y autoridades, el río Huaca se contamina con aguas residuales de la Parroquia Julio Andrade con una descarga de 5 litros por segundo y de cinco descargas del cantón Huaca de 7,35 litros por segundo se trata de plantas abandonadas que más bien son focos de infección así se puede ver en el mapa (figura 36) de plantas de tratamiento prácticamente abandonadas.

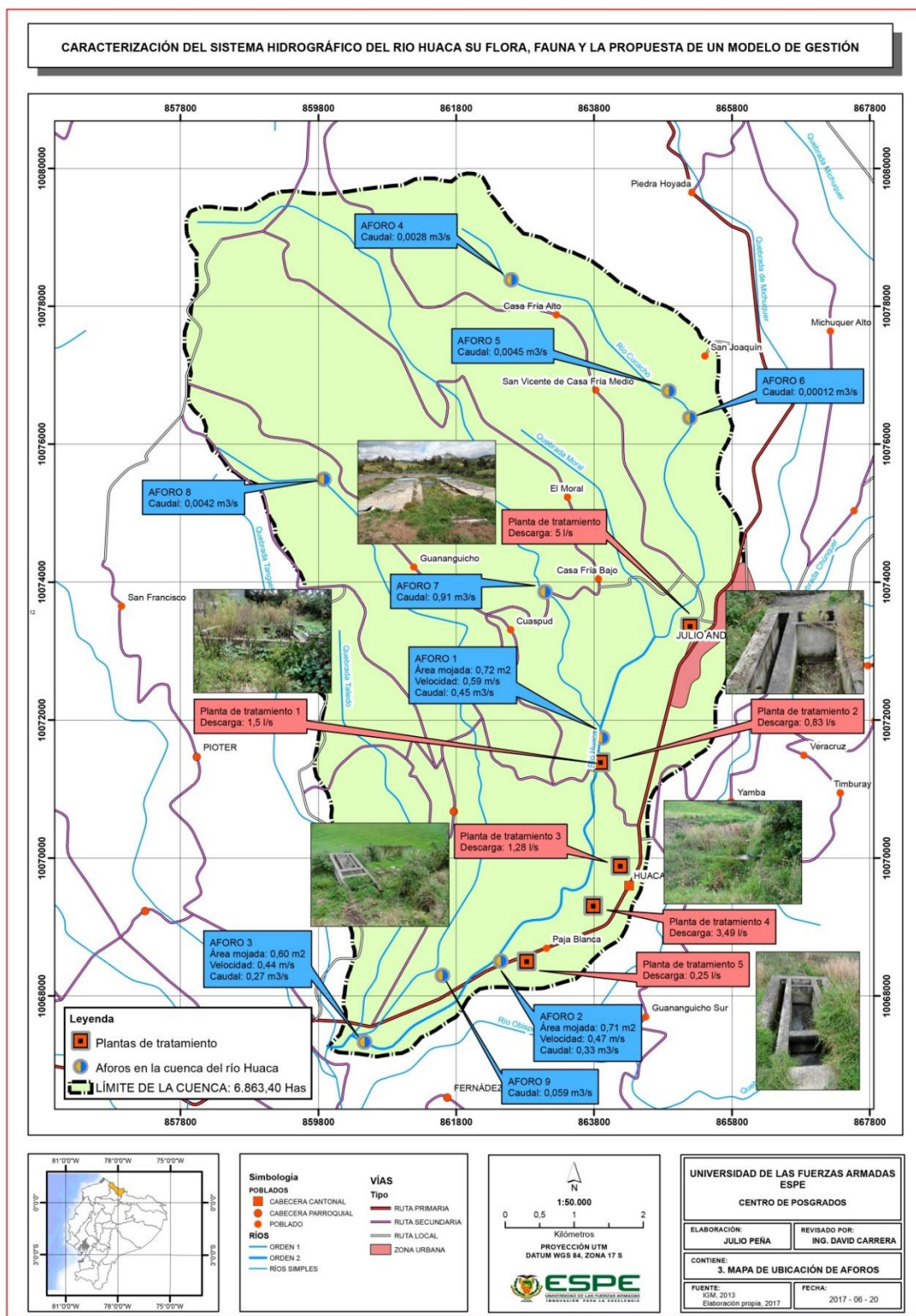


Figura 35 Mapa de ubicación de aforos plantas de aguas servidas y captaciones

La ciudad de Huaca cuenta con sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y combinado, construidos por el IEOS en el año 1972, y ampliado por varias ocasiones por el Municipio de Tulcán y la Municipalidad de Huaca.

Se distinguen catorce sectores en toda el área urbana, cinco descargan directamente a los drenajes naturales que confluyen en el río Huaca, tres al río Obispo y seis a una zanja al que se suma el sistema de Julio Andrade- que confluyen al río Obispo.

En el año 2005, en base al Convenio suscrito entre la Asociación de Municipalidades del Ecuador y el Municipio de Huaca, se ejecutó el Estudio denominado “Diseños de Colectores y Tratamiento de las Aguas Servidas de Huaca”, para recolectar las descargas existentes y la proveniente de la parroquia Julio Andrade, para su posterior tratamiento.

En el año 2007, se contrata el estudio “Estudios y Diseños para el mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la ciudad de Huaca”, se propone construir estructuras para separar los caudales sanitarios de los pluviales, que permitirán transportar hacia las plantas de tratamiento los caudales sanitarios y descargar a los cauces naturales las aguas lluvias.

El área de cobertura física de las redes de recolección del sistema de alcantarillado existente es de 229,57 hectáreas, el área del proyecto sin cobertura de alcantarillado sanitario es de 53,21 ha, que representa el 18,87% del área urbana del proyecto, el área total es 282,88 ha.

Lo descrito se refleja en el resultado de los análisis donde indica que el agua del río Huaca solo sirve para riego e incluso hay que indicar que solamente es apropiada para determinados cultivos, no es apta para abrevaderos ya que el ganado se enferma y muere, mucho menos para consumo humano, las fotografías que se muestran dan una idea que en el área de estudio no solo son las descargas las que contaminan el medio, también son las

personas que no colaboran sea por descuido o por desconocimiento, lo que hace necesario la sociabilización de este estudio para hacer llegar el mensaje de lo que se debe y no debe de hacer en una microcuenca indicándoles todos los problemas que enfrenta la microcuenca del río Huaca. En la figura 38 se presenta una imagen de esta problemática.



Figura 36 : Problemas de la microcuenca (contaminación)

Tabla 27

Conocimiento de la comunidad acerca de la gestión de la microcuenca

| ¿Sabe que es Una Cuenca Hidrográfica? | | Alguna institución realiza actividades de gestión de la microcuenca? | | | |
|--|------|---|------------------------------------|--------------------------------|------|
| | | Reuniones periódicas | Planificación participativa | Administración conjunta | |
| Si (%) | 45,0 | 32,4 | 19,1 | 13,7 | 4,2 |
| No (%) | 55,0 | 67,6 | 80,9 | 86,3 | 95,8 |

La aplicación del instrumento estadístico dio como resultado que la mayoría de personas residentes en la microcuenca del Río Huaca tiene como principal actividad la Agricultura, en donde se pudo identificar la falta de atención en el tema organizativo

referente al manejo y cuidado ambiental, donde los encuestados manifiestan su interés en participar en actividades que estén orientadas al mejoramiento de las condiciones de la microcuenca del Río Huaca, por lo cual se hace indispensable conformar una estructura que garantice la participación público - privada en la gestión integral de la microcuenca.

Tabla 28

Ocupación de los pobladores según encuesta

| OCUPACIÓN | % |
|---------------------------|------|
| Agricultor/Propietario | 36,2 |
| Empleado | 16,2 |
| Jubilado/Pensionado | 4,1 |
| comerciante/Independiente | 5,5 |
| Ama de casa | 26,2 |
| Estudiante | 8,1 |
| Desempleado | 3,7 |

Tabla 29

Edad y género de la población encuestada

| GENERO | % | EDAD | (años) |
|-----------|------|----------|--------|
| Femenino | 36,7 | Promedio | 43,2 |
| Masculino | 63,3 | DesvEst | 15,3 |
| | | Mínimo | 17 |
| | | Máximo | 78 |

Es de resaltar la intención de los encuestados en la colaboración sea en especie o en efectivo para cubrir eventuales costos ambientales que se derivasen de la implementación de un modelo de gestión que garantice el manejo y conservación de los recursos. Un análisis pormenorizado del instrumento aplicado lo podemos encontrar en el anexo Nro.

1. Resultados de la Encuesta aplicada a los usuarios de la Microcuenca del Río Huaca.

Tabla 30

Actuación del comité interinstitucional de gestión de la microcuenca

| Actuación | % |
|---|------|
| Solamente en las cuestiones ambientales | 25,8 |
| En cuestiones ambientales y también en aspectos sociales y de infraestructura comunitaria | 74,2 |

Referente a la disposición de la población en participar de gestión de la microcuenca la encuesta reveló un resultado alentador tal y como se ve en la Tabla 31 y 32.

Tabla 31

Disposición de la población en participar en la gestión de la microcuenca

| ¿Estaría dispuesto a participar en la gestión de la microcuenca? | |
|---|------|
| SI (%) | 94,5 |
| NO (%) | 5,5 |

Tabla 32

Actividades para la gestión

| Principales actividades en cuales de ellas pudiera colaborar | % |
|---|----------|
| Participando en mingas comunitarias | 57,7 |
| Forestando | 26,8 |
| Incentivando a vecinos para evitar la contaminación | 15,5 |

Los resultados obtenidos de la encuesta en lo que se refiere a la forma en que la comunidad está dispuesta a participar se resumen en la tabla 33.

Tabla 33

Formas de participación en la gestión

| Pagos por aquellos usuarios que hagan MAL USO | % | Estaría Ud. dispuesto a dar una contribución mínima en forma de | % | Si su aporte es en forma periódica, debería ser: | % |
|--|----------|--|----------|---|----------|
| SI | 97,1 | Mano de obra | 84,1 | Anual | 57,7 |
| NO | 2,9 | Materiales | 7,8 | Mensual | 26,8 |
| | | Dinero | 8,1 | Semanal | 15,5 |

Dentro del diagnóstico y la búsqueda de soluciones a los problemas de la cuenca hidrográfica del río Huaca, mediante encuesta se buscó conocer si la población está al tanto de todas las variantes de la problemática ambiental que están afectando a las aguas y suelo de la microcuenca.

En cuanto a sí consideran que hay fuentes de contaminación del agua de las quebradas en la microcuenca del río Huaca la población encuestada respondió de la siguiente manera

Tabla 34

Fuentes de contaminación de agua según encuesta

| ¿Hay fuentes de contaminación del agua de las quebradas en la microcuenca | | Aguas residuales | Químicos | Plásticos |
|--|------|-------------------------|-----------------|------------------|
| SI (%) | 98,5 | 69,9 | 65,8 | 59,3 |
| NO (%) | 1,5 | 30,1 | 34,2 | 40,7 |

Las medidas que deberían implementarse para neutralizar las fuentes de contaminación y recuperar la calidad del agua se encuentran en la tabla 35.

Tabla 35

Medidas a implementar

| Las medidas para recuperar la calidad del agua deberían ser | % | Que debería hacerse para aumentar las pequeñas fuentes de agua limpia y los volúmenes de agua que producen: | % |
|--|----------|--|----------|
| Plantas de tratamiento | 48,5 | forestar con plantas nativas | 67,4 |
| Charlas de capacitación | 34,7 | no quemar bosques | 13,5 |
| Mingas para descontaminación | 15,0 | protección de páramos | 13,1 |
| Señaléticas | 1,8 | linderos con plantas nativas | 2,6 |
| Otras | | división de potreros con plantas | 3,3 |

Establecimiento de normas, ajustadas a la Constitución y las leyes, que fomenten el rescate de las aguas y la recuperación de su calidad.

Tabla 36*Establecimiento de normas para rescate de aguas (resultados encuesta)*

| Normas que fomenten el rescate de las aguas | | Trabajo comunitario | Reposición del daño | Multas |
|--|------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| SI (%) | 96,3 | 65,2 | 22,8 | 36,6 |
| NO (%) | 3,7 | 34,8 | 77,2 | 63,4 |

Referente a la educación ambiental y la implementación de jornadas de capacitación la población opinó de la forma establecida en la Tabla 37.

Tabla 37*Educación ambiental y jornadas de capacitación*

| ¿Considera Ud. que la educación ambiental debería impartirse a través de jornadas de capacitación? | | A toda la comunidad | Solo a los niños en las escuelas |
|---|------|----------------------------|---|
| SI (%) | 97,8 | 92,5 | 86,9 |
| NO (%) | 2,2 | 7,5 | 13,1 |

En el tema de los viveros comunitarios según la encuesta los resultados son los que se presentan en la tabla 38.

Tabla 38*Viveros comunitarios y disposición de la población en su implementación*

| De haber viveros comunitarios para contribuir a rescatar las aguas de la microcuenca, ¿Qué especies vegetales recomendaría Ud.? | % | ¿Estaría Ud. dispuesto a establecer un pequeño vivero en su casa o finca? | ¿Plantaría Ud. árboles en sus terrenos? |
|--|----------|--|--|
| Pumamaque | 52,1 | SI (%) | 74,7 |
| Aliso | 29,2 | NO (%) | 25,3 |
| Albarracín | 9,4 | | |
| Acacia | 7,1 | | |
| Otro | 2,2 | | |

6.3. Recurso flora

Para identificar y registrar las especies tanto cultivadas como nativas se recorrió la zona, desde la posición más alta a la más baja, sobre los cultivos comerciales existentes, como en huertos familiares.

El inventario de la biodiversidad vegetal asociada (flora silvestre) se realizó con apoyo de un mapa topográfico El inventario botánico se realizó mediante trochas perpendiculares al curso del río, desde el límite bosque-pastizal hasta las márgenes del río. La identificación de las especies se realizó por comparación con especímenes de consultas bibliográficas.

El área de estudio está dedicada a rubros agrícolas comerciales: papa, habas, arvejas, y chocho, y a la ganadería de leche (excepto en fincas menores de 2 ha). Por lo general, los suelos son cultivados por períodos de 4 años se alternan con 6-7 años de pastizales

6.3.1. Biodiversidad planificada.

Se identificaron 46 especies vegetales cultivadas en las fincas y huertos familiares visitados, las cuales fueron agrupadas según su naturaleza y utilidad.

Una alta proporción son especies nativas y las introducidas han mostrado buena adaptación al medio alto-andino. Diez de las especies identificadas y registradas (incluyendo nativas e introducidas) se utilizan como bebida aromática, condimento o producto terapéutico. De seis frutales, todos adaptados a los rigores de la alta montaña,

dos son cultivados a escala comercial, tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y uvilla (*Physalis peruviana*), dos a escala familiar, taxo (*Passiflora mixta*) y reina claudia (*Prunus sp.*) y dos se aprovechan en sus formas silvestres, chilacuán (*Vasconcellea pubescens*) y mortiño (*Vaccinium floribundum*), todos con alto valor potencial para múltiples usos industriales.

Tres rubros introducidos (avena, cebada y trigo) constituyen el grupo de cereales, siendo la cebada uno de los ocho cultivos más importantes en Ecuador, y el maíz blanco de altura, un rubro nativo de consumo masivo en los países andinos; las otras especies, quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) poseen demanda creciente en el mercado nacional e internacional y podrían ser cultivos orgánicos de alto valor; incluso, la quinua posee características y potencial para convertirse en uno de los próximos mega alimentos de la humanidad (Bhargava & Srivastava, 2013)

Del grupo de leguminosas, existe un potencial por desarrollar el cultivo nativo de lupino o chocho, sin embargo, su cultivo ocupa una fracción muy reducida de los suelos alto-andinos en comparación con la ganadería de leche y la papa

El grupo de tubérculos incluye la papa, melloco y oca, comunes en la dieta diaria de la sierra ecuatoriana y con potencialidad aun por desarrollar, especialmente como cultivos orgánicos.

La máxima agro diversidad se contabilizó en un huerto familiar de sólo 2000 m². A 2750 m de altitud, sobre ladera de 10 % de pendiente y horizonte A1 de 180 cm de profundidad, con 62 especies cultivadas, 15 de ellas de uso terapéutico.

Las plantas aromáticas y de uso terapéutico son de particular proyección económica en Ecuador.

Es importante implementar fincas integrales para impulsar la agricultura multifuncional, lo cual hará de los agricultores custodios de la biodiversidad.

Tabla 39

Especies registradas en huertos familiares y pequeñas fincas en el cantón Huaca, Carchi.

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|----------------|---|------------------------|
| Onagrácea | <i>Fuehsia boliviana cerniere</i> | Zarcillejo |
| Solanácea | <i>Brugmansia aurea lagerth persoon</i> | Floripondio |
| Orquidácea | <i>Cerca de 600 especies en Carchi(*)</i> | Orquídeas |
| Bromeliácea | <i>77 especies en Carchi</i> | Brómelias |
| Lamiaceae | <i>Mentha piperita L</i> | Menta |
| Lamiaceae | <i>Mentha suaveolens Ehrth</i> | Timo |
| Lamiaceae | <i>Origamun vulgare L</i> | Orégano |
| Lamiaceae | <i>Rosmarimus officinalisL.</i> | Romero |
| Piperaceae | <i>Piper adumciam L</i> | Matico |
| Lamiaceae | <i>Lypia citriodora</i> | Yerbabuena |
| Piperaceae | <i>Peperomia galioides kunth</i> | Congona |
| Asteraceae | <i>Caléndula officinalis L</i> | Ajenjo |
| Rutaceae | <i>Ruta graveolens L.</i> | Caléndula |
| Solanácea | <i>Solanum betaceuan cab.</i> | Tomate de Arbol |
| Solanácea | <i>Physalis peruviana L</i> | Uvilla o chunchuvia |
| Rosaceae | <i>Prunus sp.</i> | Ciruela, Reina claudia |
| Passifloraceae | <i>Passifora mixta L.F.</i> | Taxo |
| Carisaceae | <i>Vasconcellea pubescens A.</i> | Chilacuan |
| Aricaceae | <i>Vaccintum floribundum kunth</i> | Mortiño |
| Paceae | <i>Avena sativa L</i> | Avena |
| Poaceae | <i>Zea Maiz Vell</i> | Maiz de altura |
| Poaceae | <i>Hordeum Vulgare L</i> | Cebada |
| Amaranthaceae | <i>Chenopodium Quinoa Willd</i> | Quinua |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus Caudatus L</i> | Amaranto |
| | <i>A Quitensis Kunth</i> | Ataco |
| | <i>A Hibridus L.</i> | Sangorache |
| Lamiaceae | <i>Salvia Hispanica L.</i> | Chia |
| Poaceae | <i>Trticum Sativiam Lam</i> | Trigo |
| Fabaceae | <i>Lupinus Mutabilis Lindl</i> | Lupino o chocho |
| Fabaceae | <i>Pisum Sativum L.</i> | Arvejas |
| Fabaceae | <i>Vicia Faba L</i> | Habas |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis tuberosa molina</i> | Oca |
| Fabaceae | <i>Acacia Melanoxylon R.Br</i> | Acacia Negra |
| Fabaceae | <i>Acacia Purpura Bolle</i> | Acacia Morada |
| Junglandaceae | <i>Junglans Neotropica Diels</i> | Nogal |
| Betulaceae | <i>Alnus Acuminata Kunth (De Sudamerica)</i> | |
| | <i>Almus Jorullensis Kunth (De Centroamerica)</i> | |
| Fabaceae | <i>Genista Onspessulana (L.) L.A.S.Johnson</i> | Retamo, Liso |
| Bignoniaceae | <i>Tecoma Stands (L) Juss. Ex Kunth</i> | Cholan |
| Meliaceae | <i>Cedrela Montana</i> | Cedro |
| | <i>Moritz Ex Turcs</i> | |
| Myrtaceae | <i>Eucaliptus Globulus Labill</i> | Eucalipto |
| Rosaceae | <i>Polyleps Sp</i> | Arbol de papel |
| | <i>(más de 20 especies en los andes)</i> | Coloradito |
| Cupresaceae | <i>Cupressus Lusitanica Mil</i> | Ciprés |
| Pinaceae | <i>Pinus Oocarpa Schiede Ex</i> | Pino |
| Agavaceae | <i>Agave Americana L</i> | Agave Penco |
| Agavaceae | <i>Fourcraea andina</i> | Cabuya |
| | | Sisal |

6.3.2. Biodiversidad asociada.

El inventario de la biodiversidad asociada realizado en el bosque ripario de la microcuenca del río Huaca, en cercas vivas y en áreas bajo uso agropecuario permitió registrar 41 especies, 40 géneros y 25 familias, ordenadas por pteridofitas, monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Cada familia se lista en orden alfabético, y se incluyen las diferentes especies, sus principales características y el carácter endémico según el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez, 2011)

Los bosques montanos de los Andes Ecuatorianos uno de los ecosistemas más diversos del mundo, y siendo altamente frágiles por razones de relieve y presión social, una forma de promover su conservación sería valorar los beneficios económicos derivados de la diversidad biológica y cultural, especialmente del uso de plantas con fines terapéuticos. A ello habría que añadir el potencial de sus especies para restaurar las áreas degradadas. Para ello, es necesario valorar el papel multifuncional de la agricultura como generadora de bienes económicos y servicios ecológicos, lo cual es responsabilidad compartida de las instituciones del Estado, del sector agroproductivo y de las instituciones de investigación y enseñanza. (Franco, Peñafiel, & Cerón, 2016)

Tabla 40*Especies de la flora asociada (silvestre) colectada en el bosque ripario, cercas vivas*

| Familia | Nombre científico |
|------------------|--|
| Pteridofitas | |
| Polypodiaceae | <i>Campyloneurum C. Presl</i> |
| Polipodeceae | <i>Graminitis Sp</i> |
| DICOTILEDONEAS | |
| Alstroemeriaceae | <i>Bomarea Cladasiana Herb</i> <i>Oreopanax Ecuadorensis Seem.</i> |
| Araliaceae | <i>Puma Maki, (Kichwa)</i> |
| Asteraceae | <i>Gynoxis Hallie Hieron Puma Maki, Kiwcha Piquil</i> |
| Asteraceae | <i>Ageratina Tinifolia Kunth R.M. King. & H Rob.</i> <i>Conyza Sumatrensis Var.</i> |
| Asteraceae | <i>Leiotheca (S.F. Blake) Pruski & G Sancho.</i> |
| Asteraceae | <i>Kari Chicoria Kiwcha, Chicoria*</i> |
| Asteraceae | <i>Achyrocline Alata (Kunth) Dc.</i> |
| Astereceae | <i>Mutisia Grandinflora Bonpl</i> |
| Astereceae | <i>Chilca Negra, Chilca Blanca*</i> |
| Boraginaceae | <i>Tournefortia Fuliginosa Kunth</i> |
| Caprifoliaceae | <i>Viburnum Triphyllum Benth.</i> |
| Coriariaceae | <i>Micropylla (Poir) L.E. Skog Shanshi*</i> |
| Elacocarpaceae | <i>Vallea Stipularis L.F. Peralillo</i> |
| Auphorbiaceae | <i>Euphorbia Laurifolia Juss ex lam Lechero p</i> |
| Fabaceae | <i>Otholobium Muniyense (J.F. MACBR)</i> |
| Fabaceae | <i>Senna Multiglandulosa (Jacq) H.S. Irwin & Barneby</i> |
| Fabaceae | <i>Lens Esculenta Moench</i> |
| Gentianaceae | <i>Halenia Weddelliana Gild</i> |
| Gerinaceae | <i>Geranium Sp.</i> |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium Micranthemum Pers.</i> |
| Lamiaceae | <i>Minthostachys Mollis (Kunth) Criseb</i> |
| Melastomataceae | <i>Miconia Crocea (Desr) Naudin Colea*</i> |
| Melastomataceae | <i>Triana Aretes Del Inca*</i> |
| Onagracea | <i>Ludwiga Sp</i> |
| Piparaceae | <i>Peperomia Fruticetorum C.D.C</i> |
| Piparaceae | <i>Piper Barbatum Kunth Cordoncillo Muko Kiwcha*</i> |
| Polygalaceae | <i>Monnina Phillyreoides (Bonpl) Higuilan*</i> |
| Ranunculaceae | <i>Ranunculus Praemorsus Humb</i> <i>Bonpl & Kunth Ex Dc.</i> |
| Ranunculaceae | <i>Clematis Haenkeana C, Presl Barbs De Viejo*</i> |
| Rosaceae | <i>Lachemmilla Sp.</i> |
| Rosaceae | <i>Rubus Adenotrichopodus Hayata</i> |
| Saxifragaceae | <i>Escallonia Myrtilloides L.F.</i> |
| Solanácea | <i>Calceolaria Sp.</i> |
| Solanácea | <i>Solanum Sp.</i> |
| Solanácea | <i>Cestrum Peruvianum Willd . Ex</i> <i>Roem & Schudt</i> |
| Solanácea | <i>Solanum Sp*</i> |
| Solanácea | <i>Solanum Brevifolium Dunal.</i> <i>Alku Mikuna Tomatillo Demonte*</i> <i>Vervena Litoralis Kunth</i> |
| Verbenaceae | <i>vervena azul, hierba mora*</i> |

En general dentro del análisis de la Microcuenca del río Huaca presenta un área escasa de remanentes de bosques en la parte alta de la microcuenca donde son de composición florística pobre, que de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos de la evaluación ecológica tenemos un Índice de valor de importancia muy variable y de un comportamiento diverso, ya que la abundancia en especies es muy baja teniendo una escasa variabilidad lo que se le atribuye a que son ecosistemas pobres en vegetación arbórea y arbustivas más bien son transición al ecosistemas de pajonales y paramos donde encontramos variedad plantas herbáceas, epifitas, rastreras propias de estos ecosistemas.

Donde la especie que más frecuencia es el **Cerote** *Hesperomeles obtusifolia*, seguido por el Pumamque *Oreopanax spp.*, Hoja blanca, Chilca *Baccharis latifolia*, Chupaquinde, amarillos, Collac

Tabla 41

Resumen de densidad, frecuencia y especies encontradas en la microcuenca del Rio Huaca

| ESPECIE | IVI | DENSIDAD | DOMINANCIA RELATIVA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|-------|----------|---------------------|---------------------|
| Cerote | 26,61 | 46,575 | 11,814 | 21,429 |
| Pumamaque | 20,76 | 16,438 | 31,558 | 14,286 |
| Hoja Blanca | 17,14 | 9,589 | 20,400 | 21,429 |
| Chilca | 8,01 | 4,110 | 5,637 | 14,286 |
| Chupaquinde | 5,33 | 8,219 | 0,630 | 7,143 |
| Amarillo | 7,88 | 5,479 | 11,029 | 7,143 |
| Collac | 6,47 | 2,740 | 9,533 | 7,143 |
| Charmuelan | 7,80 | 6,849 | 9,400 | 7,143 |

En la figura 38 se muestra la forma de recolección de la información para identificación de la flora de la Microcuenca.



Figura 37: Identificación de Flora mediante transeptos

6.4.Recurso Fauna

Al ser una microcuenca intervenida La fauna realmente existen pocas especies, en el recorrido se encontraron algunas aves y también se conversó con las personas que habita por mucho tiempo en la zona para establecer las especies que la habitan.

Esto debido a las condiciones climáticas y topográficas de la zona. Se encontraron lugares donde la vegetación no ha sido intervenida, y son para la conservación de especies. En las tablas 42 y 43 se describen las especies clasificadas tanto para aves como para mamíferos.

Tabla 42

Aves de la microcuenca del Río Huaca

| NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMUN |
|--------------------------|-------------------------|
| Turdusserranus | Chiguaco |
| Penelopemontagnii | Pava o gallina de monte |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Zonotrichiacapensis | Gorrión |
| Penelopemontagnii | Pava o gallina de monte |
| Zenaida auriculata | Tórtola |
| Ciccabaalbitarsus | Lechuza |
| Eriocnemisderbyi | Colibrí |
| Campephilusmelanoleucos | Pájaro carpintero |
| Streptoprocnezonaris | Golondrina de collar blanco |

Tabla 43*Mamíferos de la microcuenca del Río Huaca*

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|-------------------------------|---------------------------|
| Caenolestesfuliginosus | Ratón marsupial común |
| Mazama americana | Soche colorado |
| Mazamagovazoupira | Soche gris |
| Mazama Rufina | Cervicabra o soche enano |
| Pseudalopexculpaesus | Lobo de páramo |
| Conepatussemistriatus | Zorro hediondo |
| Mustela frenata | Chucur |
| Nasuanarica | Cusumbe |
| Myotisnigricans | Murciélago negruzco común |
| Dasypushaveracinctus | Armadillo |
| Sylvilagusbrasiliensis | Conejo |
| Cavia aperea | Sacha cuy |
| Cavia porcellus | Cuy domestico |
| Coendov bicolor | Iriso |
| Sciurusgranatensis | Ardilla |

7.- MODELO DE GESTIÓN PARA PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO HUACA

La propuesta de Modelo de Gestión permitirá establecer una herramienta para lograr el desarrollo sostenible de todos los actores clave en la micro cuenca del Río Huaca, privilegiando la participación ciudadana; facilitando al mismo tiempo la acción gubernamental en la toma de decisiones, con una perspectiva de planificación y principios de desarrollo territorial, promoviendo el uso sustentable de los recursos hídricos, en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Las etapas se presentan en la Figura 39.



Figura 39: Modelo de Gestión

Para lograr estructurar el modelo será necesario ejecutar los siguientes elementos:

- 1. Diagnóstico:** en el que se debe establecer las variables relevantes a ser diagnosticadas, precisando el tipo, alcance y limitaciones del modelo. Incluye la descripción del entorno socio cultural, identificación de valores, uso acordado de los recursos comunitarios, entre los actores clave.
- 2. Planificación:** este elemento permitirá identificar la línea base para el inicio de la gestión y proponer al mismo tiempo las acciones a ejecutar en el corto, mediano o largo plazo.

3. **Diseño Organizacional:** señala cómo el Modelo de Gestión ordenará el trabajo de sus integrantes y la interrelación con los diferentes actores clave, es decir permitirá generar la estructura formal que se encargará de gestionar las acciones planificadas.
4. **Compromisos y Acuerdos:** describe los compromisos concretos y acuerdos para resguardar, mantener, promover y desarrollar la micro cuenca. Enfoca la participación con recursos y tiempos que cada actor estará comprometido para la ejecución de las acciones planeadas. Se deberán propiciar acuerdos donde intervengan: sociólogos, facilitadores comunitarios, técnicos especialistas en recursos hídricos, entre otros.
5. **Gestión Financiera:** determina los costos requeridos para ejecutar el modelo y establecer los mecanismos de financiamiento empleados. Es necesario cuantificar los recursos financieros necesarios y sobre todo establecer la fuente que origine esos recursos, dependiendo de la injerencia o competencia pública o privada que los actores tendrán en cada acción planificada.
6. **Análisis de Riesgos:** prospecta escenarios favorables o desfavorables y permite definir acciones proactivas o preventivas para asegurar el éxito del modelo. En esta parte es importante establecer planes alternativos o medidas complementarias en base a predecir o estimar riesgos de incumplimiento de lo planificado.

El Modelo de Gestión busca identificar las actividades a ejecutar para mejorar la condición actual de la micro cuenca del río Huaca, planificando acciones y ejecutándolas de manera coordinada y comprometida por parte de la comunidad y los entes públicos o privados que tengan injerencia en la zona de influencia, definiendo mediante un comité el soporte organizativo que permita concretar acuerdos en base a la planificación de las

actividades de corto, mediano y largo plazo, un compromiso no solo de voluntades humanas sino económicas para sacar adelante la zona, mejorando las condiciones de vida de los habitantes de la microcuenca en una dinámica sistémica del entorno.

El modelo se puede plantear como una función $F(x) = ICT$ que involucra

I: interdependencia entre los actores clave; requiere comunicación y competencia.

C: cooperación, caracterizado por la solidaridad y participación entre ellos, que facilite generar oportunidades.

T: tecnología, capaz de desenvolverse en una economía digital y de nuevos avances tecnológicos. En la figura 40.

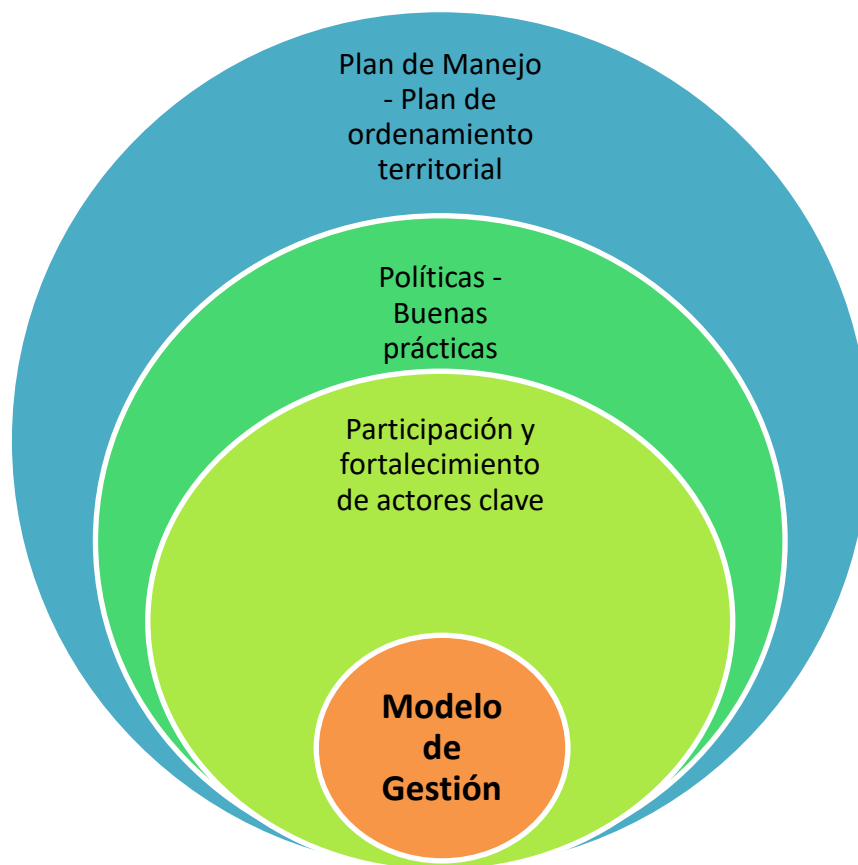


Figura 38: Modelo de gestión

El Modelo de Gestión se enmarca en el plan de ordenamiento territorial como guía de para establecer los logros que en ese entorno se esperan alcanzar; implica además la adopción de políticas y buenas prácticas que permitan generar una cultura de cambio en base a lo planificado; y fundamentalmente la participación y fortalecimiento de los actores clave en el proceso de iniciación, implementación y desarrollo de acciones benéficas para la zona, donde será necesario su formación y fortalecimiento de capacidades en cada elemento del modelo. (Ecuador, 2014)

Romero, Quintanilla y Sánchez (2002) proponen una metodología para diseñar un modelo con las siguientes etapas: 1) establecimiento de objetivos del modelo; 2) establecimiento de reglas de uso y difusión del modelo, para cumplir con el logro de los objetivos; 3) diagnosticar las necesidades con el fin de identificar problemas, recursos y potencialidades del sujeto en estudio; 4) diseñar el proceso del modelo; 5) implementar el proceso; 6) evaluación del proceso, para verificar el grado de cumplimiento de los objetivos; 7) seguimiento y monitoreo del proceso, donde se recomienda revisar constantemente para mantener actualizado el modelo. En la figura 41 se visualizan las etapas propuestas para este Modelo de Gestión de la micro cuenca del río Huaca, considerando como base la propuesta de Romero, Quintanilla y Sánchez.

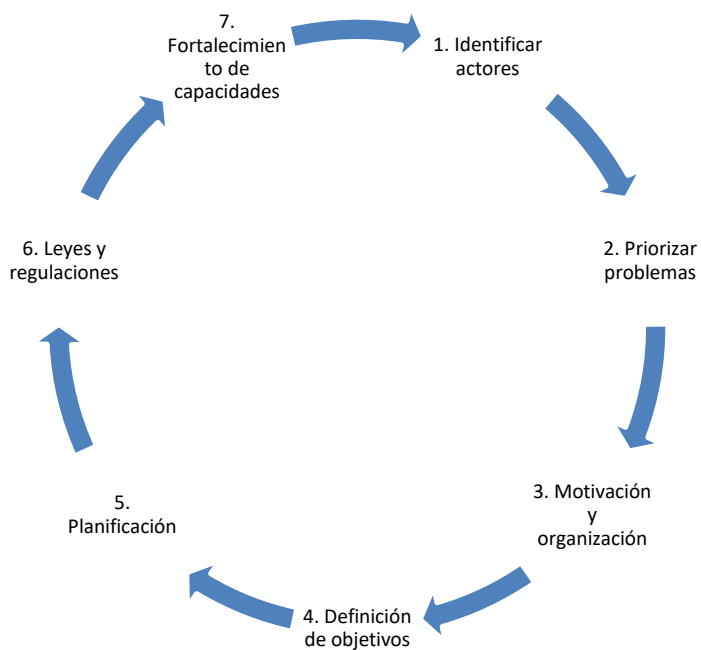


Figura 39 : Etapas para elaborar el Modelo de gestión

1. Identificación de actores e información relevante. tabla 44

Es necesario convocar a reuniones participativas con moradores representativos de la comunidad, hombres y mujeres, para conocer cómo se identifican y manejan los problemas de la comunidad. Se debe elaborar mapas del sitio con información actualizada de viviendas, actividad económica, estructura física y social.

Tabla 44
Actores clave

| | |
|-----------------------------|---|
| Públicos: | Servicios Públicos o sus autoridades, cuyas competencias pueden afectar el funcionamiento del modelo. Se debe coordinar su intervención en el territorio y la comunidad local. MAGAP, INIAP, MAE. |
| Privados: | Productores, emprendedores o sus asociaciones en el área de influencia. Sus intereses son intrínsecos a la participación ciudadana, son parte de un segmento de la población que pueden actuar en favor o en contra del modelo. |
| Políticos: | Líderes políticos en la zona de influencia, y autoridades locales elegidas, que tienen derecho a acceder a la información del proceso que afectará directamente al territorio. GAD Provincial del Carchi, GAD Cantón Tulcán, GAD Cantón Huaca, y juntas parroquiales Julio Andrade, Santa Martha de Cuba. |
| Sociales o de la Comunidad: | Vecinos y dirigentes formales e informales de los grupos ciudadanos. Instituciones con conocimiento específico del proyecto, como universidades. |

- 2. Priorización de problemas:** para el reconocimiento de los problemas socio ambientales de la comunidad se pueden emplear herramientas como: análisis situacional, árbol de problemas, Ishikawa, FODA. En esta etapa es indispensable desarrollar talleres participativos con los actores y la guía técnica del grupo asesor que se designe, se podría realizar con la participación de personal técnico de los GAD o de las universidades.
- 3. Motivación y organización:** es importante conocer las emociones y motivaciones de la gente y su actitud participativa en la solución de problemas, y atención a las oportunidades para generar independencia económica de la comunidad y autogestión. Es necesario generar un ambiente de confianza entre la comunidad y los expertos, usando herramientas participativas y técnicas de negociación de acuerdos, con reglas claras, para compartir beneficios y responsabilidades.

Para ejecutar este proceso deberá existir la participación total de los involucrados, pues se trata de la etapa de adaptación al proceso que involucra necesidades y expectativas, así como motivaciones que cada actor pone de manifiesto para llevar adelante en la zona y que al final se reflejará en su compromiso formal.

4. Definición de objetivos: luego de identificar y priorizar los problemas se puede establecer los objetivos generales y específicos, propósitos y metas, apoyados de la elaboración de un marco lógico con indicadores verificables. Será necesario que el equipo tenga claro mecánica de la herramienta de diagnóstico propuesta y disponga de las ideas claras y recursos didácticos adecuados elaborados por el equipo de expertos.

Se deberá orientar los objetivos de acuerdo a etapas, realizando un estudio de prioridades, superando varias jurisdicciones políticas que intervienen en la zona, siendo elemental al inicio enfocarse al programa de forestación.

5. Planificación: es necesario realizar una planificación adecuada mediante la elaboración de un mapa de ordenamiento, estableciendo grupos con características similares y normas de aplicación con directrices específicas, continuidad de prácticas amigables en base a un tratamiento técnico y sostenible, incorporando un plan de manejo con programas y proyectos vinculados a la conservación y protección del ambiente. Por ejemplo, Programa de producción agroforestal, Programa de manejo y aprovechamiento del agua, Programa de gestión local, Programa de recuperación de ecosistemas.

6. Leyes y regulaciones: se debe seguir irrestrictamente la normativa vigente que regule el funcionamiento del modelo y el cuidado ambiental, mediante la Ley Orgánica de

Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), para el adecuado aprovechamiento del agua.

- 7. Fortalecimiento de capacidades:** es necesaria la formación de recursos humanos que lideren el proyecto, para superar el desconocimiento de herramientas técnicas de gestión por parte de los actores clave, siendo importante la actualización de conocimientos de forma periódica. La capacitación en la temática ambiental es básica para que los participantes puedan asumir su responsabilidad ante los retos en cada una de las acciones programadas.

Se debe formar un equipo especializado interdisciplinario en el proyecto que genere diálogo constante con instituciones y comunidades mediante acuerdos respetuosos e incluyentes entre actores clave.

- 8. Monitoreo y evaluación:** es importante plantear indicadores para monitorear las acciones y/o problemas en la ejecución de avances. Estos indicadores deben ser medibles y tangibles, basados en la sostenibilidad ambiental, contemplando los tres aspectos básicos: social, ambiental y económico. La verificación del cumplimiento de indicadores debe realizarla el responsable o responsables de la acción o actividad, de acuerdo a la planificación previamente establecida. En la tabla 45

Tabla 45

Indicadores para la sostenibilidad de la cuenca del río Huaca

| DIMENSIÓN | INDICADOR |
|----------------------|---|
| Bienestar humano | Índice de condición de vida del hogar. |
| Fertilidad de suelos | Mayor nivel de producción, reducción de costos por uso de abonos, menor contaminación. |
| Erosión del suelo | Grado de erosión del suelo. Mayor profundidad del suelo, menor fuente de sedimentos. |
| Humedad del suelo | Mayor crecimiento de la vegetación. Cobertura de páramos, bosque andino, humedales. Caudales disponibles de agua. |

| | |
|--|--|
| Productividad de los sistemas agrícolas y forestales | Mayor rentabilidad de la tierra, mejor nivel económico. |
| Compromiso de la población hacia la conservación de los recursos naturales | Sostenibilidad ambiental, facilidad para promover las tecnologías de manejo de cuencas, extensión y transferencia. |

La base fundamental para el logro de resultados del Modelo de Gestión será el establecimiento del Consejo de Cuenca (figura 42), establecido en base a la normativa legal vigente.



Figura 40 : Consejo de Cuenca Hidrográfica

Naturaleza de los Consejos de Cuenca

Según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de carácter consultivo, liderados por la Secretaría del Agua e integrados por los representantes electos de las organizaciones de

usuarios, con la finalidad de participar en la formulación, planificación, evaluación y control de los recursos hídricos en la respectiva cuenca.

Así mismo, el Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2015), el artículo 27 establece que los Consejos de Cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local, tendrán la siguiente composición, y en concordancia para la cuenca del río Huaca:

- a. Un representante por las organizaciones de usuarios de los sectores productivos
- b. Un representante por la organización de Juntas de Agua Potable existentes en la Unidad de Planificación Hidrográfica Local;
- c. Un representante por la organización de Juntas de Riego existentes en la Unidad de Planificación Hidrográfica Local;
- d. Representantes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados existentes en la unidad de planificación hidrográfica local: un representante de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales un representante de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y un representante de los Gobiernos Parroquiales, en caso de que a éstos últimos se les haya delegado competencia de agua; y
- e. Un representante de las Universidades y Escuelas Politécnicas existentes en la Unidad de Planificación Hidrológica Local.

El Coordinador del Consejo de Cuenca de la Unidad de Planificación Hidrográfica Local será la Autoridad de la Demarcación Hidrográfica o su delegado institucional. La Demarcación Hidrográfica promoverá que se lleven a cabo las actuaciones pertinentes para que los distintos sectores designen a sus representantes en el Consejo.

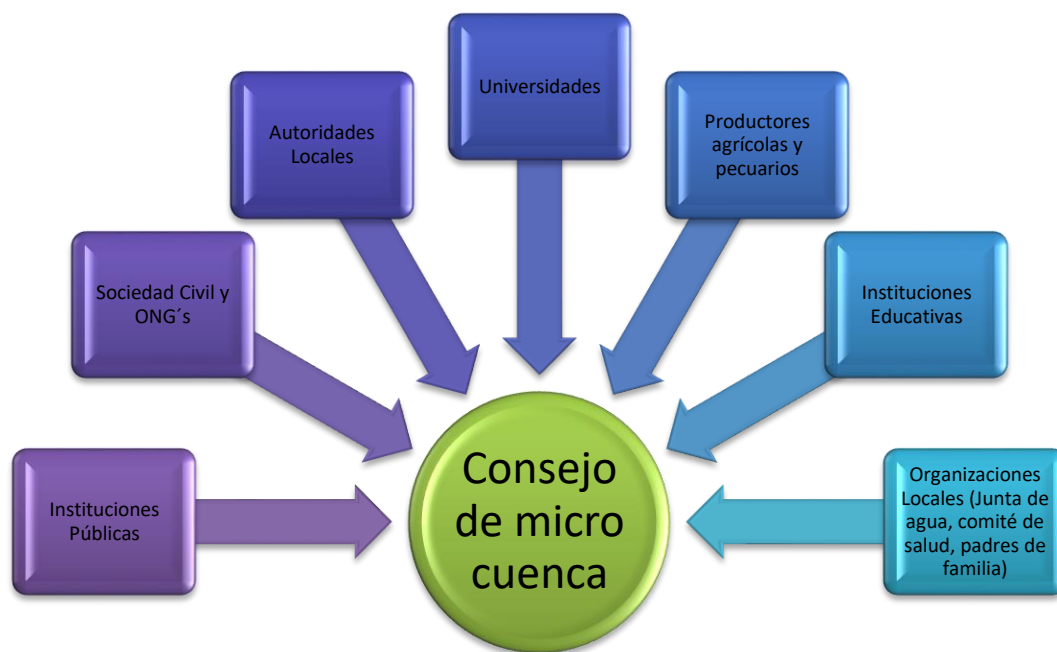


Figura 41: Grupos participantes en el consejo de la microcuenca del río Huaca

En concordancia con el artículo 29 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en el ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local, corresponde al Consejo el ejercicio de las siguientes funciones:

- a. Elegir entre sus miembros a sus representantes al Consejo de Cuenca con ámbito de Demarcación Hidrográfica;
- b. Participar en la formulación de directrices y orientaciones, así como en el seguimiento del Plan de Gestión Integral por Cuenca Hidrográfica, en el marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos;
- c. Generar propuestas de políticas públicas sectoriales relacionadas a los recursos hídricos, que serán presentadas al Consejo de Cuenca con ámbito de Demarcación Hidrográfica, a través de sus representantes;
- d. Pronunciarse ante la Secretaría del Agua en todos los temas que sean de su interés; se entiende como tales a todos los vinculados a la planificación y gestión del agua en su ámbito territorial y aquellos que se les solicite;

- e. Participar en los procesos de consulta que realice la Secretaría del Agua y proponer temas prioritarios para la gestión de la Unidad de Planificación Hidrográfica Local;
- f. Resolver los asuntos que le conciernan y que pudieran influir en el funcionamiento del Consejo de Cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local;
- g. Monitorear que las decisiones de las políticas y planes de manejo integral de la Unidad de Planificación Hidrográfica Local se concreten en partidas presupuestarias de los diferentes niveles de gobierno que intervienen en la mencionada unidad; y,
- h. Cuantas otras se establezcan en la Ley y en este Reglamento.

Actualmente en la microcuenca del Río Huaca no se cuenta con un organismo representativo, puesto que no se ha iniciado el proceso de organización de los Comités de Cuenca. Por tanto, es necesario mejorar las capacidades locales para la gestión y administración de los recursos de la microcuenca, con visión de desarrollo sostenible para lograr cumplir los indicadores para la sostenibilidad propuestos.

Al iniciar la organización de los Comités de microcuenca, es necesario que la población se prepare anticipadamente y conozca cuál será su papel dentro del comité para asumir sus responsabilidades.

De acuerdo a Quintero (2011), la planificación y organización a nivel de micro cuenca será adecuada ya que su extensión territorial más pequeña permitirá manejar y analizar los recursos naturales de forma eficiente y conocer las condiciones socioeconómicas y ambientales de sus habitantes. Esta organización permite algunas ventajas:

- a. El área de trabajo más pequeña genera menor necesidad de recursos.
- b. Se facilita la comprensión de la problemática, las necesidades y cómo resolverlas.
- c. La administración es mucho más sencilla.
- d. El seguimiento ambiental y gerencial pueden ser más efectivos.
- e. La coordinación entre los actores de la cuenca es inmediata.
- f. Promover la organización para la continuidad se facilita.

- g. Las experiencias se comparten rápidamente.
- h. En territorios más pequeños las comunidades pueden tener intereses comunes, la participación conjunta de actores y recursos de la microcuenca favorece la aplicación de todas las acciones técnicas directas e indirectas requeridas.

Para proponer la evaluación financiera el programa se enfoca a establecer bosques de protección, donde no se tienen que hacer raleos, que a largo plazo se convertirán en un corredor biológico.

Será necesario contar con un Guardabosques (que se podría financiar con base de las multas de quienes contaminan), y realizar actividades de mantenimiento por hectárea forestada cuyos costos de mano de obra (jornales) será establecido como parte de los acuerdos

Se deberá generar una estructura organizacional para el Manejo del Consejo de microcuenca donde se comprometerán recursos estatales, es decir representantes de los GADs involucrados en la ejecución del modelo.

Como se observa en la tabla 46, para establecer los beneficios del proyecto se han considerado los siguientes rubros:

1. Disminución de costos por enfermedades de los pobladores de la comunidad:
Aquí se toma en cuenta los gastos por Salud de la gente por contaminación, que se podría reducir con la aplicación del proyecto. Se calcula considerando el registro del Centro de Salud de la parroquia Huaca y julio Andrade (2018), que registra 430 pacientes atendidos por problemas intestinales, a un promedio de 20 USD cada uno, y en los años futuros una reducción adicional del 2% a dicho costo bajo el criterio de reducción de enfermedades por contaminación.
2. Disminución de costos por alimentación y enfermedades del ganado:
Se toma en cuenta criterios el consumo de agua y las curaciones de animales en un año, considerando 1220 UVAs y su costo específico para cada rubro. De la misma manera con tendencia decreciente en cuanto a la expectativa de mejorar la condición del entorno.

3. Revalorización de las propiedades por incremento de la productividad:
Se estima la superficie de influencia de 6854.87 hectáreas a un precio de 15.000 USD c/ha que podría generar plusvalía en un 5% más del precio, equivalente a 750 USD, cuyo valor anual se prorrateó para 10 años de análisis de vigencia del proyecto, donde los resultados serían verificables.

4. Mejores ingresos por el aprovechamiento eficiente de los suelos:
Se espera una mejora en la productividad de las 606.61 hectáreas de papa cultivada, al pasar de una producción de 15 a 18 tn/ha, equivalente a 36.397 quintales de producción adicional a un precio de 18 USD, con tendencia decreciente ya que la condición del suelo llegará a una etapa de estabilización máxima.

5. Reducción de costos por desequilibrio de los procesos dinámicos (interactúan factores bióticos y abióticos):
Se estimó el pago de multas por incumplimiento de daños ambientales a 5 productores por año, con un valor por multa de 20 salarios básicos unificados de acuerdo a la normativa.
Además, se aspira un incremento de pastos, valorada en base capacidad de carga animal (4.704,92 ha x 15% más pastos) que equivale a un disponible de 706 hectáreas adicionales y un equivalente de 3000 litros de leche por hectárea a un precio de 0,40 USD por litro de leche.

Para estimar los costos anuales del proyecto se consideró:

1. Inversión de 55.200 USD por forestación de 60 hectáreas.
2. Adquisición de motocicleta, equipo y herramientas por un valor de 3.000 USD, para labores de vigilancia en la zona reforestada.
3. Mantenimiento de la zona reforestada (4 jornales a 15 USD por 60 hectáreas), por un valor de 2.880 USD el primer año, para realizar tareas de resiembra y control de enfermedades.

4. Contratación de Guardabosque que desarrolle actividades de vigilancia de la zona de influencia, por un valor de 6.012 USD el primer año.
5. Pago de combustible para la motocicleta por un valor de 600 USD el primer año.

Se obtiene resultados favorables en cuanto a beneficios valorados económicamente como flujos de entrada de efectivo que se evalúan, como ahorro de la comunidad y el Estado, que dejaría de desembolsar gracias a las bondades del proyecto, lo que da como resultado de un beneficio promedio anual por hectárea de 302.29 USD; una Tasa Interna de Retorno TIR del 3.559% (ya que la inversión fundamental será en reforestación) y un Valor Actual Neto VAN de 11.983.206 USD, que representa el valor económico que aporta el proyecto a la comunidad en beneficios tangibles para el suelo, el ambiente, la comunidad y el consecuente aporte económico y calidad de vida de los involucrados.

Tabla 46 Evaluación financiera

| EVALUACIÓN FINANCIERA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|-------|------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Flujos de entrada de efectivo | | | | Decrecimiento anual 2% | | | | | | | | | | |
| 1. Disminución de costos por enfermedades de los pobladores de la comunidad | | | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO | CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | |
| Salud de la gente por contaminación | 430 | Pacientes de Huaca y Julio Andrade | 20 | 8,600 | 8,428 | 8,259 | 8,094 | 7,932 | 7,774 | 7,618 | 7,466 | 7,317 | 7,170 | |
| 2. Disminución de costos por alimentación y enfermedades del ganado | | | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO | CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | |
| Agua para uso animal | 1220 | vacas al año | 3 | 3,660 | 3,587 | 3,515 | 3,445 | 3,376 | 3,308 | 3,242 | 3,177 | 3,114 | 3,052 | |
| Curaciones de animales | 1220 | vacas al año | 12 | 14,640 | 14,347 | 14,060 | 13,779 | 13,503 | 13,233 | 12,969 | 12,709 | 12,455 | 12,206 | |
| 3. Revalorización de las propiedades por incremento de la productividad | | | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO | ha | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | |
| Superficie de influencia que podría generar plusvalía (6854.87 a 15.000 USD c/ha) | 6,855 | 5% más del precio | 750 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | 514,115 | |
| 4. Mejores ingresos por el aprovechamiento eficiente de los suelos | | | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO | qq | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | |
| Productividad (606.61 ha de papa) | 36,397 | Incremento 15 a 18 tn/ha | 18 | 655,139 | 642,036 | 629,195 | 616,611 | 604,279 | 592,194 | 580,350 | 568,743 | 557,368 | 546,221 | |
| 5. Reducción de costos por desequilibrio de los procesos dinámicos (interactúan factores bióticos y abióticos) | | | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO | ha | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | |
| Multa por contaminar | 5 | Multa por incumplimiento de daños ambientales | 7,720 | 38,600 | 37,828 | 37,071 | 36,330 | 35,603 | 34,891 | 34,194 | 33,510 | 32,839 | 32,183 | |
| Incremento de pastos (4.704,92 ha x 15% más capacidad de carga) | 706 | 3000 litros de leche por ha | 0.4 | 846,886 | 829,948 | 813,349 | 797,082 | 781,140 | 765,518 | 750,207 | 735,203 | 720,499 | 706,089 | |
| Ingresos – beneficios anuales del proyecto | | | 0 | 2,081,640 | 2,050,289 | 2,019,566 | 1,989,457 | 1,959,950 | 1,931,033 | 1,902,695 | 1,874,923 | 1,847,707 | 1,821,035 | |
| Flujos de entrada de efectivo | | | | TOTAL AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 |
| Forestación 60 ha | | | | 55,200 | | | | | | | | | | |
| Motocicleta, equipo y herramientas | | | | 3,000 | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento (4 jornales a 15 USD por 60 ha) | | | | | 2,880 | 2,966 | 3,055 | 3,147 | 3,241 | 3,339 | 3,439 | 3,542 | 3,648 | 3,758 |
| Guardabosque | | | | | 6,012 | 6,192 | 6,378 | 6,569 | 6,767 | 6,969 | 7,179 | 7,394 | 7,616 | 7,844 |
| Combustible | | | | | 600 | 618 | 637 | 656 | 675 | 696 | 716 | 738 | 760 | 783 |
| Costos anuales del proyecto | | | | 58,200 | 9,492 | 9,777 | 10,070 | 10,372 | 10,683 | 11,004 | 11,334 | 11,674 | 12,024 | 12,385 |
| FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO = beneficios – costos | | | | -58,200 | 2,072,148 | 2,040,512 | 2,009,496 | 1,979,085 | 1,949,267 | 1,920,029 | 1,891,361 | 1,863,249 | 1,835,683 | 1,808,650 |
| Beneficio por ha | | | | | | 302.29 | | | | | | | | |
| Tasa Interna de Retorno | | | | TIR = | 3559% | | | | | | | | | |
| Valor Actual Neto | | | | VAN = | \$ 11,983,206 | | | | | | | | | |

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- El cantón San Pedro de Huaca se ubica en la zona de la región interandina de la sierra norte de Ecuador y presenta un clima ecuatorial de alta montaña, el que se caracteriza por estar situado por encima de los 3.000 msnm, con una temperatura media anual menor a 12°C y una precipitación media anual que varía entre 1.000 y 1.750 mm, por ello la humedad relativa es siempre superior al 80%.
- El área calculada de 6.854,86 ha. pertenece a una cuenca de tamaño medio, La longitud axial del cauce principal 12,86 km pertenece a un cauce de longitud mediano
- El Cantón San Pedro de Huaca se caracteriza por presentar sus máximos lluviosos en los meses de abril y noviembre, constituyendo un régimen de precipitaciones interanual de distribución bimodal, siendo esto notablemente regular a lo largo del año.
- La temperatura media anual es de 12,2°C. En el transcurso del año las mayores temperaturas se registran en los meses de mayo, octubre, noviembre y diciembre, el mes que registra el valor más bajo es agosto con 11,6°C.
- En esta zona la velocidad del viento multianual es de 3,0 m/s. Los vientos en la microcuenca del río Huaca sostienen velocidades moderadas entre máximas medias anuales de 5,1 m/s y mínimas medias anuales de 3,7 m/s estos datos se encuentran registrados en las estaciones más cercanas a este territorio.

- La media multianual de nubosidad es de 6,8 octavos presentando su nivel más bajo de 6 octavos en el mes de septiembre,
- La humedad relativa es alta, con valores medios anuales superiores al 70%.
- El clima de la microcuenca corresponde a Húmedo mesotérmico, que se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales ligeramente superiores a 12°C y precipitaciones anuales alrededor de 1.000 mm.
- En lo que respecta al uso actual del suelo y cobertura vegetal, la microcuenca contiene los pisos Montano Bajo y Montano. Los terrenos planos, ligeramente ondulados y ondulados.
- Las formas de tenencia de la tierra en su mayor parte han sido convertidas en minifundios por sus características apropiadas para la agricultura, la ganadería y la ocupación humana, quedando pequeños relictos de vegetación natural en sitios inaccesibles.
- La mayoría de las fincas de la región alta, húmeda y fría del norte del Carchi, ha sido sometida a un uso agropecuario intensivo por décadas, siendo los rubros fundamentales la producción de papa y la producción de leche (pastizales). Desde los años 1970-1980, es común en la región el uso del tractor, arado de discos y rastra, en la preparación de la tierra. Esto por lo general se realiza en el sentido de la pendiente, debido a la fuerte y media inclinación del terreno, lo cual afecta la alta erosión del suelo.
- Exceptuando el color y la turbidez, el agua se encuentra dentro de los límites permisibles para de riego y uso agropecuario
- El DQO de la cuenca muestra valores que se pueden clasificar desde; de buena calidad, hasta contaminadas.

- El análisis microbiológico muestra la presencia de microorganismos, principalmente *E-coli*, entero bacterias, en los puntos de la microcuenca donde existen descargas municipales.
- En la microcuenca del rio Huaca la frontera agrícola ha avanzado de manera irresponsable, en algunos casos por desconocimiento, en otros casos por necesidad aduciendo que en este terreno el cultivo de papa y pastos es más rentable.
- Los suelos están erosionándose en forma vertiginosa por labranza y malas prácticas agrícolas.
- Existe un sobrepastoreo indiscriminado dando lugar a la compactación del suelo.
- La fauna en la zona de la microcuenca es muy escasa debido a la destrucción de la flora y al irrespeto a la franja de protección del rio Huaca
- La división de las propiedades se las realiza excavando zanjas las mismas que en terrenos de pendientes pronunciada sirven de tobogán aumentando de esta manera la erosión especialmente en épocas de lluvia.
- La falta de capacitación a los operadores de tractores agrícola hace que realicen maniobras peligrosas tractorando terrenos que superan el 35% de pendiente siendo los culpables directos de la erosión por labranza.
- La falta de organización no permite que los moradores de la microcuenca acudan a las instituciones competentes para solucionar sus problemas en forma efectiva.
- La contaminación de aguas es uno de los problemas más severos para que encontramos en la microcuenca del rio Huaca
- Otro de los problemas que enfrenta la microcuenca es la contaminación indiscriminada por empaques y embaces de fungicidas contaminando aguas, suelos y la escasa flora que aún subsiste.

8.2. Recomendaciones.

- Para evitar el avance de la frontera agrícola en zonas frágiles, se debe capacitar a los usuarios de la microcuenca con charlas y talleres.
- Las áreas de moderada pendiente se las puede aprovechar para el desarrollo de prácticas agropastoriles, por sus condiciones topográficas y agroecológicas.
- El MAE debe intervenir directamente evitando la tala indiscriminada de bosque aplicando la ley correspondiente.
- Las instituciones inmersas en la microcuenca deberán capacitar a los usuarios indicándoles el perjuicio que le están causando a su terreno y asesorar técnicamente para que se practique la zonificación de potreros utilizando cerca eléctrica.
- Para recuperar la fauna perdida se debe hacer respetar la franja de protección de los 50m a cada lado del río Huaca, conformando un corredor biológico.
- La división de potreros se la debe realizar utilizando plantas nativas las mismas que ayudan a conservar la humedad y a fijar nitrógeno como lo hace la planta de aliso.
- A todos los operadores de maquinaria agrícola a más de exigirles licencia profesional para el caso, se los debe capacitar en el uso adecuado del tractor en pendientes para evitar que la erosión sea muy agresiva.
- La comunidad y las instituciones públicas y privadas deberán trabajar en forma conjunta para que haya gobernanza y efectividad en el plan de manejo que es parte de este proyecto.
- La junta parroquial de Julio Andrade debe hacer poner en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales.

- El Municipio de San Pedro de Huaca debe hacer funcionar las cinco plantas nuevas de tratamiento de aguas residuales y realizar el seguimiento.
- Las autoridades competentes deben exigir a las empresas comercializadoras de agroquímicos para que reciclen tanto; embaces de estos productos para evitar la contaminación del suelo y agua.
- Se debe reforestar la franja de protección del Río Huaca con especies nativas 50 metros a cada lado por toda su longitud para evitar deslaves, mejorar la calidad del agua, aire, salud de los humanos, animales y recuperar la fauna perdida.

9- BIBLIOGRAFIA.

Aguilar Agilar, J. J., Campos Rodriguez, J., Espinoza Miranda, J., Morachimo Fiestas, K., & Silva Lopez, A. (2011). Características Físicas de Cuencas Hidrográficas. *Hidrología*, 13(043), 14.

Alvarado, O. (2007). Caracterización preliminar y propuesta de lineamientos de manejo de la cuenca del río Pasaguay, Joyabaj, Quiché. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Alzate, D. (2010). Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Pamplonit. Santander: CORPONOR.

Araujo, A., & Francisco, C. (2009). Propuesta de un plan de manejo integral de la cuenca del Río Casacay en el Cantón Pasaje. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Asamblea Nacional. (2010). Código orgánico organización territorial autonomía y descentralización. Registro oficial suplemento 303 de 19-oct-2010. Quito: Lexis.

Avalos, H., Alcantar, A., Mora, I., Lopez, R., & Patron, E. (2013). *Cuencas hidrográficas fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión* (Primera ed.). Mexico D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Barrientos, J. (2011). Modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas de los ríos Moquegua y Tambo. Piura: Universidad de Piura.

Beltrán, E., & Jaramillo, J. (2007). Valoración económica ambiental del recurso hídrico y diseño de una propuesta para pago pro servicio hídrico en la microcuenca Shucos del Cantón Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.

Berini. (2004). Incorporación de las cuestiones ambientales al desarrollo sostenible en Cuba .

Bhargava, A., & Srivastava, S. (2013). *Quinoa: Botany, Production and Uses*. Obtenido de <https://www.amazon.com/Quinoa-Botany-Production-Uses-Bhargava-ebook/dp/B00JAF0R4K>

Bonnal. (2005). Participación, colaboración y descentralización en la gestión de cuencas hidrográficas .

Cabrera, R. L. (1999). Conceptualización y limitación para formulación de un programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas en Guatemala. Tegucigalpa.

Cachipundo, R. (2007). Diagnostico biofisico y socioeconomico de la subcuenca del rio La Chimba, a traves de un sistema de informacion geografica. Ibarra: Pontificia Universidad Catolica en el Ecuador.

Cadena, L., & Barbosa, M. (2011). Determinacion de zonas prioritarias para conservacion de la subcuenca del rio patate. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.

Caiza, C. (2014). *Hidrologia basica y aplicada*. Quito, Ecuador: Abya-Yala.

Castañeda, W. (2006). Inventario de Proyectos de Manejo de Cuencas. Quito.

Cavero, J. (10 de junio de 2015). *Gobierno de Aragón*. Obtenido de Aragón, Investiga: www.aragoninvestiga.org/Como-administrar-el-agua-en-las-zonas-de-cultivo/

Cisneros, I. C. (2000). Manejo de Paramos y Zonas de Altura. CAMAREN, Coordinación: IEDECA. Quito.: IEDECA.

Cisneros, P. (2010). Una alternativa para la participación ciudadana para gestión integrada de los recursos hídricos en el Ecuador. Quito.

Cordero, I. (2013). • Evaluación de la gestión territorial de la cuenca del Rio Paute , estrategias y líneas de acción para superarlas.

Cruz, V. (31 de Marzo de 2014). *Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Obtenido de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad2/td_sig.htm

Diáz Lopez, M. C. (2014). *Planificació de Cuencas Hidrográficas*. Loja. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi94MXc_6raAhXqY98KHS00CYEQjRx6BAgAEAU&url=https%3A%2F%2Fes.sliedshare.net%2Fmdiaz131631%2F1-introduccion-al-manejo-de-cuencas&psig=AOvVaw3f3hXTFyt48ZF55weS0vES&ust=152328788199698

Domínguez, I. (2013). Evaluacion de la gestion territorial de la cuenca del rio Paute, estrategias y lineas de accion para superarlas. Cuenca: Universidad de Cuenca.

ECUADOR. (2008). *Constitucion Politica Del Ecuador 2008*. Quito, Ecuador.

Ecuador. (2014). *Guía metodológica para la elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados*. Obtenido de ftp://ftp.puce.edu.ec/Facultades/CienciasHumanas/Analisis%20Espacial/Gu%C3%ADa%20PDOT_Versioncantonal%20recibida%2006-11-2014.pdf

ECUADOR. (2009). *Proyecto de la ley organica y de recursos hidricos, uso y aprovechamiento del agua 2009*. Quito.

FAO. (2007). *Programa sobre oportunidades estrategicas nacionales*. Roma.

Fierro, D. (2011). *Caracterización de la cuenca del rio Manzano, cantón Alausi, provincia del Chimborazo y propuesta del plan de manejo, utilizando herramienta sig*. Cuenca.

Franco, W., Peñafiel, M., & Cerón, C. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el valle interandino norte del ecuador. *Bioagro* , 181-192.

Freire, F. S. (2011). Manejo de Cuencas Hidrográficas: Usuarios del Agua de la Cuenca del río Valdivia-California . Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral .

Freire, F., Silva, D., & Tovar, D. (2011). *Manejo de Cuencas Hidrográficas: Usuarios del Agua de la Cuenca del río Valdivia-California*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.

GAD MUNICIPIO DE HUACA. (2016). *PDOT 2016*. HUACA.

GADA. (2009). Inventario de Recursos Hídricos, en la Cuenca Hidrográfica de Jubones. Cuenca.

GADHUACA. (2014). *Actualización del pdot del canton huaca*. Huaca. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=Seg%C3%BAAn+la+clasificaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Pierre+Pourrut+%281995%29%2C+el+cant%C3%B3n+San+Pedro+de+Huaca+se+ubica+en+la+zona+de+la+regi%C3%B3n+interandina+de+la+sierra+norte+de+Ecuador+y+presenta+un+clima+ecuatoria>

Galarza, V. (2005). Proyecto para la administración de los Recursos Hídricos en el Ecuador. Quito.

Global Water Partnership. (2009). Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas. Londres: Mosca.

Gutierrez, I. (2009). *Plan de manejo de la microcuenca del río tena*. Sangolqui: Escuela Politecnica del Ejército.

Gutierrez, I. (2009). Plan de manejo de la microcuenca del río Tena.

H. Congreso Nacional. (2004). Ley de prevención y control de la contaminación ambiental. Registro Oficial Suplemento # 418 Fecha: 10-9-2004. Quito: HCN.

H. Congreso Nacional. (2004). Ley de Aguas, Codificación. Registro oficial 339 de 20 de mayo del 2004. Quito: Lexis.

Hernandez, D. (2005). Propuesta de un Plan de Manejo de las Cuencas de los Ríos Pita y San Pedro.

Hernandez, S., Lanza S, & J, L. (2009). *Concepto de manejo integral de cuencas hidrograficas*. Barcelona: Universidad de Oriente.

HUACA, G. M. (2011). Plan de Ordenamiento Territorial.

Ibañez, G. (2012). Elaboracion de un plan de manejo ambiental para la conservacion de la subcuenca del rio san pablo en el canton de la mana. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.

Infomundial.foroactivo. (10 de junio de 2015). *infomundial.foroactivo.com/t10-que-es-la-flora*. Obtenido de infomundial.foroactivo.com/t10-que-es-la-flora: <http://infomundial.foroactivo.com/t10-que-es-la-flora>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2012). *Anuario meteorológico 2012*. INAMHI. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

Izquierdo, E. (2009). Manejo de cuencas altoandinas: Análisis de la experiencia Pronamach en el Perú.

Jimenez, F. V. (2006). *Gestion integral de cuencas hidrograficas*. Turrialba: Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza.

Joseph, A. (2003). Programa de Manejo de la Cuenca de Lago San Roque en Córdova. Cordova.

León-Yáñez, S. R. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del ecuador* (Segunda ed.). Quito: Imprenta Mariscal. Obtenido de

http://gesneriads.ua.edu/pdf/Gesneriaceae_%20Libro%20Rojo%20Ecuador%202011.pdf

Londoño, C. (2001). *Cuencas hidrográficas*. Ibagué: Universidad de Tolima.

Londoño, C. (2001.). *Cuencas Hidrográficas: bases conceptuales, caracterización, planificación y administración*. Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de ingeniería forestal.

MAGAP-MAE. (2015). *Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental*. Quito. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/04-PRESENTACION_MAPA%20USO%20Y%20COBERTURA%20DE%20LA%20TIERRA%20-2013-2014.pdf

Mazari, M. (10 de junio de 2015). *¿Cómo ves? Revista de divulgación de ciencias de la UNAM*. Obtenido de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>

Mead. (1904). *Hidrología*.

Mendoza, A. (2008). *Mecanismos de financiamiento sostenibles para el plan de manejo de la cuenca hidrográfica del río Santa María*. Turrialba: Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Molina., U. N. (2000). *Manejo de Cuencas Alto Andinas*. Lima.

Montaguano, H., & Salamea, A. (2012). *Plan de manejo ambiental de la cuenca baja del río Ambato tramo comprendido de la quebrada Jarupana a la quebrada seca*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Morales, V. H. (1 de MARZO de 1994). *El gerenciamiento ambiental y los recursos naturales*. Obtenido de crisy.t.edu.ar

Moreno, A. R. (2007). *Gestión Integral de Cuencas, La experiencia regional de cuencas andinas*. Lima: CIP.

ONU . (2007). *La nueva generacion de programas y proyectos de gestion de cuencas hidrograficas*. Roma: FAO.

ONU. (2007). *La nueva generacion de programas y proyectos de gestion de cuencas hidrograficas*. Roma: FAO.

Peña Chamorro, J. J. (2012). *Zonificación de la Hacienda San Francisco y el Aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario*. Tulcán.

Peña, K. (s.f.). • *Propuesta de un plan de protección de las cuencas mediante un enfoque de planificación comunitaria participativa: Sub-cuenca de la Quebrada Muñoz, Municipio Santos Marquina del Estado Mérida* .

PERU. (2003). *Tercer congreso latinoamerican0o de manejo de cuencas hidrográficas 2003 Arequipa- Perú*. Arequipa.

PNDU. (28 de diciembre de 2016). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.undp.org/3/a-i4997s.pdf>

Quintero, G. (2011). *Un modelo de gestion para el manejo integrado de la subcuenca del rio zarati*. Oajaca: Universidad Nacional de Costa Rica.

Quintero, G. (2011). *Un Modelo de Gestión para el Manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí en las comunidades de Oajaca y Guabal Panamá*. Panamá: UNCR.

Ramón, G. (2008). *La potencialidad del conocimiento ancestral para resolver problemas del presente*.

Regalado, R. (2005). • *Elaboración y aplicación de una Guía Metodológica para el Manejo Integral de los Recursos Naturales en la cuenca Hidrográfica del Rio Santiaguillo*.

Regalado, R. (2005). • Elaboración y aplicación de una Guía Metodológica para el Manejo Integral de los Recursos Naturales en la cuenca Hidrográfica del Rio Santiaguillo.

Rodas, O. (2006). Marco de Políticas Vinculadas a la Gestión de Cuencas Hidrográficas.

Rosas, L. (2011). Propuesta de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del río esmeraldas. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Santillan, C. (6 de junio de 2014). Costo de producción de hortalizas orgánicas con relación a la nic 41 en el centro experimental "la playita" cantón la maná, año 2012. Quevedo: Universidad de Quevedo. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/economia/produccion-agricola.php#ixzz3UltYI4ZJ>

SENA. (1997). *Manual técnico para el manejo integrado de cuencas hidrográficas* (Segunda ed.). Bogotá: Publicaciones SENA Digeneral .

Sepulveda G, S. (2002). *Desarrollo sostenible microregional: métodos para la planificación local*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=O4mAKa-bz3cC&pg=>

Suango, V. (2008). • Plan de Ordenamiento y Gestión de Recurso Hídrico en la Subcuenca Del Rio San Pedro dentro del Cantón Mejía.

Torregrosa, M. T. (2007). *El modelo socioeconómico de gestión de los recursos hídricos*. Alicante: Universidad de Alicante.

Tungurahua., G. (2005.). • Propuesta para implementar el pago por servicio Ambiental hídrico de la provincia de Tungurahua y su aplicación en una zona piloto.

U.S. Geological Survey. (s.f.).

<https://water.usgs.gov/gotita/graphics/watercycleportrait.jpg>. Recuperado el 15 de diciembre de 2017, de <https://water.usgs.gov/gotita/graphics/watercycleportrait.jpg>

Yolanda, M. (2006). Programa de educación ambiental para la cuenca del río Mucujun.

Zambrano, Y. (2008). Plan de manejo y gestión de la subcuenca del río San Francisco. Managua: Universidad Nacional Agraria.

Zambrano, Y. (2008). Plan de manejo y gestión de la subcuenca del río San Francisco. Managua: Universidad Nacional Agraria.