



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Postgrado
Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

Propuesta de plan de manejo ambiental de la subcuenca del río Aguacapa

presentado por
Arquitecto Luigui Joél Revolorio Lima

al conferírsele el título de
maestro en ciencias en Diseño, planificación y Manejo Ambiental

Guatemala, Octubre 2018

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Postgrado
Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

Propuesta de plan de manejo ambiental de la subcuenca del río Aguacapa

Arquitecto Luigui Joél Revolorio Lima

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
DE LA SUBCUENCA DEL RÍO AGUACAPA**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA POR

ARQ. LUIGUI JOÉL REVOLORIO LIMA

AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

ASESORA: ARQ. JUANA ALICIA SALGUERO MONROY

EL AUTOR ES RESPONSABLE DE LAS DOCTRINAS SUSTENTADAS, ORIGINALIDAD Y CONTENIDO DEL TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA, EXIMIENDO DE CUALQUIER RESPONSABILIDAD A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Guatemala, Octubre 2018



JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón
VOCAL I:	Arq. Gloria Ruth Lara de Corea
VOCAL II:	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
VOCAL III:	MSc. Arq. Alice Michele Gómez García
VOCAL IV:	Br. Kevin Christian Carrillo Segura
VOCAL V:	Br. Ixchel Maldonado Enriquez
SECRETARIO:	MSc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO:	Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón
SECRETARIO:	MSc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos
EXAMINADOR:	MSc. Arq. Juana Alicia Salguero Monroy
EXAMINADOR:	MSc. Ing. Gerson Elías Barrios Garrido
EXAMINADOR:	MSc. Ing. Fulgencio de Jesús Garavito Quiñonez



DEDICATORIA

A DIOS ARQUITECTO DEL UNIVERSO

A MI AMADA ESPOSA DORIS

A MIS DOS TESOROS ANDREA Y GIGI

A MI PADRE Q.E.P.D. FERNANDO REVOLORIO

A MI MADRE TERESA LIMA

AGRADECIMIENTOS

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE POSTGRADO

A MI ASESORA MSC. ARQ. ALICIA SALGUERO
POR SU APOYO Y ENSEÑANZA EN TODO EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A MIS CONSULTORES MSC. ING. GERSON GARRIDO Y MSC. ING. FULGENCIO GARAVITO
POR SU APOORTE INTELECTUAL EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A MI COMPAÑERO Y COLEGA MSC. ARQ. JORGE LETONA
POR SU APOYO Y COMPAÑERISMO

A MIS AMIGOS LUCA SICURO Y LORIS BIAGIOTTI
POR SU GRAN APOYO EN LOS VIAJES A LA SUBCUENCA Y PROCESO FOTOGRÁFICO





ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ACRÓNIMOS.....	8
LISTA DE ABREVIATURAS	8
CAPÍTULO 1 - GENERALIDADES	9
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. ANTECEDENTES	12
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.4. HIPÓTESIS	14
1.5. OBJETIVOS	14
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	14
1.6. METODOLOGÍA	15
1.6.1. <i>Recopilación de información</i>	15
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO	16
2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA	17
2.2. PLAN MANEJO AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	19
2.2.1. <i>Definición de plan de manejo ambiental de cuencas hidrográficas</i>	19
2.2.2. <i>Objetivo del plan de manejo ambiental de cuencas hidrográficas</i>	20
2.2.5. <i>Limitantes del plan de manejo ambiental de cuencas hidrográficas</i>	20
2.3. BASE LEGAL.....	21
2.3.1. <i>Legislación Nacional</i>	21
2.3.2. <i>Marco Institucional</i>	25
CAPÍTULO 3 - DIAGNÓSTICO TERRITORIAL	27
3.1. DEPARTAMENTOS DENTRO DEL RADIO DE ACCIÓN	28
3.1.1. <i>Departamento de Guatemala</i>	28
3.1.2. <i>Departamento de Santa Rosa</i>	31
3.1.3. <i>Departamento de Escuintla</i>	33
3.2. DEFINICIÓN DEL NIVEL DE DETALLE DEL ESTUDIO	35
3.3. DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	35
3.4. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA	36
3.4.1. <i>Datos de partida del la cuenca principal, Cuenca del río María Linda</i>	36
3.4.2. <i>Morfología</i>	36
3.5. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA SUBCUENCA	37
3.5.1. <i>Hidrología</i>	37
3.5.2. <i>Edafología</i>	43
3.5.3. <i>Climatología</i>	55
3.5.4. <i>Biología</i>	61
3.6. CARACTERIZACIÓN SOCIO-CULTURAL DE LA SUBCUENCA	71
3.6.1. <i>Demografía</i>	71
3.6.2. <i>Educación</i>	71
3.6.3. <i>Salud</i>	72





3.6.4. Servicios básicos.....	73
3.7. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LA SUBCUENCA	73
3.7.1. Principales actividades económicas	73
3.8. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA	76
3.8.1. Presión en la subcuenca del Río Aguacapa.....	76
CAPÍTULO 4 - ANÁLISIS AMBIENTAL	78
4.1. IMPACTO AMBIENTAL	79
4.1.1. Metodología.....	79
4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DENTRO DE LA SUBCUENCA.....	81
4.2.1. Medio físico.....	81
4.2.2. Medio biológico.....	82
4.2.3. Medio socioeconómico.....	82
4.3. EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS DENTRO DE LA SUBCUENCA	82
4.3.1. Medio físico.....	83
4.3.2. Medio biológico.....	83
4.3.3. Medio socioeconómico.....	84
CAPÍTULO 5 - PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO	85
5.1. PROPUESTA DEL MANEJO AMBIENTAL	86
5.1.1. Objetivo General.....	86
5.1.2. Objetivos Específicos	86
5.2. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	88
5.2.1. Justificación	89
5.2.2. Objetivos.....	89
5.2.3. Resultados esperados.....	90
5.2.4. Estrategia del programa	90
5.2.5. Proyectos del programa	90
5.2.6. Actores clave	95
5.3. PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN PRODUCTIVA	96
5.3.1. Justificación	97
5.3.2. Objetivos.....	97
5.3.3. Resultados esperados.....	98
5.3.4. Estrategia del programa	98
5.3.5. Proyectos del programa	98
5.3.6. Actores clave	99
5.4. PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO	100
5.4.1. Justificación	101
5.4.2. Objetivos.....	101
5.4.3. Resultados esperados.....	101
5.4.4. Estrategia del programa	102
5.4.5. Proyectos del programa	102
5.4.6. Actores clave	103
5.5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	105
5.5.1. Justificación	106
5.5.2. Objetivos.....	106
5.5.3. Resultados esperados	107





5.5.4. Estrategia del programa	107
5.5.5. Proyecto del programa	107
5.5.6. Actores clave	108
CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
6.3. VINCULACIÓN	112
6.4. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN, PUBLICACIÓN.....	112
CAPÍTULO 7 - BIBLIOGRAFÍA.....	113
CAPÍTULO 8 - ANEXOS.....	116





ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Zonificación de la cuenca.....	18
Cuadro No. 2. Parámetros morfométricos del río María Linda y cuencas vecinas.....	36
Cuadro No. 3. Nombre de los principales ríos y riachulos que alimentan al río Aguacapa.	41
Cuadro No. 4. Serie de suelos	47
Cuadro No. 5. Órdenes y Características de la Taxonomía de Suelos.....	49
Cuadro No. 6. Estaciones meteorológicas.....	58
Cuadro No. 7. Temperaturas.....	59
Cuadro No. 8. Balance Hidrico.....	60
Cuadro No. 9. Flora	66
Cuadro No. 10. Especies indicadoras de flora	66
Cuadro No. 11. Distribución de especies endémicas de flora en la region	67
Cuadro No. 12. Mamíferos.....	68
Cuadro No. 13. Aves.....	68
Cuadro No. 14. Anfibios y Reptiles	69
Cuadro No. 15. Medio físico.....	81
Cuadro No. 16. Medio biológico.....	82
Cuadro No. 17. Medio socioeconómico.....	82

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen No. 1 Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.....	17
Imagen No. 2. Mapa de municipios dentro de la subcuenca	28
Imagen No. 3. Mapa de Vertientes Hidrográficas de Guatemala, localización Vertiente del Pacífico.....	37
Imagen No. 4. Mapa de Cuenca María Linda.....	38
Imagen No. 5. Mapa de la Subcuenca Aguacapa.....	39
Imagen No. 6. Morfología de la Subcuenca, curva hipsométrica.....	40
Imagen No. 7. Serie de suelos	48
Imagen No. 8. Mapa de Capacidad de uso de la tierra	51
Imagen No. 9. Mapa de intensidad de uso.....	53
Imagen No. 10. Mapa climático.....	56
Imagen No. 11. Mapa de zonas de vida.....	62
Imagen No. 12. Mapa de cobertura forestal	63
Imagen No. 13. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra	64
Imagen No. 14. Mapa de áreas protegidas	70
Imagen No. 15. Esquema de la propuesta, plan de manejo de la subcuenca del río Aguacapa.....	87





ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No. 1. Nacimiento de Agua tibia, afluente del río Aguacapa.	42
Fotografía No. 2. Cataratas en el recorrido del río agua tibia, afluente del Aguacapa.	43
Fotografía No. 3. Entorno de la subcuenca del Río Aguacapa.	46
Fotografía No. 4. La subcuenca del Río Aguacapa también presenta áreas áridas.	47
Fotografía No. 5. La piña como cultivo predominante en la parte occidente de la subcuenca.	74
Fotografía No. 6. La subcuenca del Aguacapa, como alternativa de desarrollo sostenible (energía Eólica).	75
Fotografía No. 7. Hidroeléctrica de Aguacapa, principal fuente de producción de electricidad del departamento de Santa Rosa.	75
Fotografía No. 8. Catarata Agua Caliente vecina a la desembocadura en el río Aguacapa.	117
Fotografía No. 9. Vista parcial del recorrido final del Río Agua Tibia previo a desembocar en el Río Aguacapa, donde se mezcla con las aguas contaminadas de este.	118
Fotografía No. 10. Granja de producción de tilapia en el territorio de la subcuenca, como modelo de desarrollo sostenible.	119
Fotografía No. 11. Aspecto relacionado con contaminación del entorno del río Agua Tibia previo a la desembocadura al río principal, provocado por visitantes al área, sin educación ambiental.	120
Fotografía No. 12. Otro de los productos típicos de la subcuenca es el café.	121
Fotografía No. 13. La falta de recursos económicos y de ayuda gubernamental ha sido el detonante para la degradación del café en esta región.	122
Fotografía No. 14. Las bestias de carga como el caballo, el asno o las mulas aún son utilizadas por los pequeños productores de la subcuenca para acarrear sus productos al área de venta.	123
Fotografía No. 15. Fotografías del año 2010 de la devastación del huracán Agatha. Río Mora y Río San Juan, afluentes del Río Aguacapa.	124
Fotografía No. 16. Fotografías de las viviendas después de la devastación del huracán Agatha en el año 2010.	125





LISTA DE ACRÓNIMOS

AMSA	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán.
CODEDE	Consejos Departamentales de Desarrollo Urbano y Rural
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
ICC	Investigación sobre el Cambio Climático
IDAEH	Instituto de Antropología e Historia
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Geográfico Nacional
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MICIVI	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y vivienda
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
MEM	Ministerio de Energía y Minas
PMA	Plan de Manejo ambiental
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
UNAM	Universidad Autónoma de México
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
PIF	Programa de Incentivos Fiscales
CIF	Certificados de Inversión Forestal

LISTA DE ABREVIATURAS

Km	Kilómetros
Km²	Kilómetros cuadrados
Km³	Kilómetros cúbicos
mm	Milímetros
°C	Grados centígrados
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mts	Metros





CAPÍTULO 1

GENERALIDADES



1.1. INTRODUCCIÓN

La subcuenca Aguacapa, posee recursos naturales de gran valor para el medio ambiente y la biodiversidad¹, tiene innumerables arroyos, quebradas, nacimientos de agua, que están siendo depredados, contaminados y degradados al punto que están agotándose, según mapa de cuencas hidrográficas del Instituto Geográfico Nacional (INE), esta subcuenca es parte de la cuenca de río María Linda; un río con importante caudal y de gran valor turístico, no solo en su desembocadura en el Pacífico sino en todo el trayecto. Posee gran valor para la economía de las familias que se dedican a la pesca. Actualmente se está dando un fenómeno repetitivo en algunos ríos del territorio nacional, similar a lo acontecido en el río La Pasión el año 2015,² se ha reportado algunos eventos de mortandad de peces sin causa aparente y se ha señalado que dichos sucesos se deben a la gran contaminación de sus aguas.

Los cambios en el entorno del río Aguacapa tienen efectos acumulativos que se manifiestan en la degradación de la calidad del agua, en el decremento tanto del volumen de las presas existentes en el transcurso del río, como la presa de la hidroeléctrica Poza Verde y la hidroeléctrica Aguacapa, existe pérdida de hábitats para la vida silvestre y deterioro de áreas potenciales de recreación y estéticas, como las cataratas de aguas termales denominadas Agua Caliente y el área donde nace el río denominado Agua Tibia que según visita efectuada se observa la amenaza de la aplicación de fungicidas en la parte alta de esa microcuenca por parte de cultivadores de piña, esto es grave ya que con las lluvias estos tóxicos son arrastrados a la corriente de este río poniendo en riesgo la salud de las personas que utilizan este recurso para la recreación.

Los riachuelos secundarios que tributan sus aguas al río Aguacapa, traen residuos sólidos y líquidos provenientes de los vertederos clandestinos que existen a lo largo de las microcuencas, lo cual afecta la biodiversidad de las aguas del río Aguacapa y degrada el paisaje de la Subcuenca ya que reduce los beneficios ambientales que el río ofrece. Todos estos son impactos significativos que afectan al río.

En las visitas de campo y en base a entrevistas con los pobladores se pudo determinar, que a las orillas de estos ríos tributarios del Aguacapa, se asientan viviendas, cuyos ocupantes por falta de educación ambiental, lanzan al río todo tipo de desechos sólidos caracterizados en su mayoría como desechos comunes, desechos con contenido orgánico como animales muertos o productos en descomposición. Este tipo de desechos consisten una amenaza a la biodiversidad del río, pues para su desintegración demandan cantidades grandes de oxígeno disuelto en el agua por lo que los peces y crustáceos muchas veces perecen por la falta de este elemento que es por medio del cual se abastecen para la respiración branquial.

¹ Instituto Nacional de Electrificación, *Plan de Preparación Ante Emergencias*, 2013, 69.

² CMI-G, "La Pasión Desastre Ecológico Y Social," accessed July 27, 2015, <https://cmiguate.org/la-pasion-desastre-ecologico-y-social/>.





Según el diagnóstico realizado por la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) sobre la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) de Guatemala en 2006, la contaminación del agua en las distintas cuencas del país se debe a fuentes puntuales (aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales) y no puntuales (erosión del suelo con agroquímicos durante los eventos de precipitación y escorrentía).³ Esta aseveración nos hace pensar que la mayor parte de los recursos hídricos de Guatemala se encuentran con cierto grado de contaminación, lo cual no exceptúa el río Aguacapa que según visitas realizadas a varias de las microrregiones de la cuenca de este río se ha podido ver por simple inspección los siguientes problemas ambientales:

- Deforestación de las partes altas de las microcuencas, lo que provoca saturación de agua, con la consecuencia de aumento en la escorrentía superficial que arrastra sedimentos y agroquímicos que también contaminan las aguas de estos afluentes.
- Procesos de lavado y despulpe de café en cereza por parte de los beneficios de café circunscritos en el área de influencia, cuyos desechos consistentes en aguas mieles y pulpa de café, contaminan las aguas, generando según la simple inspección alteración en entorno biológico que conforman los ecosistemas de los diferentes ríos que forman parte de la subcuenca Aguacapa.
- Acumulación de desechos sólidos en los riachuelos de las microcuencas
- Tuberías que conducen aguas residuales de las viviendas sin ningún tipo de tratamiento en las orillas de los riachuelos, que vierten sus contenidos en estos cuerpos hídricos.
- Personas lanzando desperdicios con contenido orgánico al río, para deshacerse de estos residuos.

Si hacemos una reflexión acerca de la sostenibilidad del agua podemos deducir que ha sido siempre un recurso renovable, pues obedece a un ciclo de recarga hídrica en la época de invierno, por medio del cual los mantos freáticos se recargan y continúa el ciclo hasta la próxima estación lluviosa. Sin embargo en los últimos años han aparecido fenómenos tales como El Niño y La Niña.

Estos fenómenos se caracterizan por periodos secos prolongados, lluvia intensa en cortos periodos de tiempo, escases de lluvias de manera inusual, cambios en la temperatura media anual.⁴ Estos eventos constituyen una amenaza ante la vulnerabilidad de que el recurso se vuelva insostenible a causa de estos fenómenos y de la presión que los seres humanos ejercen sobre los recursos hídricos.

³ Marn, Uri-Iarna, and Pnuma, *Informe Ambiental Del Estado de Guatemala - GEO, 2009.*

⁴ Oscar Adrián Leal-Nares and Manuel E. Mendoza, "Análisis Y Modelamiento Espacial de Información Climática En La Cuenca de Cuitzeo, México," *Geografía Física*, 2010, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112010000200005.





La raza humana siempre ha aprovechado el recurso hídrico para alimentarse, transportarse de un lugar a otro, consumo humano, diversión y aseo personal, por lo cual es necesario rescatar estos recursos para que futuras generaciones puedan seguir utilizando estos recursos naturales tal como lo han hecho nuestros antepasados.

Hoy en día con los avances de la tecnología es posible habitar lejos de los ríos y al mismo tiempo estar abastecidos de todos los productos que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades,⁵ sin embargo la tecnología y productos que el ser humano utiliza a lo largo de la vida, es producto de procesos industriales que generan grandes cantidades de residuos de todo tipo, muchas veces estos residuos no son tratados adecuadamente y van a parar a los ríos contaminando sus aguas, provocando intoxicación y gran demanda de oxígeno en estos cuerpos de agua lo que deriva en exterminación de la biodiversidad.⁶

1.2. ANTECEDENTES

Los problemas que afronta la subcuenca del río Aguacapa están derivados fundamentalmente de las actividades humanas, que durante las últimas décadas ha ido intensificándose por el crecimiento poblacional, contribuyendo a una acelerada degradación y contaminación de los ecosistemas de la subcuenca.

Otro gran problema es que en algunos de los municipios a que pertenece la cuenca se carece de un plan de ordenamiento territorial, por tal motivo las personas son libres de asentarse en cualquier área sea esta de riesgo ambiental o no y además cualquier persona puede en todo caso libremente lanzar desechos en cualquier afluente sin temor de ser sancionado, pues no existen lineamientos en los juzgados de asuntos municipales para sancionar este flagelo.

Las actividades agrícolas (cultivo de café) son la principal fuente de ingreso de las comunidades asentadas dentro de la subcuenca; sin embargo, sus prácticas no cuentan con lineamientos de manejo técnico, lo que las convierte también en una de las principales causas de degradación ambiental. Esta situación se ve agravada por la topografía de la subcuenca que presenta pendientes pronunciadas. La cultura de sus habitantes, el crecimiento urbano desordenado, es lo que ha causado incesantes cambios de uso de suelo, generando problemas ambientales tales como erosión, cambios en los cursos del agua, producción de aguas residuales, desechos de las cosechas, desechos peligrosos provenientes de los residuos de fertilizantes, herbicidas y pesticidas utilizados para el manejo de las enfermedades que atacan las plantaciones de café, desechos de animales, entre otros.

⁵ Al Gore, *Una Verdad Incomoda. La Crisis Planetaria Del Calentamiento Global Y Como Afrontarla*, ed. Editorial Gedisa, primera ed (Washington, USA, 2007).

⁶ C Martínez Alonzo, *Evolucion Histórica Delos Residuos Sólidos Urbanos*, ed. Edifesa, primera ed (Madrid, España, 2001).





El deterioro descrito afecta la provisión de servicios integrales como procesos de producción y regulación hídrica, biodiversidad, zona de paisaje y retención de suelos.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al atravesar diferentes unidades político-administrativas con diferentes intereses ambientales, económicos y sociales, no se ha podido realizar una verdadera planificación en el uso de los recursos naturales y territorio de la subcuenca, por lo que la generación de alternativas para alcanzar el desarrollo sustentable, a través de la aplicación de un plan de manejo integral se presenta como una herramienta inicial para enfrentar el deterioro de los ecosistemas naturales de la subcuenca y satisfacer las necesidades de sus habitantes.

El agua que transporta el río Aguacapa presenta deterioro provocado por desechos sólidos y líquidos, fertilizantes, pesticidas que llegan a sus aguas por medio de los ríos tributarios pertenecientes a la subcuenca Aguacapa.⁷

Esta situación presenta una grave amenaza a la biodiversidad del río y de la zona de influencia, que es superior a la vulnerabilidad de los ecosistemas. Lo cual pone en riesgo de pérdida de especies endémicas, degradación del paisaje natural, brotes de enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada. Así mismo, este río en su recorrido hacia la cuenca principal del río María Linda, contribuye a que todos estos contaminantes pasen directo a la desembocadura en el océano pacífico.

Los contaminantes que llegan al río Aguacapa se generan en las microrregiones propias de esta subcuenca, por las siguientes razones:

- Actividades humanas desordenadas tales como: generación masiva de desechos sólidos que son vertidos sin ningún control a las aguas de los ríos tributarios.
- Deforestación por demanda energética en los hogares que en la mayor parte cocinan con leña.
- Depredación de los recursos naturales como arboles maderables lo cual produce erosión y aumento en la escorrentía que arrastra residuos de agroquímicos.
- Descargas de aguas residuales sin ningún tratamiento que provoca gran demanda de oxígeno que deriva en reducción de la fauna acuática.
- Derrame de aguas mieles sin ningún control por parte de los beneficios de café de la zona.
- Contaminación por productos químicos generado por la aplicación de pesticidas y fertilizantes que son transportados por las lluvias a los ríos tributarios.

⁷ Marn, Uri-Iarna, and Pnuma, *Informe Ambiental Del Estado de Guatemala - GEO. 2009.*





Las actividades humanas mencionadas provocan los siguientes efectos:

- Demanda de oxígeno en los ríos que conforman la subcuenca incluyendo el río principal, provocando reducción de la fauna acuática.⁸
- Intoxicación de la biodiversidad de los ríos tributarios y río principal con la consecuente reducción no solo de la fauna acuática sino también de aves endémicas y migratorias así como pequeños mamíferos que se alimentan de los productos que el río les provee.⁹
- Brotes de enfermedades por aumento de insectos y roedores que las transmiten y que provienen de los botaderos clandestinos de desechos sólidos.¹⁰
- Degradación de la cuenca, desbordamiento de ríos, modificación del paisaje natural por depredación de recursos naturales.¹¹

1.4. HIPÓTESIS

Los ecosistemas encontrados dentro de la subcuenca del río Aguacapa, están degradados principalmente por las actividades agrícolas, una planificación integradora en el manejo de los recursos de la subcuenca del río Aguacapa, constituye una etapa inicial en su recuperación.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de manejo sustentable de la subcuenca del río Aguacapa, mediante la formulación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA).

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado biofísico de la subcuenca del río Aguacapa.
- Diagnosticar el estado socioeconómico de la subcuenca del río Aguacapa.
- Proponer alternativas de manejo sustentable, aplicables a la subcuenca del río Aguacapa.

⁸ Karen Alejandra et al., "Identificación de Peligros Químicos En Cuencas de Abastecimiento de Agua Como Instrumento Para La Evaluación Del Riesgo Identification of Chemical Hazards in Supply Watersheds as an Instrument for Risk Evaluation" 13, no. 24 (2014).

⁹ Francisco Ferrando, "Alcances En Torno a La Gestión Ambiental a Nivel de Cuencas Hidrográficas," *Tiempo Y Espacio* 10 (2003): 175–84,

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=44204342&lang=es&site=ehost-live>.

¹⁰ Marn, Url-larna, and Pnuma, *Informe Ambiental Del Estado de Guatemala - GEO*.

¹¹ Pablo Huerta Fern and Oscar Loli Figueroa, "Erosión Hídrica En La Cuenca Alta Del Río Moche" 13 (2014).





1.6. METODOLOGÍA

La recopilación de información se realizó mediante la búsqueda, compilación, análisis y clasificación de bibliografía, estudios anteriores y publicaciones tanto del tema como del área de estudio; complementada con la información proporcionada por las instituciones involucradas en la gestión de los recursos naturales.

1.6.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El proceso de sistematización de la información se realizó de la siguiente manera:

- Se realizó una lista de las posibles fuentes de información como: Universidades y centros de investigación, instituciones públicas y privadas, bibliotecas, páginas especializadas de internet.
- Una vez recolectada la información se realizó el proceso de análisis y clasificación de la información, en base a la aplicación de la misma para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto de graduación.
- Se comparó la información de las diferentes fuentes y se procedió a estandarizar la misma.





CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO



2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA

Existen diversas expresiones para definir una cuenca hidrográfica, sin embargo para los alcances que se pretenden en esta investigación se cita la siguiente definición:

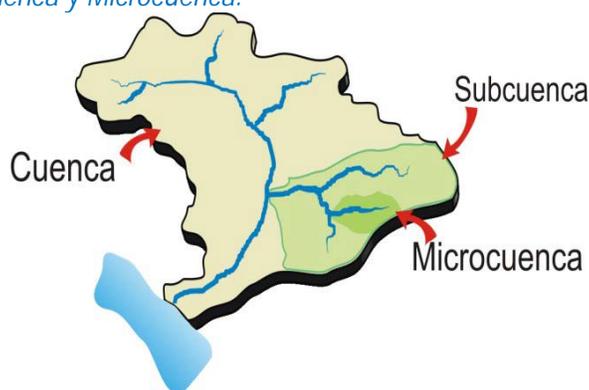
Cuenca u hoya hidrográfica es un área físico-geográfica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural mediante uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente que confluyen a su vez en un curso mayor que desemboca o puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.¹²

Todo el territorio de una cuenca está siempre delimitado por la línea de cimas que marca la parte divisoria de las aguas, entre las vertientes o cuencas adyacentes. Estos límites no necesariamente concuerdan con los límites políticos y de propiedad privada, lo cual ocasiona inconvenientes a tomar en cuenta durante la planificación y ejecución de cualquier intervención en la cuenca.

Generalmente una cuenca incluye diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos es necesario también entender que las cuencas tienen un funcionamiento territorial dependiendo de la altitud, ya que existe una relación directa entre las partes altas que se encuentran vecinas al parteaguas, la zona intermedia y la parte baja de la cuenca vecina a la desembocadura, de manera que la parte alta afecta de manera determinante a la parte baja.

Una cuenca siempre está conformada por sub cuencas y microcuencas como se observa en la figura No. 1. En la presente investigación se estudia la subcuenca del río Aguacapa, perteneciente a la cuenca del María Linda.

Imagen No. 1 Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.



Fuente: Elaboración propia.

¹² Luis Alberto Villa Duran, *La Cuenca Hidrográfica Y Su Papel En El Estudio Y Conservación de Los Recursos Naturales.*, ed. Patricia Ramirez Morato, Servicio (Bogotá: EMFASAR, Bogotá, D.E. calle 4 numero 6-27, 1990).





Cuadro No. 1. Zonificación de la cuenca.

	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
	Montaña y Colinas	Valle Aluvial	Delta
Procesos Dominantes	Erosión	Transporte	Sedimento
Influencia	Lito/Relieve	Erosión-Sedimentación	Fluvio-Marina

Fuente: *Elaboración propia.*

En la actualidad el concepto de cuenca hidrográfica abarca más allá de sus límites naturales y sus características biofísicas, agregándole las diferentes relaciones que se generan entre los recursos naturales y los habitantes de la cuenca, que cambian de una cuenca a otra por las condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales particulares de cada una. Los mecanismos biofísicos, biológicos y antropológicos que interrelacionan dentro de la cuenca deben estar en equilibrio, ya que al afectarse uno de ellos pone en peligro todo el sistema.

Es así que una cuenca es una fuente natural de captación de agua, con una realidad social propia establecida por las relaciones económicas, culturales, sociales y políticas que se establecen entre los diferentes grupos sociales. Transformándose en un sistema en el que interactúan sus mecanismos en el tiempo y el espacio, siendo el recurso hídrico el eje integrador. En la cuenca se denota el desarrollo histórico de las poblaciones, intereses y hábitos, que definen la forma como se organiza el territorio y las diferentes prácticas productivas que se realizan.

Según el manual de manejo de cuencas de World Vision, también a la cuenca hidrográfica se le reconoce como un área de terreno conformada por un sistema hídrico, el cual tiene un río principal, sus afluentes secundarios, terciarios, de cuarto orden o más. El sistema hídrico refleja un comportamiento de acuerdo a como se están manejando los recursos agua, suelo y bosque; y que actividades o infraestructuras afectan su funcionamiento. Todo punto de la tierra puede relacionarse con el espacio de una cuenca hidrográfica, a veces corresponde a las partes altas, laderas, lugares ondulados, sitios planos y zonas bajas, que finalmente son parte de la cuenca hidrográfica.¹³

Este manual nos hace reflexionar entre la relación entre la cuenca hidrográfica y la cuenca hidrológica, a lo cual hay que definir exactamente que es una y otra para comprender tal relación, en este sentido el manual nos explica que mientras la cuenca hidrográfica tiene un parte aguas, es decir un punto máximo que es la división entre una y otra cuenca hidrográfica, pues la cuenca hidrológica más que todo se refiere a la división subterránea que existe al cambio de alimentación por esa vía entre una cuenca y otra es decir arriba en la superficie puede ser que nos encontremos en una cuenca a la cual esta drenando hacia un sistema hídrico, sin embargo la simetría de los mantos acuíferos

¹³ V Mundial, "Manual de Manejo de Cuencas," San Salvador, SV, 2004, 1–107, <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Manual+de+manejo+de+cuencas#9>.





subterráneos pueden ser diferentes y estos formen parte de la misma subcuenca superficial morfológicamente hablando y estén tributando su caudal hacia una cuenca vecina.

Por lo tanto las cuencas hidrográficas deben ser tratadas como unidades de planificación ordenamiento territorial y gestión, para el manejo de los recursos naturales, ya que la conservación de estos recursos no está circunscrita a límites geográficos o políticos, sino más bien al accionar y características sociales, culturales y económicas de la población asentada dentro de la cuenca y el deterioro ambiental que generan sus prácticas de producción.

SEGEPLAN a través de sus planes de desarrollo elaborados por los Consejos de desarrollo¹⁴ presenta informes que describen el estado de las regiones en que se subdivide el territorio nacional, visión de lo que pudiera ser a grandes rasgos, hipótesis para el desarrollo por los siguientes quince años en una búsqueda de cumplir en la medida de lo posible con los objetivos del desarrollo sostenible.

2.2. PLAN MANEJO AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Los planes de manejo de cuencas en el contexto global, se conceptualizan como: “instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una cuenca Hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales”. El diseño del plan de manejo de cuencas, requiere de una formulación técnica, enfoque, luego definir el modelo que le corresponde y finalmente el proceso técnico y social para definir las actividades.¹⁵

Los planes de manejo ambiental de las cuencas hidrográficas son una parte fundamental de las acciones de gestión ambiental, que buscan contrarrestar efectos ambientales negativos y alcanzar efectos ambientales positivos, los cuales puedan ser evaluados por la cantidad, calidad, de los recursos de una cuenca. En sí en la búsqueda de satisfacer las necesidades del hombre, conservando los recursos naturales encontrados dentro de la cuenca, a fin de poder elevar su calidad de vida en armonía con el medio en el que se desarrollan, mediante la implementación de acciones que permitan lograr un desarrollo sustentable, tanto en la cuenca alta, media y baja.

Se trata de alcanzar el bienestar de la población mediante el uso sostenible de los recursos naturales, conservándolos para que los mismos sean aprovechados por las generaciones futuras.

¹⁴ Consejo de desarrollo departamental (CODEDE), *Plan de Desarrollo, Pueblo Nuevo Viñas Santa Rosa, Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, vol. 1, 2015, doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

¹⁵ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos, “Planificación Para El Manejo de Cuencas,” *Manual de Manejo de Cuencas*, 2011, 22, [http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo 4/Plan de manejo de cuencas.pdf](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/Plan%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf).





Es necesario realizar un conjunto de acciones y técnicas, ajustadas a las características socioeconómicas y legales de la zona, que se muestren como una solución a los problemas ambientales, económicos y sociales, a fin de mejorar la calidad de vida de su población.

Se convierte en una tarea difícil, ya que este debe garantizar la conservación de los recursos naturales, sin descuidar las necesidades de los habitantes. Es fundamental tener la capacidad para solucionar los problemas y conflictos que nacen en el desarrollo de la interacción entre el ser humano y la naturaleza, encontrando una propuesta viable que promueva la protección de la naturaleza y no afecte beneficios que la población obtiene de ella.

2.2.2. OBJETIVO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Tomando como base lo mencionado anteriormente se puede decir que el objetivo principal de un PMA de cuenca es la obtención de un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en donde el hombre es el principal agente de destrucción o conservación.

Si bien la conservación de los ecosistemas naturales sobresale en esta concepción, alcanzarla necesita del mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los pobladores asentados dentro de la cuenca, para lo cual es necesario definir y analizar los sistemas de producción predominantes en la zona, a fin de determinar los limitantes socioeconómicos y biológicos que enfrenta la población. Y de esta manera llegar a hacer efectivos los modelos de producción, mediante prácticas y técnicas que permitan recuperar, rehabilitar y restaurar las áreas degradadas, como nuevas alternativas para un desarrollo armonioso con el medio, bajo el marco legal que regula las actividades de protección y producción en Guatemala.

Para alcanzar esto es necesario incorporar en la población una cultura de desarrollo sustentable, en una realidad de restricciones económicas según los índices de desarrollo mostrados por el plan de desarrollo de estas comunidades.¹⁶, se hace necesario un proceso de fortalecimiento en las áreas de educación, capacitación, planificación, concientización, participación y financiamiento, lo cual será propuesto en el presente proyecto de graduación.

2.2.5. LIMITANTES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Definitivamente para lograr un buen PMA de las cuencas hidrográficas es necesario realizar estudios detallados de la relación entre el hombre y el uso que este le da a los recursos, y el marco legal que ampara esta relación. Es necesario la capacitación de los

¹⁶ Consejo de Desarrollo Departamental (CODEDE), Plan de Desarrollo, Pueblo Nuevo Viñas Santa Rosa.





actores inmersos en el territorio sobre prácticas y técnicas de producción y conservación de los recursos, los cuales en la mayoría de los casos son desconocidos.

El desconocimiento de prácticas ajustadas a las características del territorio, es una de las principales limitantes para alcanzar un PMA de las cuencas. Más aún si se toma en cuenta que la pérdida de vegetación natural conlleva a procesos de degradación del suelo, biodiversidad y recursos hídricos. Este fenómeno se debe principalmente a prácticas de producción agrícola, que erosionan el suelo y contaminan los ríos con sedimentos y otras sustancias tóxicas (Pesticidas).

También es importante mencionar que otra de las limitantes que se presenta es el desconocimiento de las funciones de las cuencas y sus beneficios que estas le dan a los ecosistemas si son manejadas de manera ambientalmente responsable, lo que no permite valorar la degradación a la que se ve afectada la cuenca, ni tampoco permite definir las estrategias de intervención. Dentro de las limitaciones naturales que se tiene que enfrentar están la topografía, el difícil acceso, las variaciones climáticas. De igual manera hay que enfrentar la problemática de llegar a un consenso que beneficie a todos los habitantes de la zona y la aplicación de regulaciones legales generalizadas que no toman en cuenta la particularidad de cada zona. Acompañado de los problemas de la administración y trámites burocráticos, que dificultan el acceso a recursos económicos para la realización de los proyectos.

2.3. BASE LEGAL

2.3.1. LEGISLACIÓN NACIONAL

A continuación se hace un listado de la legislación nacional que aplica al plan de manejo de cuenta contenida en la Constitución Política de la República, Decretos leyes, Acuerdos gubernativos, Convenios y Reglamentos específicos.

2.3.1.1. Constitución política de la república de Guatemala

Constitución Política de la República de Guatemala, en el artículo 126 Declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques.

La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo resinas, gomas productos vegetales, silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de protección especial.¹⁷

¹⁷ Constitución política de la república de Guatemala.





En el artículo 122 se establece que son reservas territoriales del estado aquellas áreas comprendidas hasta doscientos mts. alrededor de las orillas de los lagos, de cien mts. a cada lado de las riberas de los ríos navegables, de cincuenta mts. alrededor de las fuentes y manantiales donde nazcan las aguas que surtan a las poblaciones.¹⁸

En el artículo 127, Régimen de aguas. Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.¹⁹

En el artículo 128, Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos. El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso.²⁰

2.3.1.2. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto 68-86, año 1986

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 88-86) establece en el artículo 15 lo siguiente: El Gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad de agua para el uso humano y otras cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para: f) Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de agua. g) Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica h) Propiciar en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para mantener la capacidad reguladora del clima en función de cantidad y calidad del agua.

2.3.1.3. Acuerdo Gubernativo No. 236-2006

Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos

El acuerdo Gubernativo No. 236-2006 en su artículo No. 2 APLICACIÓN menciona para quienes debe de aplicarse el reglamento siendo: Los entes generadores de aguas residuales; las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público; las personas que produzcan aguas residuales para reúso; las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales; y las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ *Ibíd.*





En su artículo No. 5. Declara la obligatoriedad de preparar el ESTUDIO TÉCNICO. Queda obligada de cumplir la persona individual jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reúso y lodos.

Estableciendo en su artículo No. 7. RESGUARDO DEL ESTUDIO TÉCNICO. La persona individual o jurídica conservará el Estudio Técnico, manteniéndolo a disposición de las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) cuando se lo requieran por razones de seguimiento y evaluación. Por tal motivo el estudio Técnico deberá de estar al día, con datos recientes y realidad de la caracterización del agua residual descargada.

2.3.1.4. Decreto 90-97, Código de Salud

El Código de Salud establece en su artículo 1º todos los habitantes de la República tienen derecho a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación de su salud, sin discriminación alguna.

En el capítulo IV, en la sección I, se encuentran los capítulos relacionados con la calidad ambiental. El artículo 74 referente a la Evaluación de Impacto Ambiental y salud mencionando que El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el MARN, y las Municipalidades establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

Por otra parte, el Código de Salud (Decreto 90 - 97), - cuenta con la misma jerarquía legal que la Ley Forestal -, establece lo siguiente: artículo 84. Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, lagos lagunas y fuentes de agua, hasta 25 mts. de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.

El Código de Salud establece normas claras en relación con la calidad del agua para consumo doméstico y respecto a la forma de disponer de las aguas residuales las cuales deben observar y cumplir todas y cada una de las 333 municipalidades del país. En ausencia de un programa nacional para facilitar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones sanitarias del gobierno central, el Legislativo reitera la emisión de normas tipificando como delito tal incumplimiento y el Ejecutivo hace las denuncias respectivas no clorar el agua. Estas medidas legales de excepción son aleccionadoras pero no promueven mecanismos regulatorios, financieros y técnicos para hacer una realidad el cumplimiento de tales normas sanitarias de parte de los prestadores.





El Código de Salud faculta al MSPAS para vigilar provean los servicios públicos aguas sanitariamente seguras y se disponga apropiadamente de las aguas residuales; y en cumplimiento de estos mandatos se estima tiene capacidad para cubrir cerca del 25 % de las necesidades de vigilancia de los servicios del país.

2.3.1.5. Ley de áreas protegidas, decreto 4-89, año 1989

La Ley de Áreas Protegidas (1989), cuya aplicación corresponde al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), incorpora genéricamente las aguas como parte de procesos ecológicos esenciales y sistemas naturales vitales; y el Artículo 13 establece como programa prioritario el Subsistema de Conservación de Bosques Pluviales; en general puede afirmarse que los ecosistemas vitales contenidos en las diferentes áreas protegidas y las categorías de manejo contempladas por el reglamento de la ley, incluyen el agua. Antecedentes normativos de protección de las fuentes de agua, se encuentran en las leyes forestales (1925, 1945, 1974) y agrarias (1962). El fundamento constitucional de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y de la Ley de Áreas Protegidas, artículos 97 y 64, respectivamente, incorporan al ordenamiento jurídico desde una perspectiva novedosa e innovadora, el ambiente y el patrimonio natural para determinar relaciones jurídicas entre las personas y el ambiente, superando el criterio normativo de la regulación entre personas y sociedad, imperante desde siglos atrás.

2.3.1.6. Ley forestal, decreto 70-89, año 1990

En la parte considerativa del Reglamento del Programa de Incentivos Fiscales (PIF) se indica que por medio del Decreto número 70-89 del Congreso de la República, se estableció la continuidad del PIF, para promover la reforestación a nivel nacional; similarmente, en el Artículo 110 de la Ley Forestal, se estableció que los Incentivos Fiscales para reforestación que hayan sido aprobados de conformidad con las leyes respectivas tendrán vigencia hasta su vencimiento.

Derivado de la derogatoria del Decreto número 70-89, se dejaron de regular los procedimientos dentro del régimen de incentivos fiscales, por lo que a través del Reglamento del PIF se lograron establecer los mecanismos para agilizar y regular el citado programa.

En la parte expositiva del Reglamento del PIF, se determina que en cumplimiento al Artículo 110 de la Ley Forestal, el Instituto Nacional de Bosques (INAB) emite los Certificados de Inversión Forestal (CIF) a aquellas personas individuales o jurídicas, denominadas como los titulares del proyecto forestal o inversionistas, a quienes se les haya aprobado el proyecto forestal amparado en el Decreto 70-89.

En el Artículo 3 del citado Reglamento, se regula que los CIF cubren los costos fijados y publicados anualmente, conforme el Artículo 78 de la Ley Forestal, que se otorgarán a





través del INAB, al titular del proyecto, previa comprobación del cumplimiento de las normas técnicas establecidas. Los CIF tendrán vigencia de cuatro años durante los cuales se puede deducir hasta el 50% del Impuesto sobre la Renta anual y del Impuesto sobre Circulación de Vehículos. El declarante puede pagar hasta un 50% de estos impuestos, por medio de CIF y debe adicionar la escritura pública del contrato de prestación de servicios entre las partes y el mandato especial con representación que otorgue el inversionista a favor de la empresa reforestadora.

2.3.1.7. Leyes que crean Autoridades de Cuenca

Leyes que crean Autoridades de Cuenca: Los Decretos Legislativos 64-96, 133-96 y 10-98 y Acuerdo Gubernativo 186-99, establecen las Autoridades de los Lagos Amatitlán, Atilán e Izabal y sus cuencas.

Desde los años 80, existe en el Código Municipal (Art. 61 K), el mandato de que las municipalidades son las responsables de mantener sus fuentes y caudales de agua en buen estado y adoptar las medidas necesarias para su conservación y abundamiento. No obstante, la autonomía vrs. la debilidad municipal, propician únicamente las acciones de uso de recursos, especialmente el agua.

2.3.2. MARCO INSTITUCIONAL

2.3.2.1. Funciones de las principales instituciones

- CONRED implementó el Sistema de Alerta Temprana establecido por el Programa de Emergencia por Desastres Naturales en las cuencas del Polochic, Motagua, Achiguate, y María Linda, contempla puntos de control hidrometeorológico por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y el involucramiento de 51 comunidades.
- INSIVUMEH mantiene el control periódico de la red de estaciones hidrometeorológicas en todo el país, el cual está ampliando y modernizando gracias al apoyo del Programa de Emergencia por Desastres Naturales. El Instituto Nacional de Electrificación (INDE) realiza control hidrométrico y climático a través de estaciones establecidas en las cuencas generadoras de energía eléctrica.
- MARN está desarrollando el Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (Estudios de impacto ambiental, monitoreo ambiental, auditorías ambientales y riesgo ambiental), como instrumento para el ordenamiento ecológico y ambiental del país. La ley del Organismo Ejecutivo le faculta para formular la política de conservación, protección y mejoramiento de los recursos naturales, la política para el manejo del agua en materia de contaminación y la de manejo de cuencas.
- INDE, continua operando la red hidrométrica y climática únicamente en las cuencas prioritarias para generación de energía y su base de datos no es compartida con el INSIVUMEH. Algunas de sus estaciones hidrométricas fueron desmanteladas hace





varios años pero para análisis en el tema, se siguen usando sus series de datos de décadas pasadas.

- INSIVUMEH cuenta con una red meteorológica nacional que aunque no es muy completa en cuanto a su cobertura en algunas regiones, ha sido la base para generar la información meteorológica nacional. Actualmente está siendo fortalecida.
- MSPAS, tiene la responsabilidad de prestar los servicios de agua potable y aguas residuales, además de proteger la salud de la población. Además proponer normativa de calidad del agua potable y de saneamiento ambiental y vigilar por la calidad del agua potable.
- El Instituto de Fomento Municipal (INFOM), tiene la responsabilidad de mejorar las capacidades institucionales y financieras con ocasión de su prestación. El INFOM, conforme su ley orgánica, brinda asistencia técnica y financiera en todos los ámbitos del desarrollo municipal, incluyendo la prestación de estos servicios, pero no cuenta con una política institucional definida para lo mismo.
- MUNICIPALIDADES. La prestación de los servicios de agua potable y aguas residuales en la República de Guatemala es eminentemente descentralizada y compete a cada uno de los 333 municipios en que administrativamente se divide el país, autoridades locales que además deben regularlos, incluyendo la fijación de tarifas conforme lo dispone el Código Municipal.
- Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y vivienda (MICIVI), la ley del organismo ejecutivo le faculta para actuar en obras públicas tales como canales de navegación y dragado de ríos– así como con el servicio nacional de hidrología; al
- Ministerio de Energía y Minas (MEM), le asigna la atribución de fomentar el uso de fuentes renovables de energía y su aprovechamiento racional en función de lograr la autosuficiencia energética del país. Autoriza el derecho de uso de las fuentes para fines hidroeléctricos.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Ha sido el encargado del riego en el país, su rol actual es el de facilitados, promoviendo proyectos de riego para ser financiados a través de créditos para agricultores.



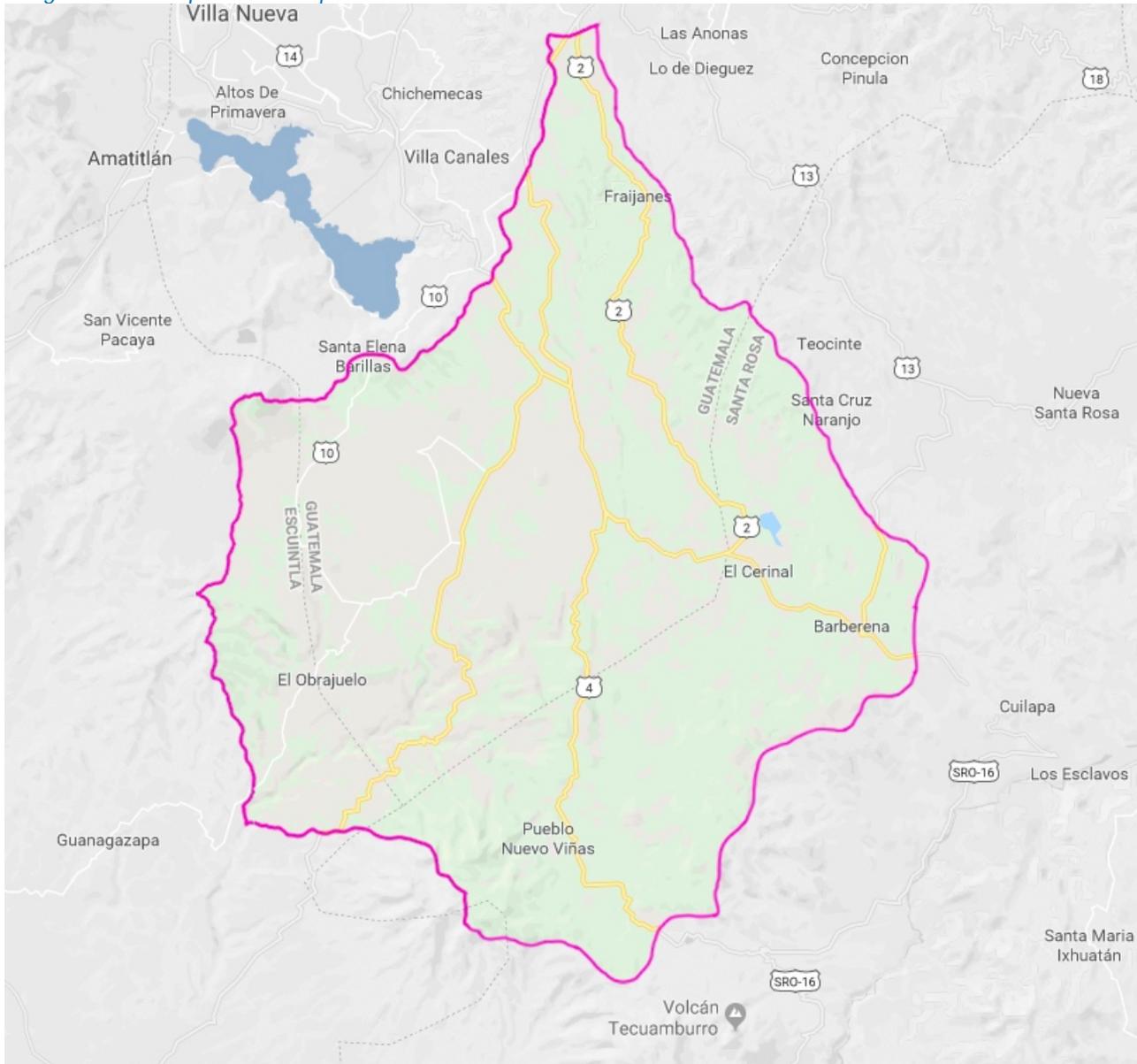


CAPÍTULO 3
DIAGNÓSTICO
TERRITORIAL



3.1. DEPARTAMENTOS DENTRO DEL RADIO DE ACCIÓN

Imagen No. 2. Mapa de municipios dentro de la subcuenca



Fuente: Elaboración propia, en base a google earth, 2018.

3.1.1. DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

El departamento de Guatemala se encuentra ubicado en el centro geográfico del país, situado en la Región I o Región Metropolitana.





Su cabecera departamental es Guatemala. Por su configuración geográfica que es bastante variada, sus alturas varían entre los 930 y 2,101 msnm, con un clima generalmente templado a cálido. Cuenta con una extensión territorial de 2,253 Km².

3.1.1.1. Datos Generales

- Cabecera departamental: Guatemala.
- Población: 2.521,470 aproximadamente.
- Clima: Templado.
- Idioma: El idioma oficial es el español, pero en algunos municipios se habla poqomám y kaqchikel.
- Altitud: 1,458 msnm.
- Extensión territorial: 2,253 Km²
- Fiesta titular: 15 de agosto, Día de la Virgen de la Asunción, patrona de la Ciudad de Guatemala.
- Fundación: 1,773.

Este departamento limita al Norte con el departamento de Baja Verapaz; al Sur con los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; al Este con los departamentos de El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; y al Oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango.

3.1.1.2. Historia

La primera ciudad de Guatemala fue fundada por don Pedro de Alvarado en 1,525 en Iximché, capital del reino Cakchiquel; la segunda en 1,527 en el Valle de Almolonga; la tercera en el Valle de Panchoy; y la cuarta en 1,776 en el Valle de la Virgen, en donde se asienta hoy la ciudad de Guatemala.

El departamento de Guatemala fue creado por decreto el 4 de noviembre de 1,825, que dividió la República en 7 departamentos y adoptó como centro metropolitano, la urbe conocida como Nueva Guatemala de la Asunción. En esta fecha, al departamento le incorporaron pueblos vecinos.

Los municipios del norte de Guatemala, en la época prehispánica eran habitados por cakchiqueles, mientras que algunos del sur eran pocomames. En 1,882 el departamento contaba con 20 municipios y en 1,914 sólo contaba con catorce. El departamento de Amatitlán fue suprimido en 1,935 por Decreto. Los municipios de Amatitlán, Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales quedan incorporados al departamento de Guatemala, mientras que Palín y San Vicente Pacaya, al departamento de Escuintla.

Situada sobre la meseta central, se coloca como la urbe más grande de Centro América, privilegio que sostiene desde su fundación, ya que fue el centro de la Capitanía General de Guatemala, que abarcó desde Chiapas y Soconusco en México, hasta Costa Rica.





Por encontrarse en este departamento la capital de la República, se han centralizado todos los organismos que conforman los tres poderes del Estado y autoridades religiosas, y servicios públicos como hospitales, líneas aéreas y terrestres, nacionales e internacionales, bancos, correos y telégrafos; mercados que son surtidos con productos que vienen del interior de la República, centros militares como la Escuela Politécnica, Brigada "Mariscal Zabala", Guardia de Honor, etc.

La cultura de sus poblados puede determinarse por la mayoría de un grupo étnico, aunque debe tenerse en cuenta que varios municipios son absorbidos cada vez más por el área metropolitana, tal el caso de Villa Nueva, Mixco, Chinautla, Santa Catarina Pínula, Petapa, Fraijanes, Parte de San Juan Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez.

3.1.1.3. Atractivos turísticos

No puede pasar desapercibido el imponente Volcán de Pacaya, localizado al Sur del lago de Amatitlán, con una altura de 2,250 metros. Uno de los atractivos más importantes que posee el departamento es el lago de Amatitlán, a 29 km de la capital por la autopista del Pacífico.

También es digno de mencionar el Mapa en Relieve de la República de Guatemala. Las Ruinas de Kaminal Juyú en la capital. Además, por su valor histórico el Palacio Nacional, la Catedral Metropolitana, las iglesias de la Merced y El Calvario, y el Centro Cultural Miguel Angel Asturias, además del parque recreativo Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA). Las fiestas patronales y las ferias cantonales en la ciudad, están dirigidas a los Santos, los difuntos, Cuaresma, Semana Santa, los rezados, la festividad de Amatitlán con procesión acuática, el mes de la Virgen del Rosario y la festividad de la Virgen de Guadalupe.

El imponente Volcán de Pacaya, iniciando su ascenso desde Santa Elena Barillas o San Francisco de Sakes. El lago de Amatitlán, a 29 km de la capital por la autopista del Pacífico; sobre este lago tienen jurisdicción los municipios de Villa Canales, Petapa y Amatitlán. A través del teleférico, se puede llegar del Parque Las Ninfas al parque de las Naciones Unidas, además que, durante el trayecto aéreo se observa un panorama completo del lago y sus alrededores. El Parque Naciones Unidas es un área forestal, con espacios recreacionales, bosques y vistas panorámicas, así como réplicas de monumentos prehispánicos.

3.1.1.4. Costumbres y tradiciones

El departamento de Guatemala se caracteriza por sus creencias en seres sobrenaturales, las historias y costumbres antiguas, las cuales son practicadas con solemnidad en diversas ceremonias rituales.





Sus fiestas patronales y las ferias cantonales en la ciudad, están dirigidas a los Santos, los Difuntos, Cuaresma, Semana Santa, los rezados, la festividad de Amatitlán con su procesión acuática, el mes de la Virgen del Rosario y la festividad de la Virgen de Guadalupe.

Las danzas folklóricas también hacen acto de presencia en algunas celebraciones. Entre éstas, la de los Moros, Cristianos, El Torito, La Conquista, Los Diablos, Costeños, Los Convites, Los Fieros, 12 Pares de Francia y otros. En el municipio de Guatemala su feria es el 15 de agosto e incluso es feriado, su patrona es la Virgen de la Asunción.

3.1.2. DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

El departamento de Santa Rosa se ubica en la Región IV o Sur Oriente. Se integra por 14 municipios. El idioma pipil ha desaparecido por completo y el Xinca aún es recordado por pocos ancianos entre la población de Chiquimulilla, Taxisco y Guazacapán. En consecuencia el idioma que se habla en todo el departamento es el español.

Su geografía es bastante variada, sus alturas oscilan entre los 214 y 1,330 msnm, con un clima que varía desde el frío en las montañas hasta el cálido en la costa del Pacífico, pero generalmente es templado.

3.1.2.1. Datos Generales

- Cabecera departamental: Cuilapa.
- Población: 301,370 habitantes aproximadamente.
- Clima: Cálido.
- Idioma: Español.
- Altitud: 893 msnm.
- Extensión territorial: 2,955 Km².
- Fiesta titular: Del 22 al 27 de diciembre en honor a Nuestro Señor Jesucristo.
- Fundación: 8 de mayo de 1,852.
- Distancia a la capital: 69 km.

Se encuentra situado en la Región IV o Región Sur oriente. Su cabecera departamental es Cuilapa. Limita al Norte con los departamentos de Guatemala y Jalapa; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con el departamento de Jutiapa; y al Oeste con el departamento de Escuintla.

3.1.2.2. Historia

El departamento de Santa Rosa fue habitado originalmente por los xincas, indígenas distintos a los pipiles de El Salvador pero de origen común con éstos, por lo que sus raíces son distintas a las de los mayas que habitan el resto del territorio guatemalteco.





Los xincas se distinguieron por su bravura durante la conquista española, aunque finalmente fueron sometidos por Pedro de Alvarado quien los convirtió en esclavos que trabajaron en la reducción militar de Cuscatlán, en tierras salvadoreñas. Por lo tanto, no es casualidad el nombre que después se dio al pueblo, al río y al puente ubicados en esa área: Los Esclavos.

Tampoco es una coincidencia que, como efecto de la dureza de los conquistadores, la población de origen xinca casi se haya extinguido en Santa Rosa, donde terminaron predominando los españoles, criollos y mestizos procedentes de las áreas no indígenas.

Durante el período colonial, Santa Rosa perteneció a la alcaldía de Escuintla y Guazacapán. Se trata de un área próspera, gracias a la fertilidad de sus tierras y a su ventajosa posición geográfica, toda vez que era un paso obligado en el trayecto de la capital guatemalteca a los territorios salvadoreño y hondureño.

En 1,825 la Asamblea Nacional Constituyente dividió el Estado de Guatemala, en siete departamentos de los cuales uno se denominó Guatemala-Escuintla y Guazacapán y en él se encontraba la capital. Santa Rosa pertenecía a este departamento y su ciudad denominada Cuajiniquilaba (actual Cuilapa), se convirtió posteriormente en la cabecera departamental. En 1,848, debido a una reorganización que derivó en una nueva división administrativa, se creó el departamento de Mita.

Este se dividió en tres distritos llamados Jalapa, Jutiapa y Santa Rosa, hasta que cuatro años más tarde (1,852) se creó en definitiva el departamento de Santa Rosa, tal y como se le conoce en la actualidad.

3.1.2.3. Atractivos turísticos

Cuenta con varios sitios turísticos entre los que sobresalen: las playas de Monterrico, Las Lisas y el Ahumado, la laguna de El Pino, la laguna de Ayarza, río Los Esclavos y la laguna de Ixpaco.

El potencial turístico basado en sitios de interés natural, es ejemplificado por las playas de Monterrico localizada en el municipio de Taxisco y Las Lisas en Chiquimulilla. Así también, se distinguen las lagunas de Ayarza en Casillas y Del Pino en Barberena, que es un Parque Nacional, fue legalmente constituida el 26 de mayo de 1,955; y algunos ríos, especialmente Los Esclavos en todo su recorrido y Las Margaritas en Chiquimulilla que son utilizadas para recreación.

El Espino es una Reserva Natural Privada, legalmente constituida. Los volcanes Cerro Redondo, Cruz Quemada y Tecuamburro tienen categoría de Parque Nacional.

Otros sitios de atractivo turístico son: El Canal de Chiquimulilla; el Puente Colonial sobre el río Los Esclavos en Cuilapa; las iglesias coloniales de Taxisco, Guazacapán, Nueva





Santa Rosa y Santa Rosa de Lima; el Templo a Minerva en Santa Rosa y los sitios arqueológicos de Los Ujxtales, Cerritos y Nancina en Chiquimulilla.

3.1.2.4. Costumbres y tradiciones

Poco a poco se fueron extinguiendo sus cofradías de las cuales las más importantes eran las de Guazacapán, Conguaco y Los Esclavos.

Las danzas y los bailes folklóricos se han extinguido, aunque aún aparece en las poblaciones Xincas de Chiquimulilla, un convite conocido como "El Sombrerón". Antiguamente se ejecutaban bailes como los de "Moros y Cristianos", "El Barreno", "El Fandango", "La Tusa", "Los Viejos Enmascarados", "El Toro y el Caballito", "Los Encamisados" y el de "Los Pastores". Entre las leyendas de Santa Rosa, destaca la del Puente de Los Esclavos, en el municipio de Cuilapa, en donde se afirma que el diablo construyó el puente, a petición de un esclavo, durante una noche.

Las leyendas de espantos, aparecidos y ánimas en pena son abundantes en Santa Rosa. La Llorona aparece en Cuilapa, el Sisimite en Oratorio y Chiquimulilla, el Cadejo en San Juan Tecuaco y Guazacapán y en Taxisco las del Sombrerón.

3.1.3. DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

El departamento de Escuintla se encuentra situado en la región V o región Central, su cabecera departamental es Escuintla, llamada por sus habitantes "La Ciudad de las Palmeras". Cuenta con una extensión territorial de 4,384 Km². La cabecera departamental se encuentra a una altura de 347 msnm por lo que generalmente su clima es cálido en casi todo su territorio. Los principales lugares poblados son: Escuintla, Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, Tiquisate, La Democracia y San José.

3.1.3.1. Datos Generales

- Cabecera departamental: Escuintla.
- Población: 477,024 habitantes aproximados.
- Clima: Cálido tropical.
- Idioma: Poqomám, kaqchiquel y español.
- Altitud: 347 msnm.
- Extensión territorial: 4,384 Km².
- Fiesta titular: 8 de diciembre. Fiestas en la cabecera departamental en honor a la Inmaculada Concepción.
- Fundación: 1,825.
- Temperatura: Máxima 29.4°C. Mínima 18.1°C.
- Distancia a la capital: 58 km.





Escuintla, limita al Norte con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con Santa Rosa; y al Oeste con Suchitepéquez. Tiene una extensión territorial de 4,384 Km².

3.1.3.2. Historia

Según el historiador Fuentes y Guzmán, cronista colonial, el nombre Escuintla proviene de voces pipiles cuyo significado es Cerro de Perros, dada la abundancia de tepezcuintles en el lugar, animales que en aquel entonces fueron confundidos con perros por los conquistadores españoles. En el período indígena, este territorio estuvo habitado por integrantes de la raza pipil, el municipio de La Democracia muestra claras evidencias de monumentales rastros de cultura Olmeca.

Este territorio era considerado como poseedor de las tierras de mayor abundancia y sirvió de paso para los habitantes del altiplano central mexicano que emigraron al sur de mesoamérica a finales del siglo XIII.

Durante mucho tiempo se consideró que la cultura monumental más antigua de Mesoamérica, era la Olmeca, que floreció en el golfo de México, pero se ha comprobado que sus antecedentes se encuentran en la región maya del Pacífico.

En la historia de la región de Escuintla, se dice que sus habitantes fueron catequizados a partir del siglo XVI, quedando los restos de sus iglesias perdidos entre los bosques. Durante el período hispánico, la provincia de Escuintla estuvo dividida en dos: Escuintla y Guazacapán y se encuentra estrechamente vinculada a los repartimientos de indígenas. Por acuerdo del ejecutivo del 26 de mayo de 1,860 algunas poblaciones fueron escogidas del departamento de Sacatepéquez y agregadas al departamento de Escuintla. El citado acuerdo fijó los límites entre ambos departamentos.

Por la Asamblea Nacional Constituyente se decretó el 4 de noviembre de 1,825 la división territorial y conforme a la misma se crearon 7 departamentos, siendo uno de ellos Guatemala-Escuintla. Debido al levantamiento del Estado de los Altos, se decretó el 12 de septiembre de 1,839 una nueva división territorial siempre con 7 departamentos, del departamento anterior Guatemala-Escuintla, se formaron dos nuevos, el de Guatemala y el de Escuintla.

3.1.3.3. Atractivos turísticos

Los escuintlecos son poseedores de grandes atractivos turísticos naturales como sus extensas playas, donde sobresalen los puertos: Quetzal, San José e Iztapa, así como balnearios y turicentros que albergan a miles de turistas, especialmente en época de verano.





Además existen diferentes sitios naturales y arqueológicos con potencial turístico, por ejemplo Las Grutas de San Pedro Mártir en Escuintla y sitios arqueológicos en Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, La Gomera y Tiquisate. El Volcán de Pacaya, que se mantiene en constante erupción, también es un atractivo turístico natural importante del departamento.

Además, se han desarrollado en el departamento varios sitios de conservación de fauna y flora de carácter privado como: Auto Safari Chapín, Aqua Park, tortugarios, iguanarios y camaroneras en el litoral San José, Iztapa y en el parcelamiento El Naranja del municipio de La Gomera. Es importante mencionar el centro-escuela para la conservación de la iguana verde, la tortuga marina y el medio en que se desarrollan los mangales. Las playas más visitadas son la de Iztapa, Puerto de San José, Sipacate, la Empalizada, Tecojate y el Semillero.

3.1.3.4. Costumbres y tradiciones

El culto a la Virgen de Concepción es muy reconocido y aceptado, por lo que el teatro popular guatemalteco y las loas, se representan al paso de los rezados, durante el mes de diciembre. Los cuentos de animales son abundantes en todo el departamento, tales como el Tío Conejo, Tío Coyote y otros animales como la taltuza, tacuacines, caballos y toros maravillosos, revestidos de oro que cuidan el encanto de los cerros y las tomas de agua.

Los cuenteros religiosos son muy apreciados, de tal forma que los santos populares viven y conviven con la población. Como ejemplo se puede citar que en Santa Lucía Cotzumalguapa, San Antonio es un cura del barrio central que encuentra las cosas perdidas y ayuda a las "niñas" a conseguir novio. En San Vicente Pacaya, San Francisco se pasea a caballo y bendice "las bestias del campo". En Iztapa, San Isidro es un pescador que está en el mar todos los días, para recoger diariamente los peces y la lluvia en invierno.

3.2. DEFINICIÓN DEL NIVEL DE DETALLE DEL ESTUDIO

Para definir el detalle de estudio del presente trabajo se analizó la información cartográfica y temática disponible, aplicando la metodología propuesta para el plan de manejo de cuenca y del uso de la tierra, estudio de cuencas hidrográficas, investigación de campo y de gabinete en base a mapas del INE y MAGA 2016.

3.3. DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La subcuenca del río Aguacapa fue delimitada utilizando el software ArcGis, utilizando como cartografía base la información topográfica digital del INE a escala 1:50000.





3.4. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA

3.4.1. DATOS DE PARTIDA DEL LA CUENCA PRINCIPAL, CUENCA DEL RÍO MARÍA LINDA

La cuenca del río María Linda se extiende desde la Ciudad de Guatemala, en el altiplano, hasta la costa del océano pacífico y dentro de ella encontramos los volcanes Acatenango y Pacaya, además del lago de Amatitlán.

Los límites de la cuenca se han delimitado a partir del modelo de elevación del terreno de resolución 15m x 15m con la ayuda de sistemas de información geográfica. El resultado obtenido es idéntico a la cuenca delimitada por MAGA excepto en el tramo final, donde no se han incluido algunas corrientes de agua que drenan directamente al canal de Chiquimulilla, y no aportan su caudal al río María Linda.²¹

3.4.2. MORFOLOGÍA

Según el Estudio Hidrológico de la cuenca del Río María Linda 2012, Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC), Los datos morfométricos aportan criterios para la determinación de características hidrológicas de una cuenca, así como para permitir el análisis comparativo entre diferentes cuencas. Se han calculado los principales parámetros morfométricos de la cuenca del río María Linda, comparándolos con las cuencas vecinas que drenan hacia el Océano Pacífico.

Cuadro No. 2. Parámetros morfométricos del río María Linda y cuencas vecinas.

Cuenca	A (km ²)	P (km)	L (km)	I/Rf	D (km/km ²)	E _{max} (msnm)	E _{min} (msnm)	E (msnm)	Sg (%)
Achiguate	1,048	301	125	15	2.5	3,973	0	1,118	24
Coyolate	1,616	261	150	14	2.5	3,973	0	721	10
María Linda	2,780	359	128	7	2.5	3,973	0	851	22
Los Esclavos	2,007	447	133	9	2.5	2,704	0	1,077	34

Fuente: elaboración propia en base a Estudio Hidrológico de la cuenca del Río María Linda 2012, ICC.

Los parámetros determinados son:

- A: Área total de la cuenca (km).
- P: Perímetro de la cuenca (km).
- L: Longitud del cauce principal (km).
- I/Rf: Factor de forma (L²/A).
- D: Densidad de drenaje de la cuenca (km de cauce por Km² de superficie).
- E_{max}: Elevación máxima de la cuenca (msnm).

²¹ Estudio Hidrológico de la cuenca del Río María Linda, Instituto Privado de ICC.





- Emin: Elevación mínima de la cuenca (msnm).
- E: Elevación promedio de la cuenca (msnm).
- Sg: Pendiente promedio del terreno (porcentaje).

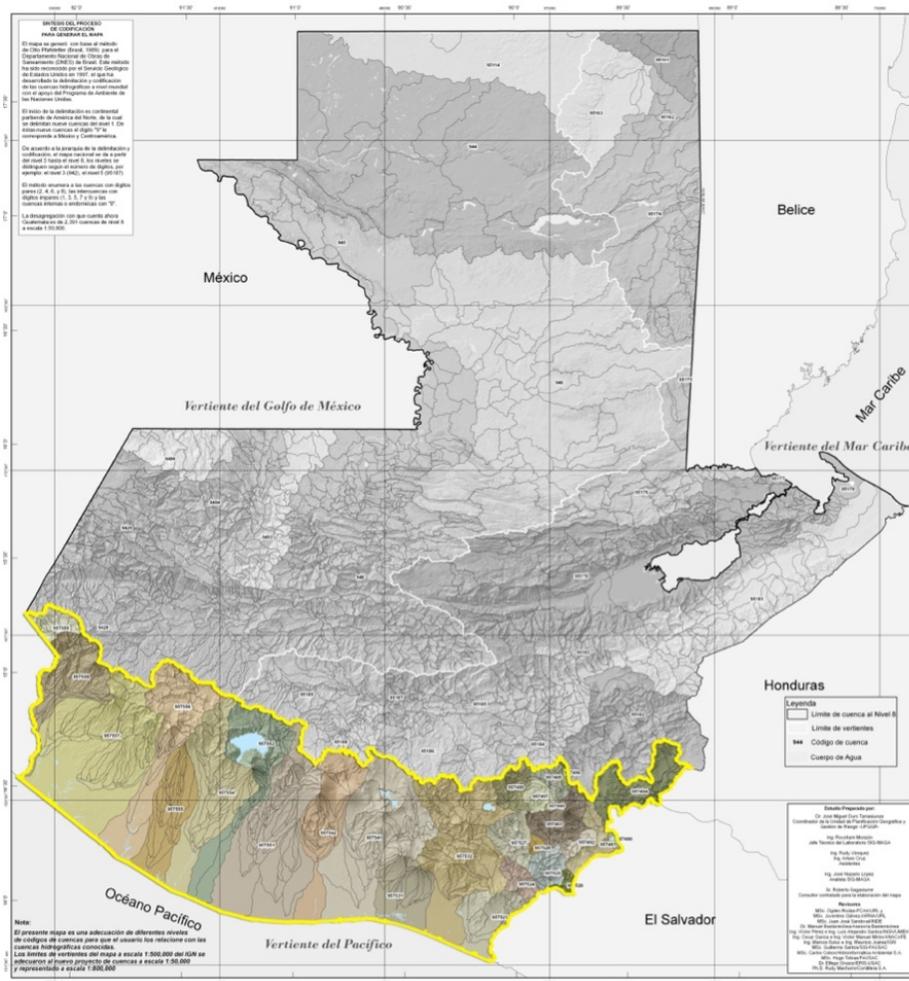
3.5. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA SUBCUENCA

3.5.1. HIDROLOGÍA

3.5.1.1. Vertiente

El área de estudio está ubicada dentro de la vertiente del pacifico, y pertenece a la cuenca del Río María Linda.

Imagen No. 3. Mapa de Vertientes Hidrográficas de Guatemala, localización Vertiente del Pacifico.



Los ríos de esta vertiente, son corrientes de longitudes cortas de 110 km, en promedio, se originan a una altura media de 3,000 msnm y presentan pendientes fuertes en las partes altas de las cuencas entre 10 y 20%, cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, lo que genera grandes zonas susceptibles a inundación en la parte baja, produciendo crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos de propagación muy cortos.

Fuente: Elaboración propia, en base a INE y MAGA.





Por otra parte, las corrientes de esta vertiente, acarrean grandes volúmenes de material, especialmente de origen volcánico (escorias y cenizas), debido a la presencia de la cadena volcánica que se encuentra entre los límites de la vertiente, con lo cual, los ríos tienen cursos inestables que causan daños e inundaciones en la planicie costera.

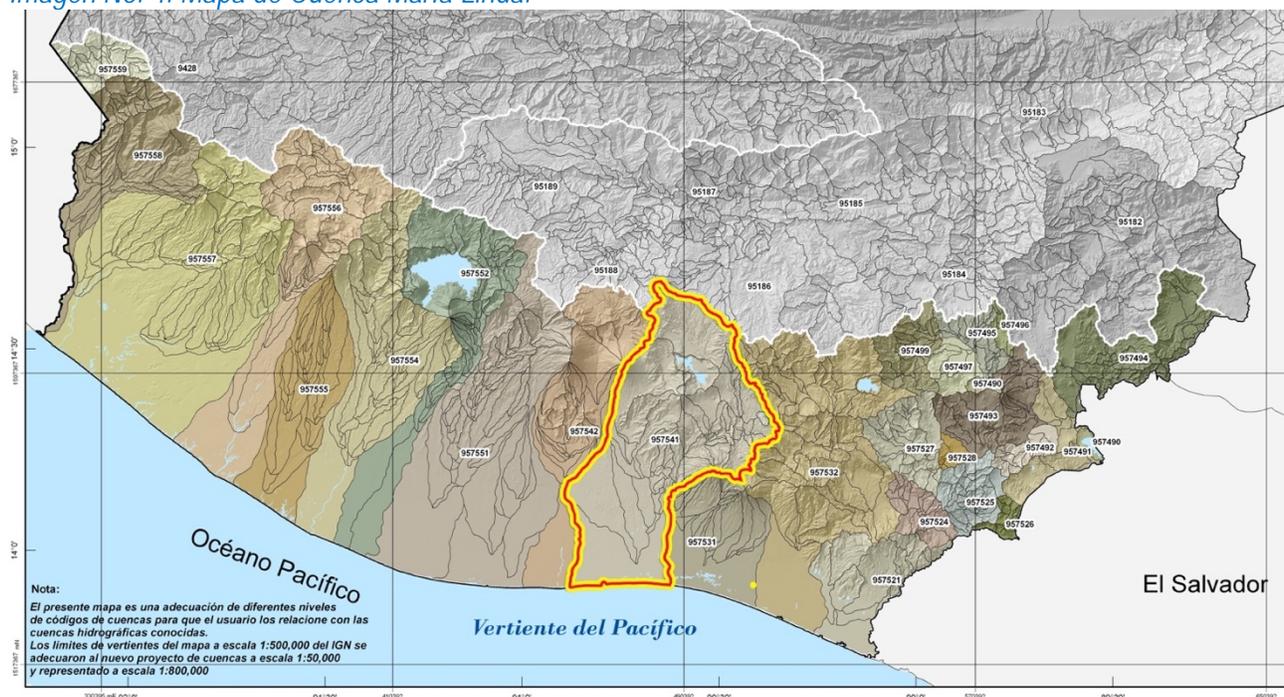
La precipitación en la vertiente, tiene períodos de gran intensidad, típica de las zonas costeras con una precipitación media anual de 2,200 mm.

3.5.1.2. Cuenca

La cuenca del río María Linda se encuentra en los departamentos de Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa y Escuintla. Además, el agua que dicha cuenca provee a la región es beneficiosa para los suelos, aportando al crecimiento de vegetación. De hecho, la cuenca del río María Linda posee un área aproximada de 2,780 Km². Principalmente, esta es la cuenca más extensa de la vertiente del Pacífico.

Tiene inicio en la Laguna del Pino. Se caracteriza por recorrer el área con mayores densidades de población en Guatemala. Comprende la parte montañosa del sur de Guatemala y de la planicie costera. Por esta razón, limita al norte por la cuenca del río Motagua y al sur por el océano Pacífico, donde desemboca. Al este colinda con la cuenca del río Los Esclavos y al sureste el río Paso Hondo, mientras que al oeste por el Río Achiguate.

Imagen No. 4. Mapa de Cuenca María Linda.



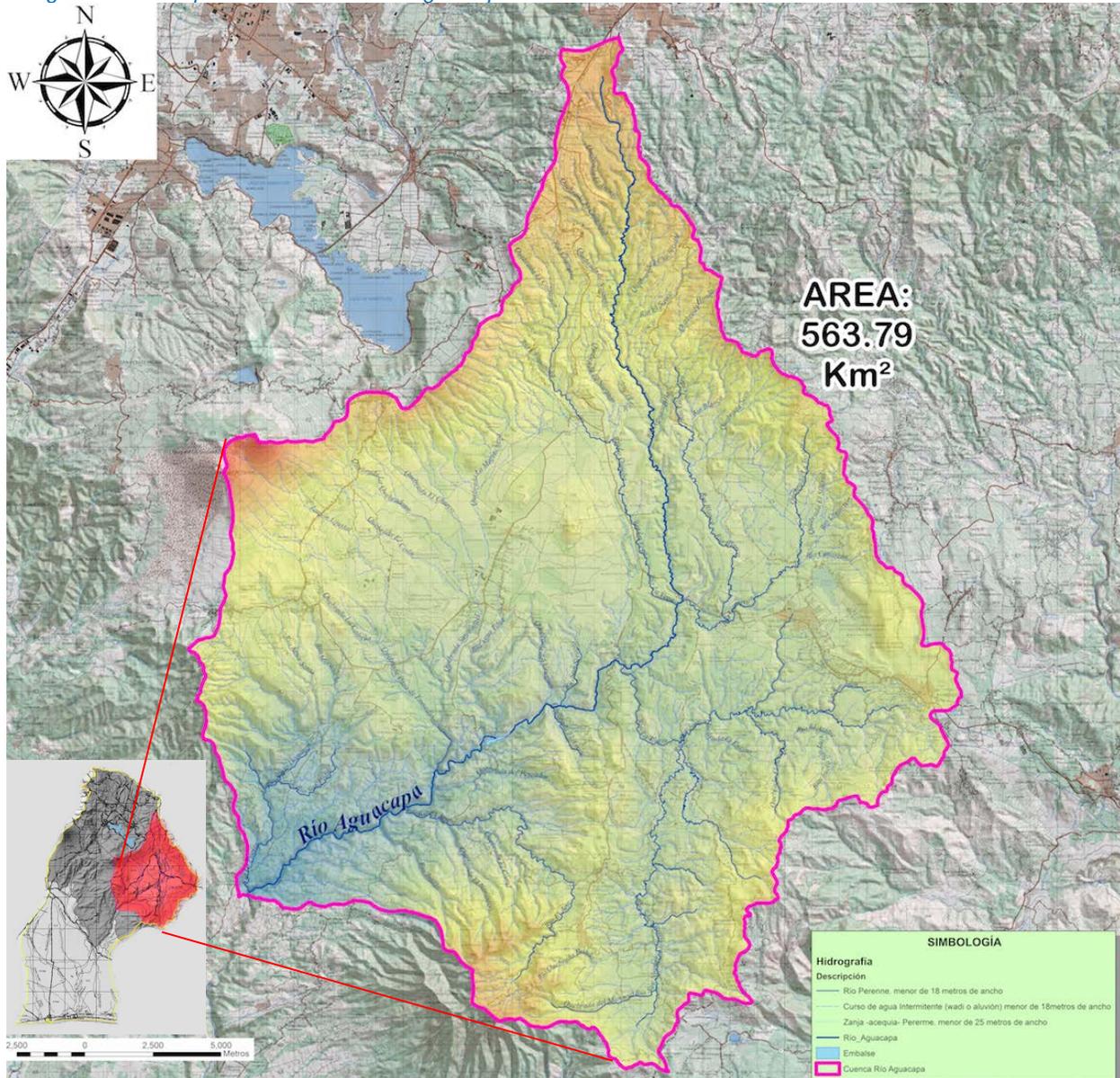
Fuente: Elaboración propia, en base a INE y MAGA.





3.5.1.3. Subcuenca

Imagen No. 5. Mapa de la Subcuenca Aguacapa.



Fuente: Elaboración propia, en base a INE y MAGA.

3.5.1.3.1. Sistemas lenticos

El sistema lenticos que aunque no forma parte de la subcuenta, si está muy cercano a ella es uno de los principales lagos de Guatemala, por ello es importante hacer mención siendo este de gran magnitud. El lago de Amatitlán, tiene 12 km de largo, 3 km de ancho, y una superficie de 15.2 km², y su capacidad de almacenamiento se estima en 286hm³.





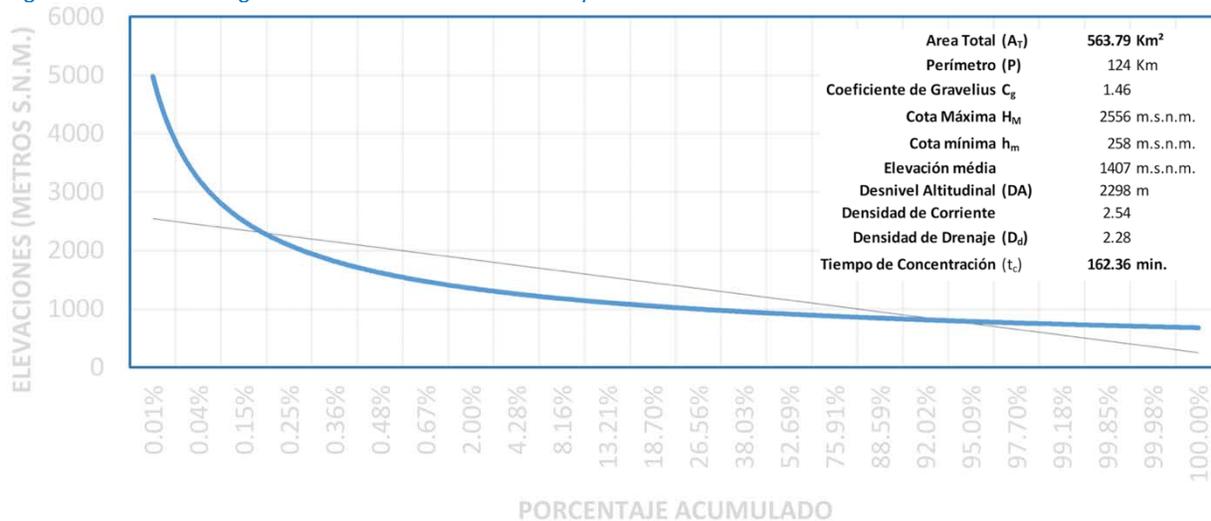
Su profundidad máxima es de 33 m y su profundidad media es 18 m. El volumen del cuerpo de agua es aproximadamente 0.286 km³.²²

El lago drena una superficie de 399km², de manera que la lluvia que se genera en esta área queda retenida en el lago, que presenta variaciones en su nivel de entre 1.5 y 2.3m cuando absorbe el caudal asociado a episodios de crecida.

3.5.1.3.2. Sistemas lóticos

Después del lago de Amatitlán, el Michatoya desciende casi 1,000m, hasta alcanzar la llanura del pacífico, uniéndose al resto de afluentes y formando el río María Linda. El cauce principal tiene una longitud de 85.7 km, y la cuenca hidrológica abarca una extensión de 2,488 km², formando parte de los departamentos de Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez y Santa Rosa.²³

Imagen No. 6. Morfología de la Subcuenca, curva hipsométrica



Fuente: Elaboración propia, en base a INE y MAGA.

²² Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

²³ Instituto Geográfico Nacional, 1974.





El río Aguacapa recibe el caudal de varios ríos, riachuelos y quebradas, muchos de ellos únicamente aportan caudal de agua en invierno, permaneciendo secos el resto del año, se mencionan algunos de los principales afluentes, los cuales en su mayoría aportan aguas contaminadas con diversidad de desechos sólidos y líquidos, sin embargo también recibe algunos afluentes sin ninguna contaminación, entre los principales ríos y riachuelos con que se alimenta el Río Aguacapa, están los siguientes.

Cuadro No. 3. Nombre de los principales ríos y riachulos que alimentan al río Aguacapa.

Nombre	Status	Caudal invierno/verano
Río El Mora	Desechos sólidos comunes, desechos orgánicos (pulpa de café, aguas mieles).	Cuenta con abundante caudal en invierno, pero aporta agua también en verano.
Río San Juan	Desechos sólidos, desechos orgánicos (pulpa de café aguas mieles).	Abundante caudal en invierno, aporte considerable de agua en verano.
Río La Plata	Desechos sólidos comunes, desechos orgánicos (pulpa de café, aguas mieles).	Gran caudal de agua en invierno y verano, aporta el 50% del caudal del Aguacapa.
Río Agua Tibia	Sin ningún contaminante, desde su nacimiento, hasta su desembocadura, donde es captado todo su caudal para descargas sus aguas previo a la entrada de la presa de la hidroeléctrica Aguacapa.	Gran caudal de agua en invierno y verano, no contiene ningún contaminante, sus aguas son témales.
Nacimiento La Papelera	Sin ningún contaminante, el agua surge a escasos metros de la hidroeléctrica Poza Verde y el Río Aguacapa, aporta sus aguas en forma de pequeña catarata al río de Aguacapa.	Importante caudal de agua en invierno y verano, no aporta ningún contaminante.

Fuente: elaboración propia.

Otros ríos y quebradas de menor importancia que descargan sus aguas en el río Aguacapa:





- quebrada El Ariete
- quebrada El Cangrejal
- quebrada El Naranjo
- quebrada El Chichicaste
- río Aguacapilla
- ríos Cimarrón
- río La Vega
- quebrada Los Potrillos
- río San Serapio
- quebrada El Amate
- quebrada Uruguay
- quebradas El Morro
- río El Jute
- río El Jutillo

Fotografía No. 1. Nacimiento de Agua tibia, afluente del río Aguacapa.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 2. Cataratas en el recorrido del río agua tibia, afluente del Aguacapa.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. EDAFOLOGÍA

Con este término se refiere a la investigación y estudios de los orígenes de los suelos de Guatemala, y así poder determinar el período o era en que se inició su formación, la composición de cada uno de los mismos y como se encuentran distribuidos en cada uno de los 22 departamentos que componen el país.

3.5.2.1. Aspectos geológicos Regionales

El territorio de Guatemala está situado sobre tres placas tectónicas, o partes de ellas: el bloque Maya de la Placa de América del Norte, el Bloque Chortís de la Placa del Caribe y la parte norte de la Placa del Coco o de Cocos; las dos primeras son continentales y la tercera oceánica. La placa de Cocos colisiona con la Placa de América del Norte, desplazándose por debajo de ésta, provocando el fenómeno denominado "subducción", lo cual provoca actividad volcánica en la planicie costera del océano pacífico. Por su parte, las placas del Caribe y de Norteamérica colisionan, formando cadenas montañosas en el área de la Sierra de las Minas, tomando como punto de partida la falla del río Motagua en el valle del mismo nombre.

Los desplazamientos relativos de las placas dan como resultado la actividad volcánica y los movimientos telúricos. Por esfuerzos de tensión en la corteza y como consecuencia

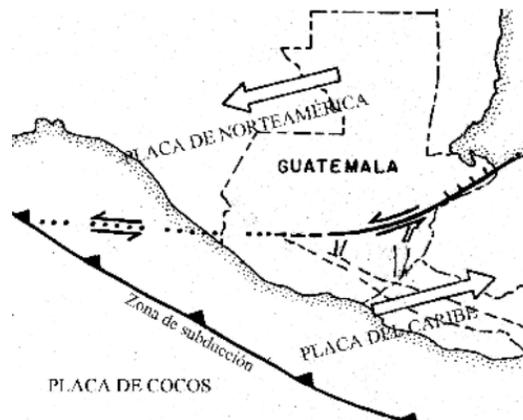




principalmente por los desplazamientos relativos de las placas tectónicas, se han formado fallas de menor dimensión. Mencionando algunas de ellas:

- Fallas Chixoy Polochic
- Falla Motagua
- Falla Jocotán – Chamelecón
- Falla Jalpatagua

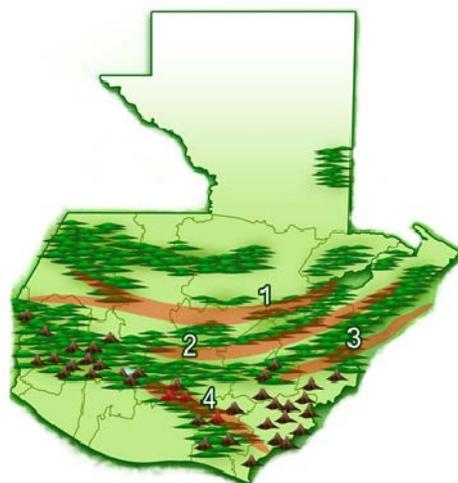
Imagen No. 7. Placas que afectan Guatemala



Fuente: insivumeh.gob.gt

Debido al fallamiento del país, se obtiene como resultado la formación de estructuras especiales tales como Graben y Horst, a lo largo del Cinturón Volcánico. Un claro ejemplo de estas estructuras, es la formación de calderas por el colapso de grandes edificios volcánicos, posteriormente algunos de ellos se convierten en lagos tales como Atilán y Ayarza; cabe mencionar que en Guatemala existe una orientación casi perfecta de los edificios volcánicos.

Imagen No. 8. Mapa de fallas de Guatemala



- 1 Falla Chixoy Polochic
- 2 Falla Motagua
- 3 Falla Jocotán - Chamelecón
- 4 Falla Jalpatagua

Fuente: Enciclopediaguatemala.org.gt





3.5.2.1.1. Suelo

El origen de la palabra suelo, se deriva del latín solum, que significa suelo, tierra o parcela. Se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente.

3.5.2.1.2. Antecedentes.

Con el objeto de estudiar los tipos y cualidades y de suelo, se han realizado estudios de clasificación de las tierras por capacidad de uso, utilizando diversas metodologías y diferentes escalas, superiores a 1:250,000. De 1,944 a 1,955 se realizó un estudio de suelos a escala 1:250,000, este estudio se denominó Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, publicado en la década de los 50 y desde entonces se ha venido consultando para facilitar procesos, principalmente el tema de producción agropecuaria. Debido a que no existió un estudio a más detalle o una actualización a la misma escala, se sigue utilizando la misma información que está desactualizada y no tiene el nivel de comprensión a nivel nacional e internacional.

Según el estudio publicado textualmente se puede leer: “sirvió de base el mapa cartográfico preliminar de Guatemala del año 1,942 a escala 1:200,000 elaborado por el Departamento de Mapas y Cartografía del Gobierno (juzgado como el más adecuado en su oportunidad). Se recorrió el territorio nacional por todos los medios posibles - con vehículos, a caballo, a pie, por caminos o sin ellos - para examinar, describir, tomar muestras y clasificar los suelos, así como para establecer los límites que separan a las unidades diferentes, observando y anotando las características del medio ambiente al que están asociados los grupos de suelos, y el uso que se les da, así como recopilando datos de los rendimientos comúnmente obtenidos. El conocimiento de las características de los suelos y el medio ambiente a que están asociados permitió, con recorridos de comprobación, delinear con relativo poco error en el mapa los límites entre los grupos de suelos diferentes.”²⁴

Los suelos fueron nombrados y clasificados de acuerdo con sus características morfológicas, siguiendo el sistema usado por la Oficina de Clasificación de Suelos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Debido a que éste es un estudio de reconocimiento, la unidad de clasificación fue la de la serie de suelos predominante, pero cada serie puede incluir varios tipos diferentes.²⁵

El trabajo fue dirigido y realizado por los señores Charles S. Simmons, José Manuel Tárano y José Humberto Pinto. Aunque algunos estudios preliminares se efectuaron para el año 1,944, fue en 1,947 cuando se aprobó el proyecto para la Clasificación de

²⁴ Simmons, C. (1958). Instituto Agropecuario Nacional. Clasificación de Reconocimiento de los suelos. Guatemala.

²⁵ Ibid.





Reconocimiento de los Suelos de la República. El manuscrito en inglés fue preparado entre 1,955 y 1,956 por el señor Simmons.

Otro de los estudios realizados es el mapa de capacidad de uso de la tierra y el mapa de uso actual e intensivo de la República de Guatemala, generado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) en el año 2,000, el cual presenta una de las primeras aproximaciones a nivel nacional a una escala 250,000, que es considerada para la planificación territorial a nivel regional (MAGA, 2000).

Fotografía No. 3. Entorno de la subcuenca del Río Aguacapa.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2. Características Geológicas Regionales

Un estudio realizado por la Universidad Autónoma de México (UNAM) en el año 2012 en donde se determinó que el fallamiento del Neógeno (falla de Guacalate) y posterior levantamiento, creó una fosa tectónica que luego en el Pleistoceno se rellenó por material piroclástico del tipo pómez y tephras, resultando un altiplano con un modelado muy suave confinado entre montañas volcánicas.

En la actualidad, muchos de los altiplanos ya no alojan cuerpos de agua, ya que estos se han secado de manera natural y por mano del hombre, si se tiene en cuenta que son terrenos con una buena oferta ambiental hídrica y edáfica, lo que incide en una alta ocupación del espacio geográfico desde tiempos prehispánicos.





3.5.2.3. Geología y Génesis de Suelos

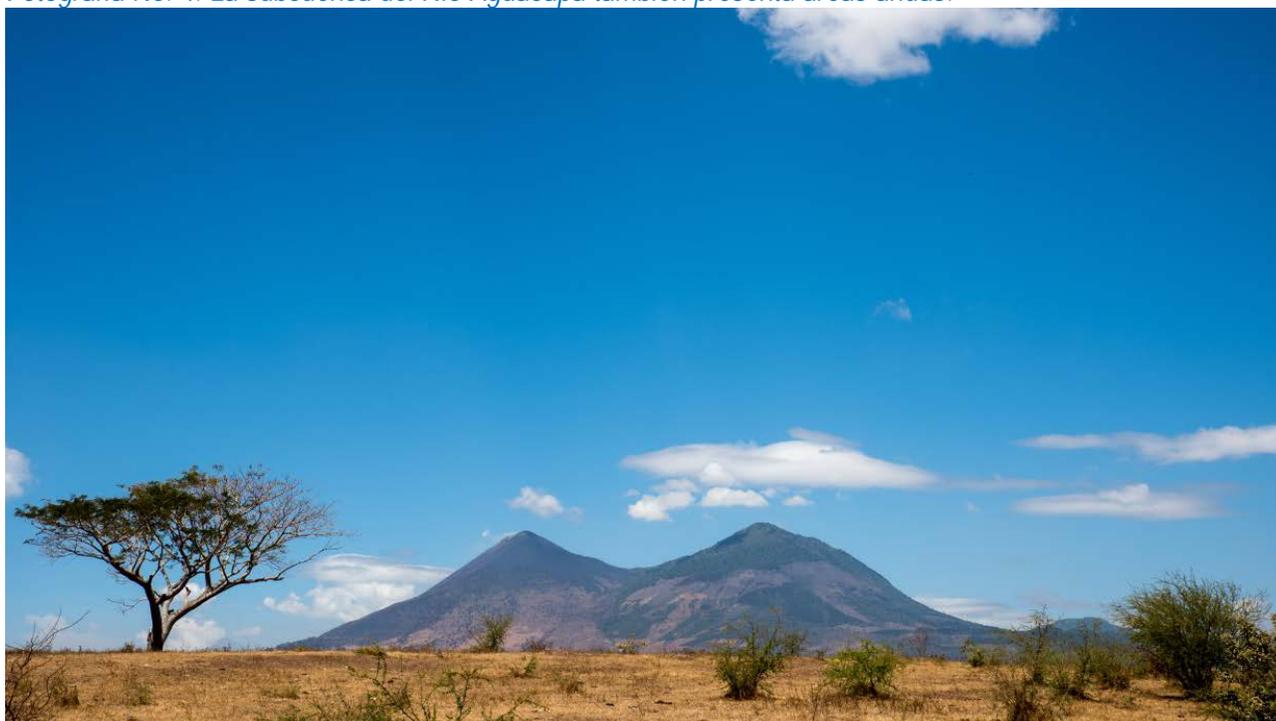
El génesis de suelos de esta región, está conformado de 3 de materiales que son:

- Cenizas volcánicas de grano grueso en la parte más alta.
- Cenizas volcánicas endurecidas (con talpetate) en la parte media.
- Cenizas Volcánicas transportadas por el agua y depositadas en la parte baja.

3.5.2.4. Serie de suelos

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación taxonómica que se ha asignado a cada una de las series de suelos. Como puede observarse en este cuadro y en el mapa, existen 3 series principales.

Fotografía No. 4. La subcuenca del Río Aguacapa también presenta áreas áridas.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 4. Serie de suelos

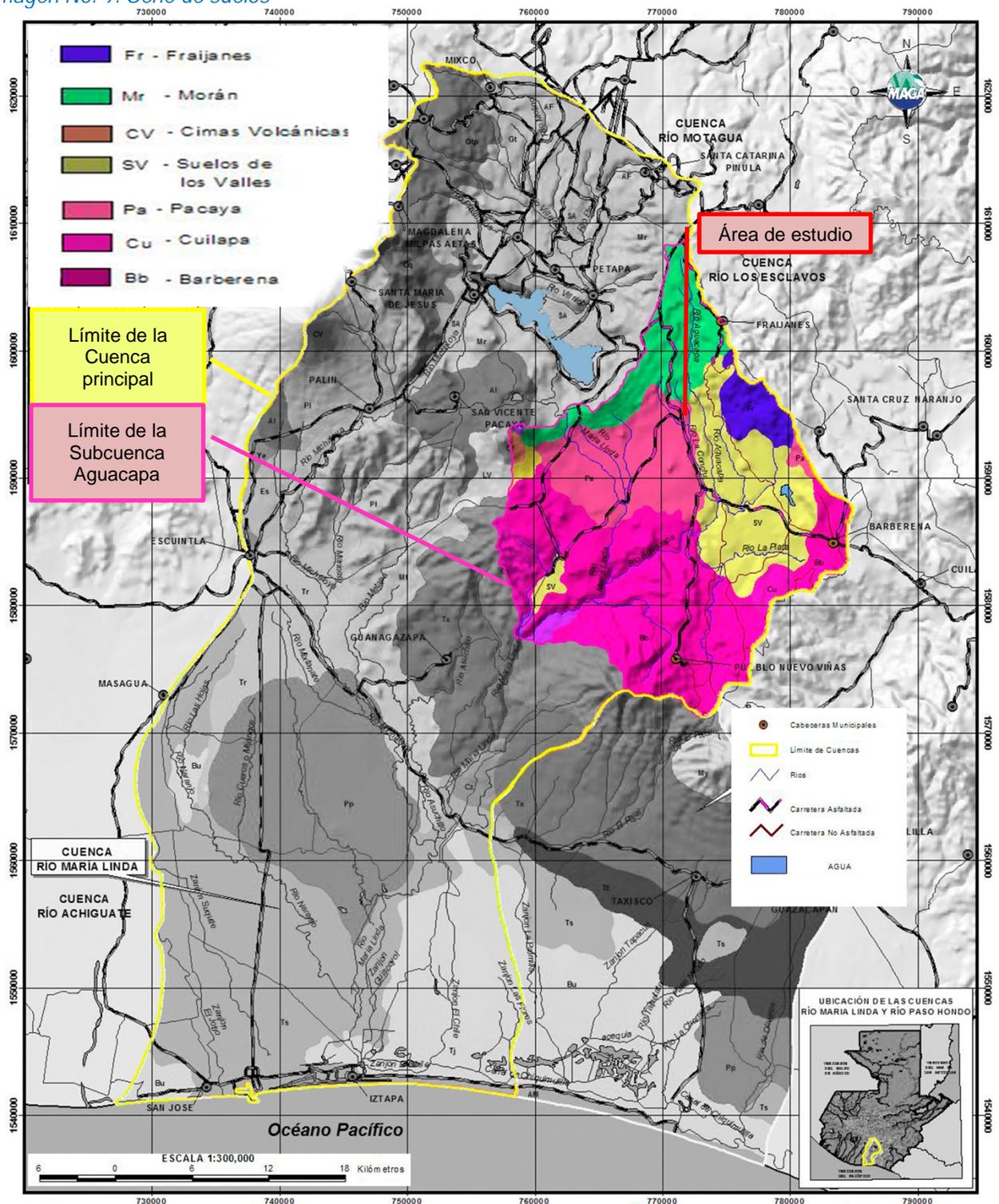
Código	Serie de Suelo	Clasificación Taxonómica	Departamento
CV	Cimas Volcánicas	Orthents	Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango
SV	Suelos de los Valles	Vitrands-Psamments	Guatemala
Pa	Pacaya	Orthents-Ustands	Santa Rosa, Guatemala

Fuente: Elaboración propia, en base a MAGA





Imagen No. 9. Serie de suelos



Fuente: Elaboración propia, en base a INE y MAGA.

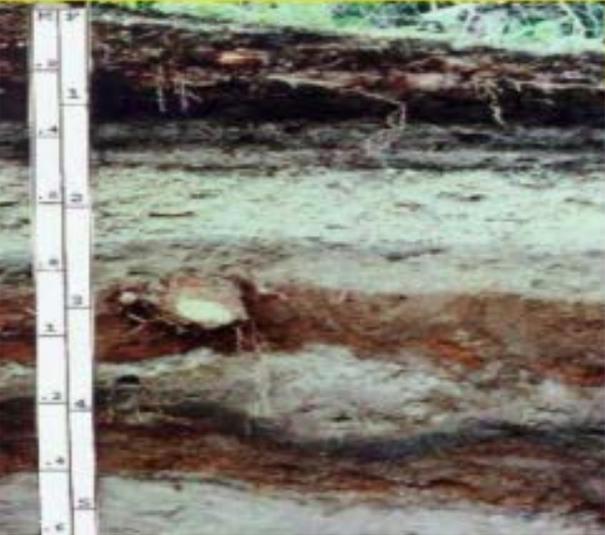




3.5.2.5. Taxonomía de suelos

El suelo se clasifica según la taxonomía como Andisoles y Entisoles.

Cuadro No. 5. Órdenes y Características de la Taxonomía de Suelos.

Orden	Características	
Andisoles	Suelos minerales de rango corto	
	Suelos con vidrios volcánicos (con propiedades ándicas)	
	Presencia de complejos aluminiohumus, alófana, imogolita o ferrihidrita.	
Entisoles	Poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos	
	Epipedón ócrico	
	Muchos son arenosos o muy superficiales	

Fuente: Elaboración propia, en base a investigación. Fotografías referenciales de los cortes y tipo de suelos.

3.5.2.5.1. Entisoles

Son suelos con poca o nula evidencia de desarrollo de su perfil. Usualmente son suelos jóvenes. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como el relieve (el cual incide en la erosión o en la deposición superficial de materiales orgánicos y minerales) y con condiciones de contenido excesivo de agua.





Son suelos que se encuentran en una gran cantidad de condiciones ambientales y sus opciones de uso son muy diversas. Estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (cimas de montañas y volcanes) o en partes planas.

Los subórdenes de Entisoles encontrados en la subcuenca son los siguientes:

- Orthents. Son suelos de profundidad variable, generalmente no muy profundos. Usualmente están localizados en áreas de fuerte pendiente. Muchos Orthents en Guatemala no son adecuados para usos agrícolas debido a su pendiente; su uso más adecuado es la producción forestal.
- Psamments. Son suelos arenosos que generalmente se encuentran en áreas de poca pendiente. Algunas veces están cubiertos con bosques de galería y forman parte de lo que los agricultores llaman suelos de vega. Por su contenido arenoso, el contenido orgánico y su fertilidad se ven limitados, además si se desea utilizarlos para la producción agrícola se necesita utilizar bastante agua.²⁶

3.5.2.5.2. Andisoles

Son suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas y con alto contenido de alófanos. Son suelos con un buen potencial de fertilidad y adecuadas características para su manejo. Son suelos que se erosionan fácilmente si están en áreas de pendiente alta.

Una característica particular de los Andisoles es su propensión a retener contenidos altos de fosfatos, por lo que se debe considerar esta situación cuando se planifique el manejo del suelo para actividades agrícolas.

Los subórdenes de Andisoles encontrados en la subcuenca son los siguientes:

- Udands. Son Andisoles que se encuentran secos un límite de 90 días al año. Son suelos con alto potencial agrícola, pero se debe tener en consideración su posible erosión en zonas con alta pluviosidad.
- Ustands. Son suelos que se encuentran secos de 90 a 180 días al año. Presentan deficiencias de humedad, que es la principal limitante para su agrícola.
- Vitrands. Son suelos con alto contenido de vidrio volcánico, por lo que tienen texturas arenosas con baja retención de humedad. Se necesita la aplicación de grandes cantidades de agua para su uso agrícola, una limitante común a estos suelos es que se encuentran en zonas de pendiente alta.²⁷

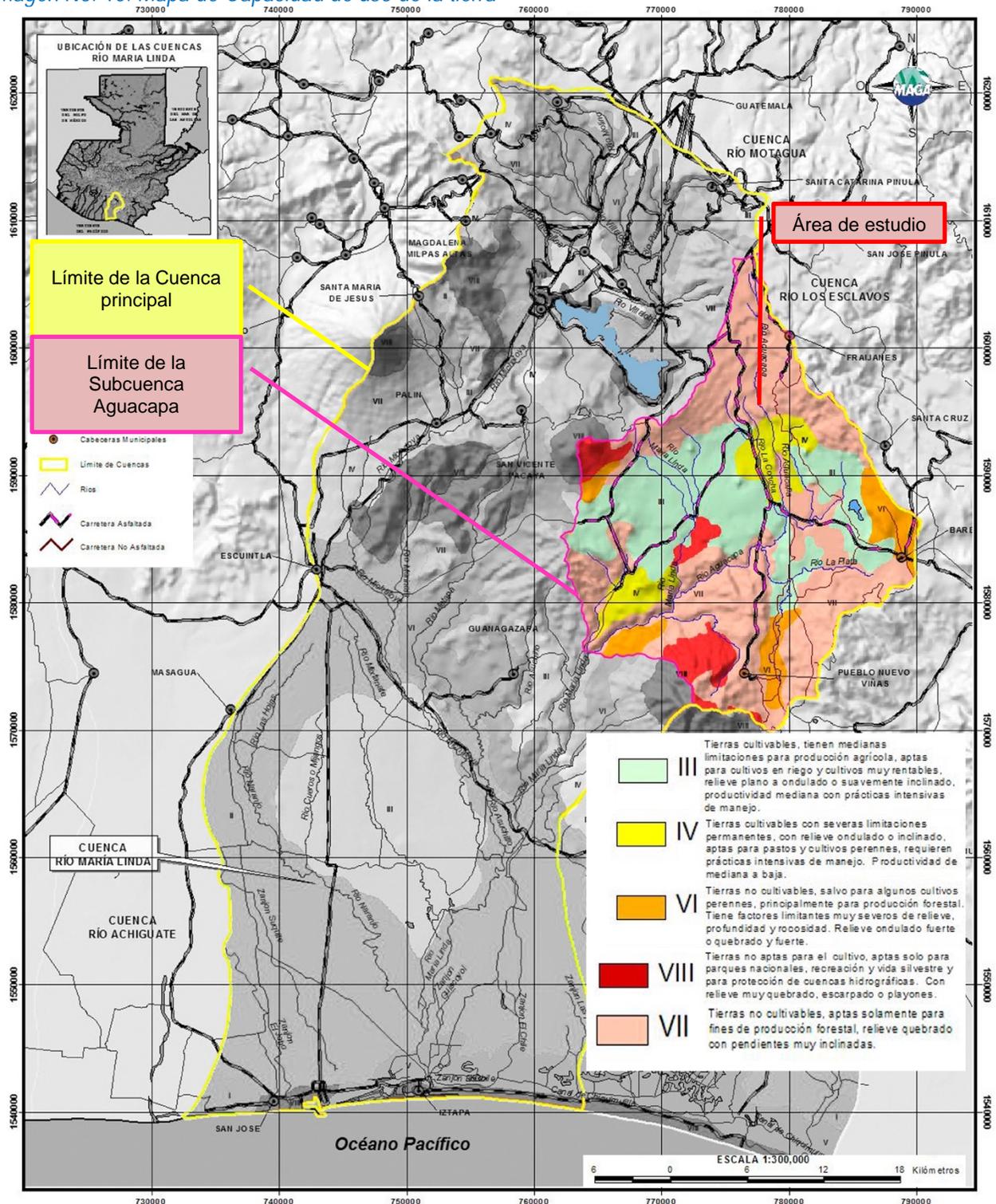
²⁶ Elaborado con base en el mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala [MAGA, 2000].

²⁷ *Ibíd.*





Imagen No. 10. Mapa de Capacidad de uso de la tierra



Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





3.5.2.6. Capacidad de uso del suelo

La capacidad productiva de la tierra se define a través de las distintas prácticas agrícolas, pecuarias, forestales, análisis de laboratorio, topografía del terreno, profundidad, rocosidad, etc., determinando de esta manera la forma más apta en que se puede aprovechar un área de terreno.

A través de estas formas o prácticas, se han clasificado los niveles de productividad de la tierra, siendo para Guatemala 8 los niveles de clasificación. De estas 8 clases agrológicas la I, II, III Y IV son adecuadas para cultivos agrícolas con prácticas culturales específicas de uso y manejo las clases V, VI, y VII pueden dedicarse a cultivos perennes, específicamente bosques naturales o plantados en tanto que la clase VIII se considera apta sólo para parques nacionales, recreación y para la protección del suelo y la vida silvestre.

Según la clasificación hecha por USDA, en el área de la subcuenca están representes 4 de las 8 clases agrológicas indicadas, predominando las clases III Y VII.

- CLASE III: Suelos con moderadas limitaciones que requieren medidas de manejo más intensivas. La categoría VII cubre el 13.4% del territorio, La categoría VII debe ser empleada principalmente para producción forestal con sentido comercial.
- CLASE VII: Suelos con muy graves limitaciones que los hacen ineptos para el cultivo, quedando restringidos al uso de pasturas naturales bosques, etc.

3.5.2.7. Intensidad de uso del suelo

Al hablar de uso actual de la tierra, nos estamos refiriendo a la utilidad que se le está dando a la misma, ya sea con fines de explotación por medio de cultivos, pastoreo, ganado, urbanización, conservación de suelos, bosques naturales e implantados, etc. teniéndose de esta manera la oportunidad de poder determinar cuál es la producción de la zona y como se desarrolla su economía.

Según el INAB el 50% del área de la subcuenca se encuentra con un uso Sobre utilizado, un 35% Sub utilizado y tan solo un 15% de uso correcto.

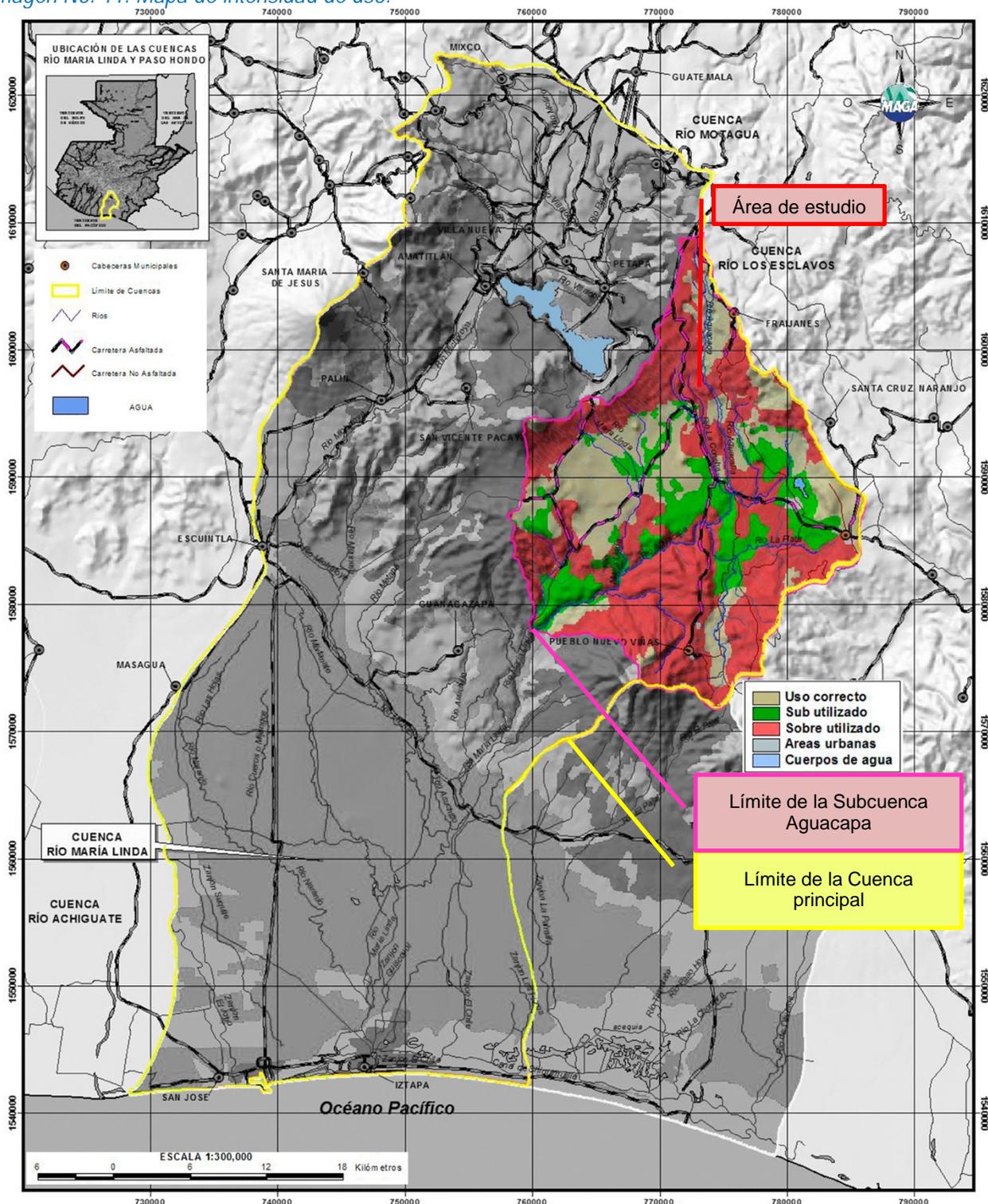
3.5.2.8. Fisiografía

Tomando en cuenta la Clasificación Fisiográfica de Guatemala, el proceso geológico dominante en el origen de la forma y la uniformidad en tipo de relieve, El territorio de la subcuenca, tiene una región fisiográfica sobre tierras altas Volcánicas.





Imagen No. 11. Mapa de intensidad de uso.

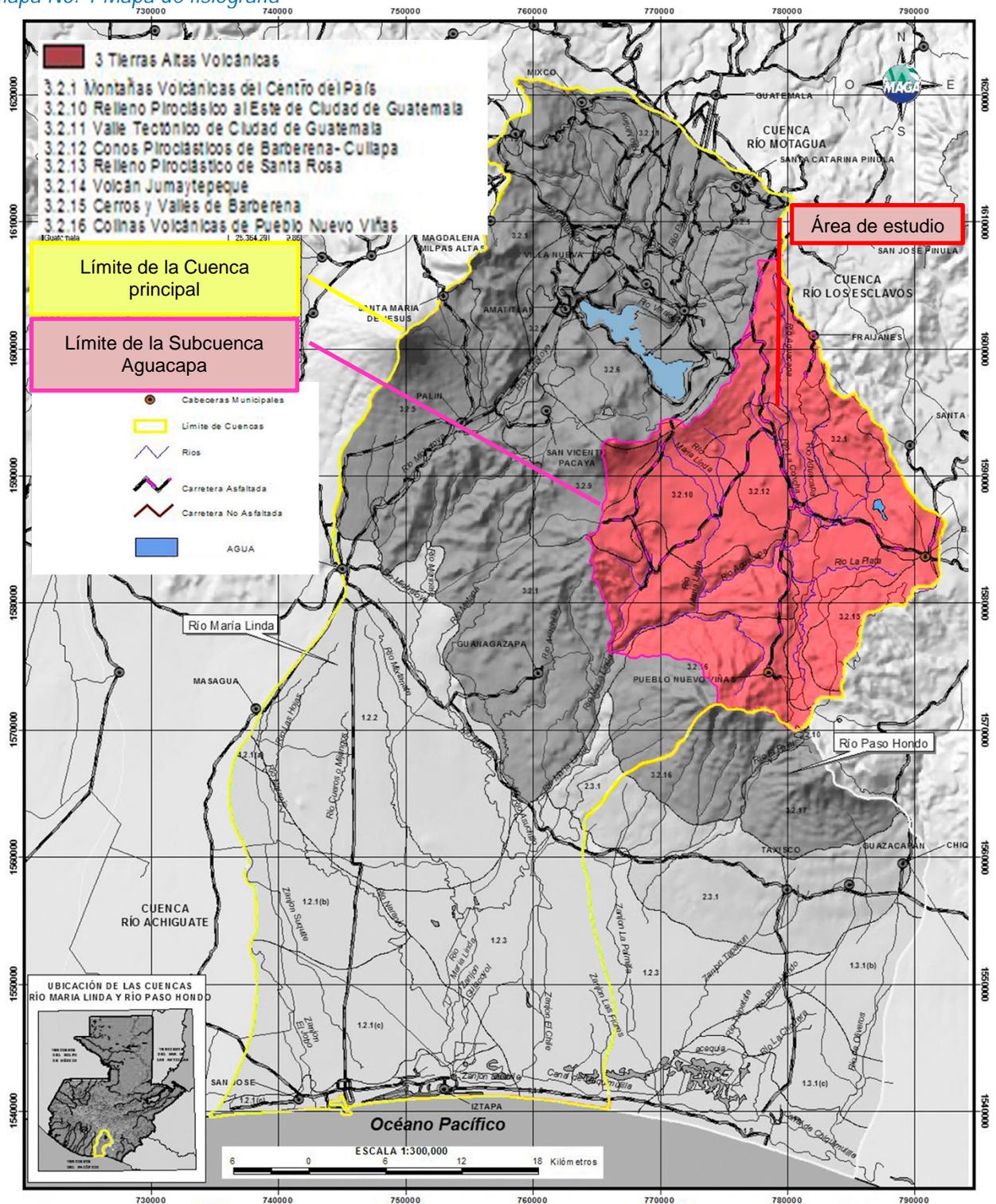


Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





Mapa No. 1 Mapa de fisiografía



Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





3.5.3. CLIMATOLOGÍA

El clima es producto de factores astronómicos, geográficos y meteorológicos, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topográfica del país, climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones.

La subcuenca del río Aguacapa, pertenece a dos regiones climáticas: región denominada Bocacosta, región angosta que transversalmente se extiende desde el Departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa; situada en ladera montañosa de Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del pacífico, con desviaciones de 300 a 1,400 msnm.

Las lluvias alcanzan niveles más altos del país, juntamente con transversal del norte, con máximos pluviales de junio a septiembre, los valores de temperatura aumentan a medida que se desciende hacia el litoral del pacífico. En esta región existe un clima generalizado de género semicálido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo, sin estación seca bien definida.

El clima que predomina en la mayor parte de la subcuenca es cálido, registrándose temperaturas entre 15°C y 24°C promedio en los municipios dentro de esta.

Se observa una lluvia abundante durante los meses de mayo a octubre, mientras que en los meses de noviembre a abril se considera una época seca, aunque hay lluvias esporádicas; la humedad se encuentra en el 80%.

Debido a su ubicación geográfica, cuenta con clima variable que va desde templado hasta cálido, influyendo en las diferentes zonas de vida.

3.5.3.1. Factores del clima

La zona de vida predominante en la subcuenca es el Bosque Muy Húmedo Subtropical (Cálido) que ocupa con el 66%, y el Bosque muy Húmedo Montano Subtropical el 34% del territorio.

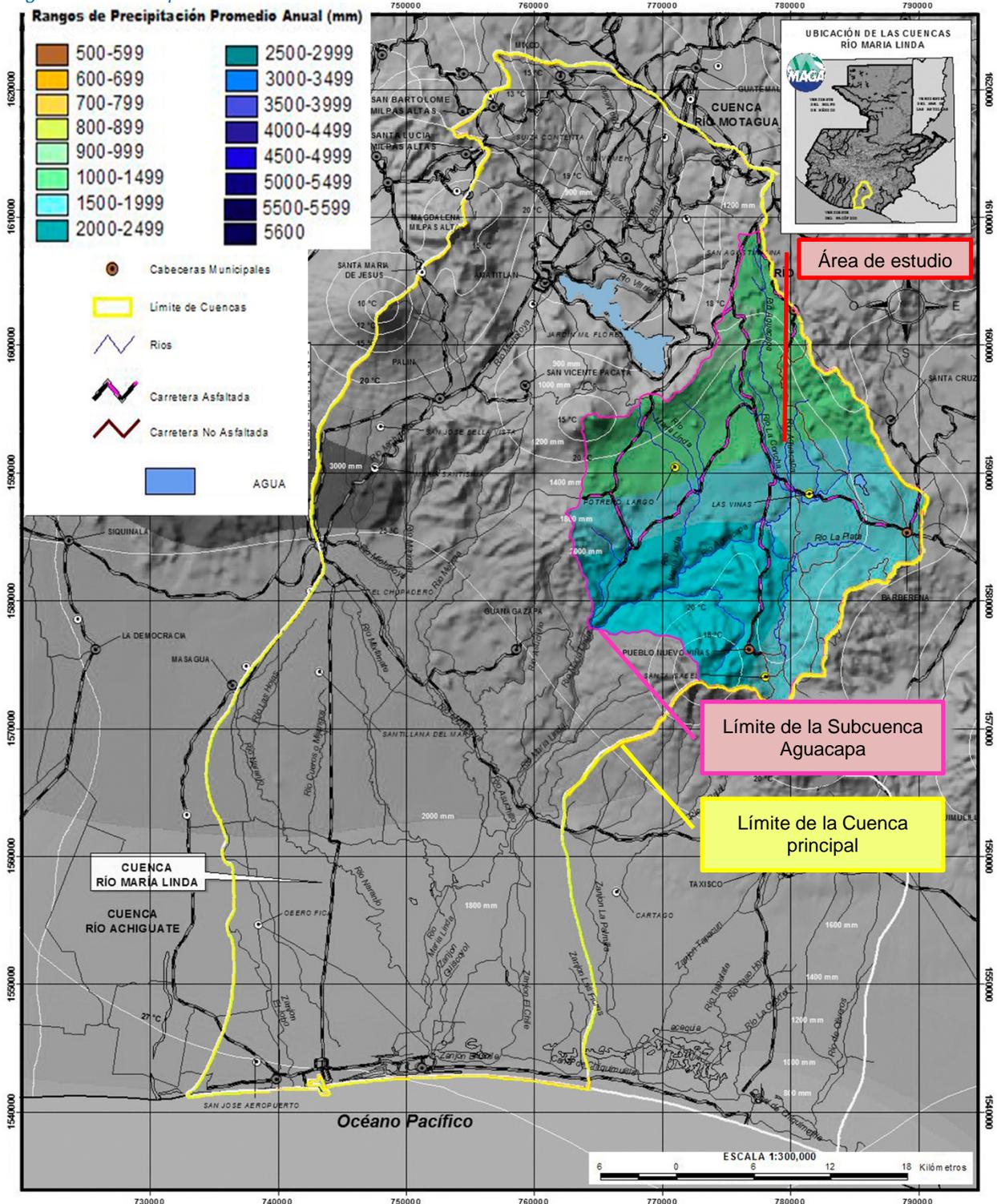
3.5.3.2. Precipitación

El mapa climático presentado abajo del INSIVUMEH dentro de la subcuenca seleccionada existen distintos rangos de precipitación pluvial, desde los 1500mm hasta los 2500mm.





Imagen No. 12. Mapa climático



Fuente: Elaboración propia, en base al INSIVUMEH





3.5.3.3. Balance hídrico

El conocimiento del balance hídrico se hace necesario para la definición de la falta o exceso de agua, lo cual es necesario para la clasificación climática, con lo que se define la hidrología de la zona.

Para el área de estudio la cual corresponde a la subcuenca Aguacapa, se abordara el método de estimación del balance hídrico directo. En el método directo el agua del suelo se va perdiendo mes a mes hasta agotar la reserva para poder cubrir las necesidades de agua (evapotranspiración).

La ecuación de Balance Hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en la cuenca (Llorens, 2003).

En general para el balance se puede afirmar que:

- Del agua que cae en un determinado sitio (precipitación = PP)
- Parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración = ET);
- Otra parte escurre por la superficie de la cuenca (escorrentía superficial = Esc).

Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (infiltración = I).

Estas magnitudes deben cumplir con la siguiente ecuación que se conoce con el nombre de Balance Hidrológico.

$$P = ETR + ES + I \quad (I)$$

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

$$\text{CAPTACIÓN-VAPOTRANSPIRACIÓN=ESCORRENTÍASUPERFICIAL+INFILTRACIÓN} \quad (II)$$

Del Balance Hidrológico, podemos conocer el estado de humedad de la cuenca la cual está asociado al aporte de precipitación recibida y descontando las pérdidas generadas, con lo cual se puede establecer la condición de clasificar el tipo de año (húmedo, normal o seco).





Para tal caso se utilizaran los siguientes parámetros:

PP	: Precipitación promedio
ETP	: Evapotranspiración potencial
PP-ETP	: Diferencia entre precipitación y evapotranspiración
R	: Reserva
D	: Déficit
ETR	: Evapotranspiración real
E	: Escorrentía

En el área de estudio se localizan las siguientes estaciones meteorológicas, de las cuales se utilizara como referencia la estación Santa Isabel, la cual forma parte de la red de estaciones meteorológicas del INSIVUMEH.

Cuadro No. 6. Estaciones meteorológicas.

Potrero Largo		Las Viñas		Santa Isabel	
Mes	Precipitación	Mes	Precipitación	Mes	Precipitación
Enero	24	Enero	10	Enero	4
Febrero	2	Febrero	7	Febrero	11
Marzo	15	Marzo	23	Marzo	18
Abril	35	Abril	58	Abril	59
Mayo	109	Mayo	217	Mayo	212
Junio	281	Junio	341	Junio	356
Julio	205	Julio	292	Julio	239
Agosto	199	Agosto	279	Agosto	281
Septiembre	296	Septiembre	396	Septiembre	437
Octubre	182	Octubre	275	Octubre	257
Noviembre	31	Noviembre	42	Noviembre	77
Diciembre	8	Diciembre	19	Diciembre	8

Ubicación Geografica					
Potrero Largo		Las Viñas		Santa Isabel	
Latitud	14°21'1"	Latitud	14°20'00"	Latitud	14°12'16"
Longitud	90°31'40"	Longitud	90°25'50"	Longitud	90°27'50"
Elevación	1120	Elevación	1015	Elevación	1040

Fuente: Plan de acción para la modernización de la agricultura bajo riesgo (PLAMAR), INSIVUMEH.





A continuación se presenta el cuadro de temperaturas para el área de estudio:

Cuadro No. 7. Temperaturas.

Mes	Temperatura Max. Media (°C)	Temperatura Media (°C)	Temperatura min. Media (°C)
Enero	28.5	22.6	16.8
Febrero	29	23.1	17.2
Marzo	30	24	18.1
Abril	30.1	24.7	19.3
Mayo	29.6	24.6	19.7
Junio	28.4	24.1	19.8
Julio	29.2	24.5	19.8
Agosto	29	24.3	19.6
Septiembre	28	23.7	19.5
Octubre	28.4	23.7	19
Noviembre	28.1	22.9	17.8
Diciembre	28.1	22.6	17.1

Fuente: INSIVUMEH

Para el cálculo del balance hídrico del área de estudio se realizaron las siguientes consideraciones:

- Método directo.
- ETP según Thornthwaite.
- Reserva máxima de 100 mm.
- Precipitación media.

A continuación se presenta el cuadro de balance hídrico:





Cuadro No. 8. Balance Hídrico.

PP-ETP	Días del Mes	Escorrentia	Deficit	ETR	Reserva	Cambio en Reserva	ETP	PP(mm)	T (°C)	Mes
-109.11	31	0	109.11	4	0	0	113.11	4	22.6	Enero
-93.43	28	0	93.43	11	0	0	104.43	11	23.1	Febrero
-102.12	31	0	102.12	18	0	0	120.12	18	24	Marzo
-60.64	30	0	60.64	59	0	0	119.64	59	24.7	Abril
88.88	31	0	0	123.12	88.88	88.88	123.12	212	24.6	Mayo
239.27	30	228.15	0	116.73	100	11.12	116.73	356	24.1	Junio
116.38	31	116.38	0	122.62	100	0	122.62	239	24.5	Julio
159.38	31	159.38	0	121.62	100	0	121.62	281	24.3	Agosto
322.21	30	322.21	0	114.79	100	0	114.79	437	23.7	Septiembre
138.38	31	138.38	0	118.62	100	0	118.62	257	23.7	Octubre
-33.92	30	0	0	110.92	66.08	-33.92	110.92	77	22.9	Noviembre
-105.11	31	0	39.03	74.08	0	-66.08	113.11	8	22.6	Diciembre
46.68	30.42	80.38	33.69	82.88	54.58	0.00	116.57	163.25	23.73	Pormedio anual

Fuente: Elaboración propia





3.5.4. BIOLOGÍA

Guatemala es llamado el País de la Eterna Primavera porque en sus distintas zonas de vida y debido a los diferentes tipos de suelo y climas existentes, posee gran variedad de especies animales y vegetales, que le dan un colorido único.

La subcuenca del río Aguacapa es una región que es muy rica desde el punto de vista de flora y fauna.

En la parte Norte aún se observan zonas boscosas de singular belleza, existen fajas de terreno ricas en maderas, como cedro, matiliguat, encino, pino, ciprés, cuje, guachipilín, amate etc. La explotación de estos recursos, ha sido intensiva en los últimos años, debido a ampliación de zonas cafetaleras se han reforestado muchas de estas zonas arrasadas, incluso pendientes muy pronunciadas han sido aprovechadas.

El café, es planta que se desarrolla naturalmente bajo sombra de bosque y bajo diversidad muy alta de árboles por lo que la biodiversidad de la subcuenca incluye amplia gama de especies que habitan en este particular entorno, como variedad de especies de aves e insectos, coloridas ranas, reptiles, así también se pueden apreciar raras orquídeas. Además existen muchas especies de pequeños mamíferos como gato de monte, conejos, armadillo, mapache, comadrejas, ardillas, perro de agua, y en algunas partes altas de la subcuenca se encuentran venados.

Una de las razones principales para que se de esta gran riqueza es por la diversidad de hábitats que se dan dentro de la región como causa de su variada topografía, así como también por su situación geográfica.

Las zonas de vida, flora y fauna de la subcuenca del río Aguacapa, se describen a continuación cada una de estas de manera independiente:

3.5.4.1. Zonas de vida

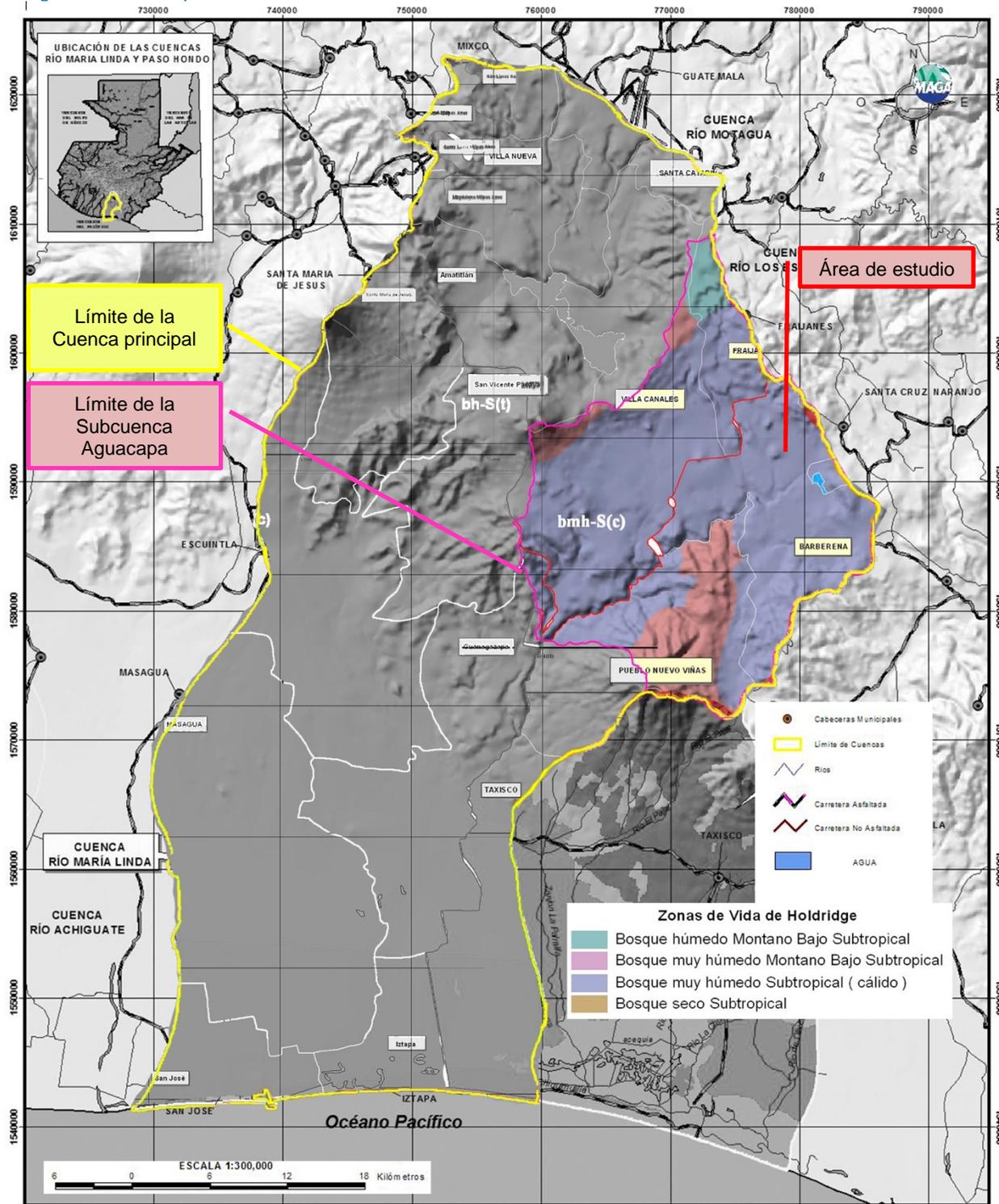
En Guatemala, el sistema usado para la clasificación de las zonas de vida es el de Leslie Holdridge. Según este sistema, una zona de vida es un área geográfica cubierta por vegetación con fisonomía y composición características comprendidas en un rango de factores climáticos, principalmente temperatura y humedad con un microclima relativamente uniforme.

De acuerdo al mencionado sistema, la zona de vida predominante en la subcuenca es el Bosque Muy Húmedo Subtropical (Cálido) que ocupa con el 66%, y el Bosque muy Húmedo Montano Subtropical el 34% del área.





Imagen No. 13. Mapa de zonas de vida

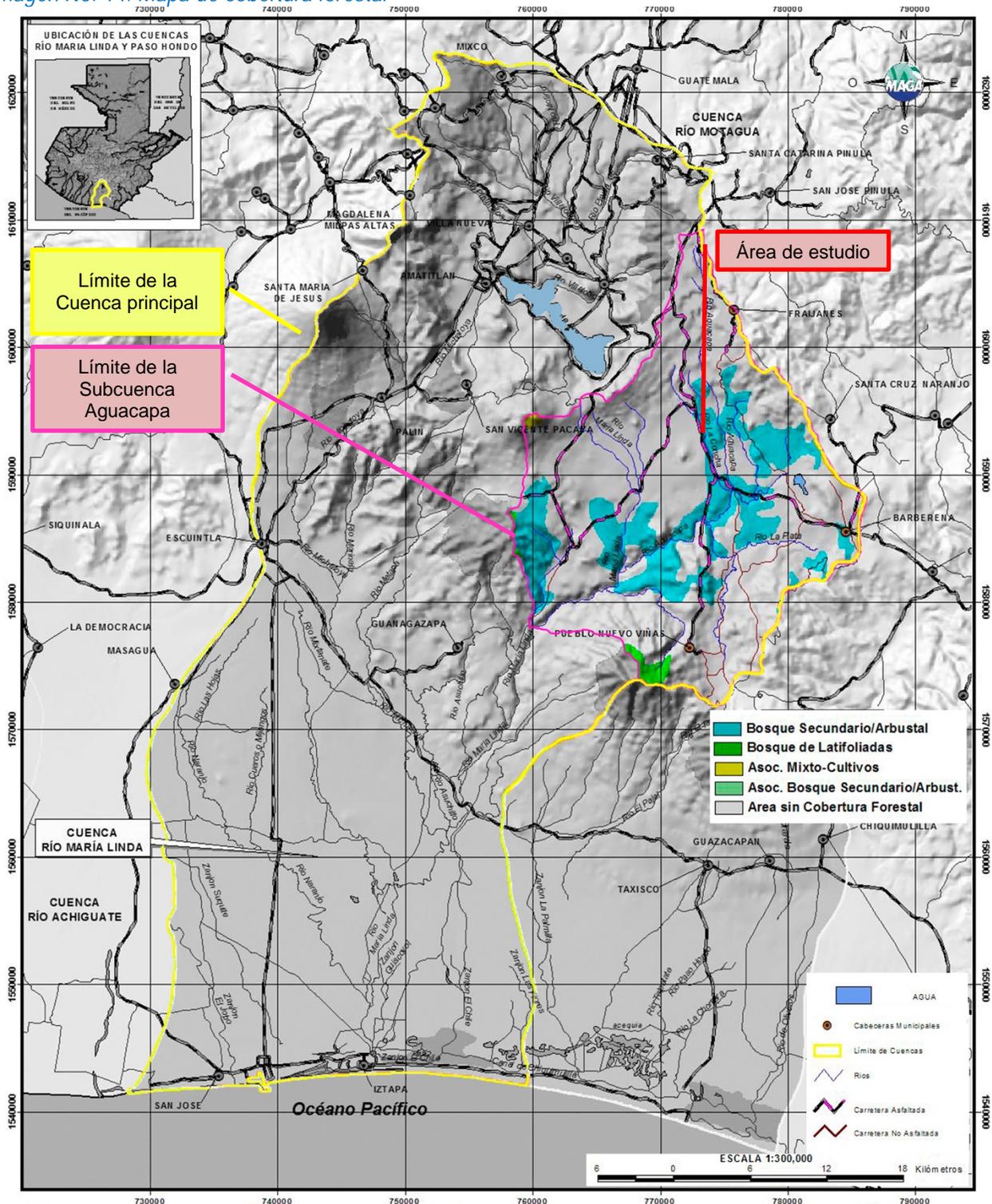


Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





Imagen No. 14. Mapa de cobertura forestal

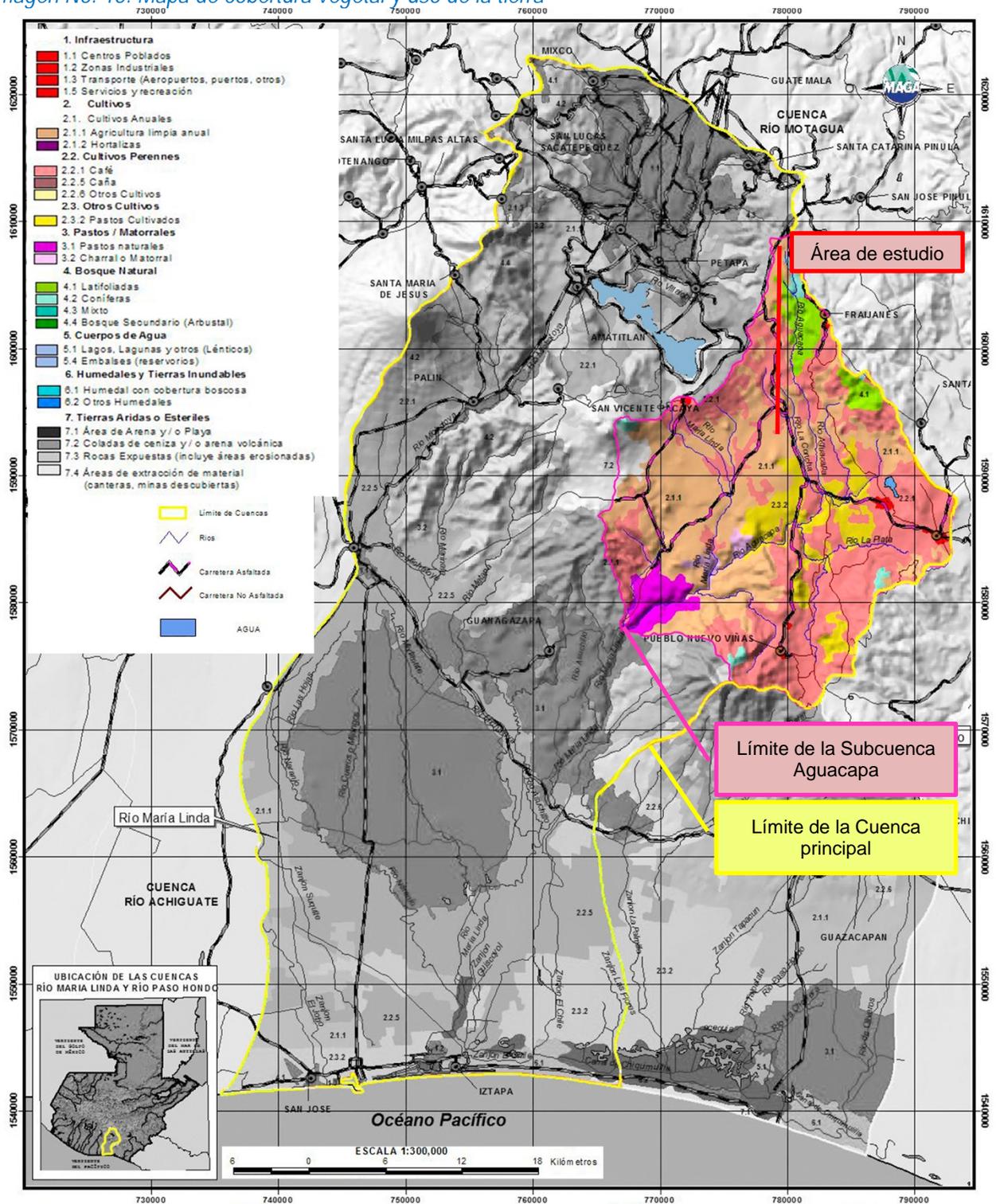


Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





Imagen No. 15. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra



Fuente: Elaboración propia, en base al INE y MAGA





3.5.4.1.1. Mapa de cobertura forestal

Según el mapa del INE y MAGA 2016, encontramos en la subcuenca del río Aguacapa, la principal vocación de los suelos es forestal por sus características únicas asciende al 41% de toda el área de Bosque Secundario/Arbustal, un 6% de Bosque de latifoliadas y un 53% de área sin cobertura forestal.

- **Bosque de latifoliadas:** Las áreas descritas como bosques de latifoliadas, son todas aquellas donde la cobertura espacial de árboles es más del 70% de especies de hoja ancha, deben encontrarse algunas especies de coníferas, sin embargo no son significativas como para designarle sus características al bosque. Son bosques a los que comúnmente se llama selvas, son bosques característicos de aquellas regiones que tienen baja altitud, habitados por especies de hoja ancha, como el cedro, caoba, zapote, pimienta, etc. Estos bosques representan el 88.6% del área boscosa del país.
- **Bosque secundario/arbustal:** Dentro del bosque secundario están bosques degradados, que se han formado por excesiva deforestación en áreas que después de taladas, han quedado en abandono. También, puede considerarse como bosque secundario al área que ha sido afectada por incendios forestales, que por lo regular empieza a regenerarse naturalmente. Un tipo de vegetación que se incluye dentro de esta categoría es bosque decídúo xerofítico del oriente del país. A pesar de tener este bosque gran variedad de árboles, en su mayoría ha sido bastante intervenido y ha dado paso a la regeneración del mismo, contando por lo tanto con muchos arbustos.

3.5.4.1.2. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra

Según el mapa del INE y MAGA 2016, encontramos que la principal cobertura vegetal del área de la subcuenca es agricultura limpia, café y pastos naturales.

3.5.4.2. Flora

Según el mapa del INE y MAGA 2016, encontramos el pinabete, canac, pino colorado, pino triste, pino blanco, roble, pino (Ceudoustrous), ciprés común (Cupresus Lusitánica), el roble (Quercus); los **latifoliados** encino (Quercus) y aliso principalmente que aunque son especies de Montano Alto Tropical aparecen predominantes en las altitudes bajas, entre otros se observan una variedad de arbustos de primavera, retoño y perennes.

Dentro de la subcuenca la actividad agrícola principal es las siembras de café (Coffea arabica L) y en el bosque, podemos observar gran variedad de flora y fauna que rodea y da vida el ecosistema, dando como resultado que la declaren área protegida tanto por la ubicación geográfica como topográfica.

Listado de flora silvestre grupo taxonómico (deseable), nombre científico, nombre común y estatus atendiendo a la Lista Roja del CONAP (endémico, amenazado o en peligro de extinción).





Cuadro No. 9. Flora

Nombre común	Nombre científico	Habito
Ciprés	Cepruslucitanica mil.	Arbóreo
Roble	Quercussp.	Arbóreo
Encino	Quercussp.	Arbóreo
Aguacate	Familia cyatheaceae	Arbóreo
Bromelias*	Tillandsiaspp.	Herbáceo
Chichicaste	Ureraspp.	Herbáceo
Helechos	Familia polypodiaceae	Herbáceo
Zarza	Mimosa sp.	Herbáceo
Mano de león	Boconia volcánica oreopanaxalapense	Arbóreo
Palo blanco	Sin determinar	Arbóreo
Quequech	Arracaciasp	Herbáceo

*especies incluidas en el listado rojo de CONAP

Fuente: Elaboración propia, en base a investigación de campo

3.5.4.2.1. Especies Indicadoras

Una especie indicadora, aquella que por sus características particulares, da información sobre la condición general de un ecosistema y de las otras especies presentes en el mismo. Estas especies, señalan la calidad y los cambios en las condiciones bióticas y abióticas del ambiente.

Cuadro No. 10. Especies indicadoras de flora

Zona de vida	Especies indicadoras
Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	Zona Sur- <i>Scheelea preussii</i> , <i>Terminalia oblonga</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Sickingia salvadorensis</i> , <i>Triplaris melaenodendrum</i> , <i>Cybistax donnell-smithii</i> , <i>Andira inermis</i>
	Zona Norte- <i>Orbiginya cohune</i> , <i>Terminalia amazonia</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Lonchocarpus spp.</i> , <i>Virola spp.</i> , <i>Cecropia peltata</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Vochysia guatemalensis</i> , <i>Pinus caribaea</i>

Fuente: Elaboración propia en base a investigación de campo.

3.5.4.2.2. Especies endémicas

Una especie endémica es aquella cuya distribución se encuentra restringida a un área geográfica particular; el endemismo puede ser a nivel local o regional.

Según los estudios en esta cuenca se presenta un alto grado de endemismo, nacional y regional, muchas especies de flora y fauna con distribuciones restringidas; por lo que constituye en un área que debe de ser manejada con mucho cuidado para poder asegurar la supervivencia de las poblaciones.





La distribución del número de especies endémicas en el área del proyecto se presenta en el siguiente cuadro. En específico, se tiene que en la región se encuentran alrededor de 32 especies endémicas de flora. Las especies más sobresalientes se listan en la siguiente cuadro.

Cuadro No. 11. Distribución de especies endémicas de flora en la región

Familia	Especie
Acanthaceae	Justicia aurea f erithryna (Standl et Steyer)D G
Agavaceae	Furcrea quichelensis Trel
Asteraceae	Cirsium guatemalensis Blake
Asteraceae	Montanoa guatemalensis Rob et Greenm
Asteraceae	Rojisianthe superba Standl et Steyer
Caprifoliaceae	Viburnum discolor Benth
Clethraceae	Clethra pachecoana Standl et Steyer
Onagraceae	Fuchsia cordifolia Benth
Orchidaceae	Palumbina candida Lindl
Pinaceae	Abies guatemalensis Rehder
Rubiaceae	Crusea coccinea DC
Smilacaceae	Smilax standleyi Killip et Morton
Solanaceae	Lysianthes quichensis (Coult et Donn Sm)Brit
Solanaceae	Solanum fontium Standl & Steyer
Sterculiaceae	Chiranthodendron pentadactylon Larreategui
Verbenaceae	Cytharexylon moncinni D Donn

Fuente: Elaboración propia en base a investigación de campo.

3.5.4.2.3. Especies Amenazadas

Una especie amenazada es aquella cuya población en estado natural se encuentra en peligro, ya sea por reducción en el número de individuos, pérdida de hábitat o considerada vulnerable y rara.

Es de señalar la existencia de Bromelias, especies amenazadas, de no tomarse las acciones correspondientes para su conservación corren peligro de extinción.

3.5.4.3. Fauna

Para el estudio de la fauna se hicieron recorridos en el área, así como entrevistas a personas para obtener información de primera mano ya que las especies son muy importantes en la región.

Esta zona es muy rica y va desde ardillas, coyotes, taltuzas, zorillos, gatos de monte, armadillos, reptiles, aves como, palomas silvestres, además están los animales domésticos de variadas especies.





3.5.4.3.1. Mamíferos

Los bosques que aún se encuentran en la zona, especialmente en la parte alta de la subcuenca, han permitido la permanencia de mamíferos, aunque están siendo sujetos de una gran depredación por la cacería furtiva. En el siguiente cuadro, se presenta un listado de los mamíferos.

Cuadro No. 12. Mamíferos

Nombre común	Nombre científico
Venado cola blanca*	Odocoileusvirginianus
Armadillo	Dasyplustrans
Pizote	Coati
Armados	Dasyplustrans
Ardilla	Sciurus yucatanenses
Taltuza	Orthogeomys sp.
Coyote	Canis latrans
Gato de monte	Urocyon cinereargenteus
Zorrillo	Mephitis macroura

*venado cola blanca está en el listado oficial de especies en peligro de extinción de CITIES para Guatemala, res. No 27-96 del CONAP.

Fuente: Investigación de Campo.

3.5.4.3.2. Aves

En el cuadro, se presenta un listado de especies de aves que se encuentran en el área de la subcuenca.

Cuadro No. 13. Aves

Nombre Científico	Nombre Común
Gavilán	Buteoalbonotatus
Paloma	Zenaida americana
Chorcha	Ictgerusspuios
Carpintero	Melanarpesformicivorus
Sánate	Quiscalus mexicanus
Zopilote	Coragyps atratus
Loros	Amazona sp
Colibríes, gorriones	Amazilia tzacatl

Fuente: Investigación de Campo.

3.5.4.3.3. Anfibios y Reptiles

Según la información recabada, las especies de anfibios y reptiles que podrían habitar se incluyen en el siguiente cuadro.





Cuadro No. 14. Anfibios y Reptiles

Nombre Científico	Nombre Común
Eleutherodactylus lineatus	Rana
Bufo marinus	Sapo
Agalychis moreletti	Lagartija
Iguana iguana	Iguana
Ameiva undulata	Culebra

Fuente: Investigación de Campo.

3.5.4.3.4. Especies en peligro de extinción

Una especie en peligro de extinción se define como aquella cuya supervivencia es poco probable si continúan los mismos factores que amenazan su continuidad (viabilidad poblacional), así como aquellos factores que han favorecido una drástica disminución en su número de individuos o en su hábitat.

Con lo que respecta a la fauna, hay una gran abundancia de aves y mamíferos que no solo presentan una distribución muy restringida, sino que también se encuentran en grave peligro de extinción y están listadas dentro de algunos de los tres apéndices de la **Convention on International Trade in Endangered Species (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas)** (CITES).

- **Reptiles y Anfibios:** En lo que respecta a los reptiles y anfibios NO se tienen especies que se encuentren listadas dentro de CITES.
- **Aves:** Las aves son un grupo muy extenso dentro de esta región. Esta zona es de importancia como un corredor de las diferentes especies migratorias. Por lo tanto en lo que respecta a las aves NO se tienen especies que se encuentren listadas dentro de CITES, tampoco dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de Guatemala del CONAP.
- **Mamíferos:** En lo que respecta a los mamíferos SI se tienen especies que se encuentren listadas dentro de CITES, pero si dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de Guatemala del CONAP, el Venado Cola Blanca está en el listado oficial de especies en peligro de extinción de CITES para Guatemala, res. No 27-96 del CONAP.

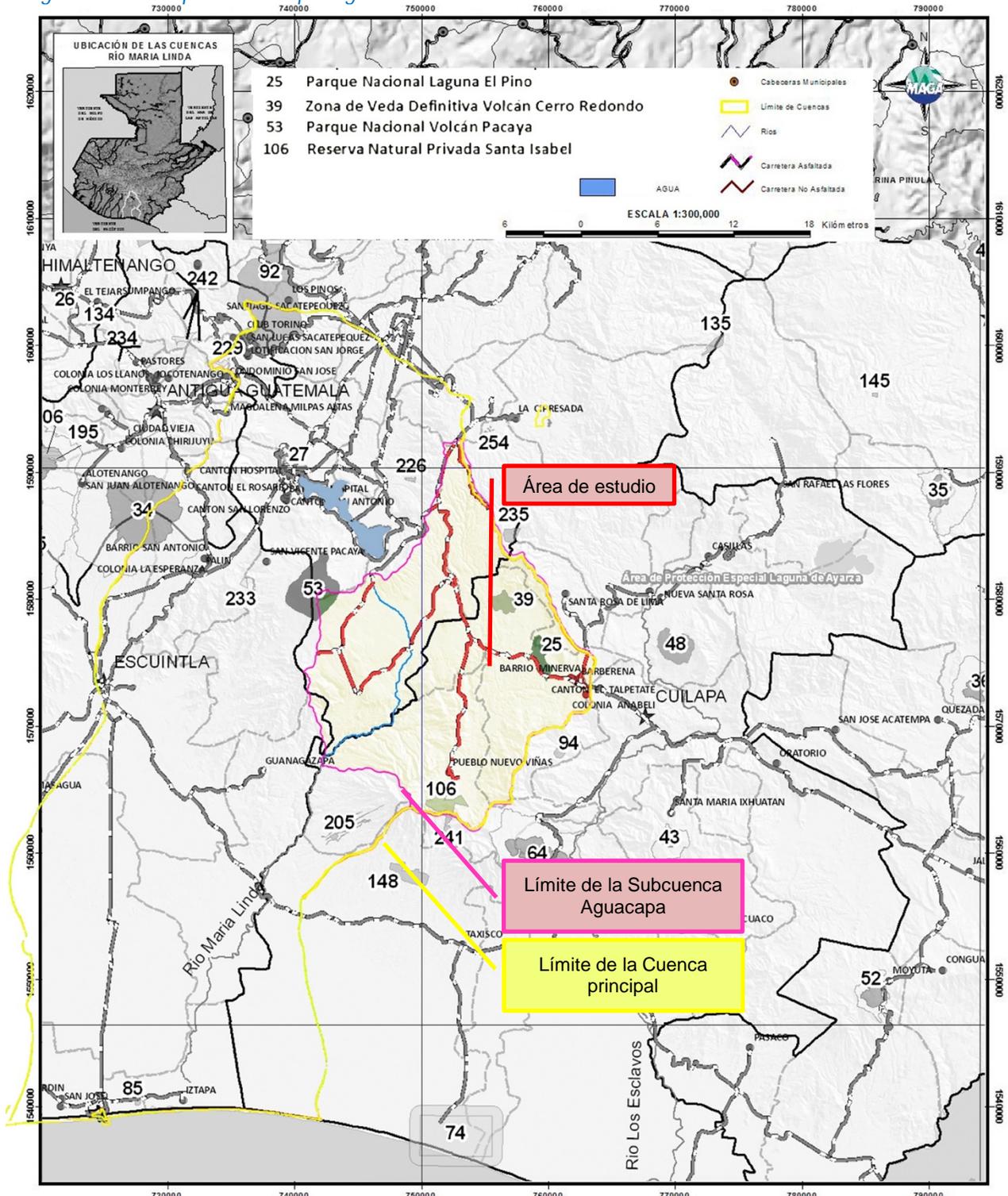
3.5.4.4. Áreas protegidas dentro del área de estudio

- Parque Nacional Laguna de El Pino, administrado por INAB, en Barberena.
- La Reserva Biológica del Volcán de Pacaya, en el municipio de San Vicente Pacaya.
- Reserva Biológica Volcán Cerro Redondo, administrada por CONAP, en Santa Cruz Naranjo.
- La Reserva Natural Privada Santa Isabel.





Imagen No. 16. Mapa de áreas protegidas



Fuente: Elaboración propia, en base al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).





3.6. CARACTERIZACIÓN SOCIO-CULTURAL DE LA SUBCUENCA

3.6.1. DEMOGRAFÍA

ETNIAS

Principales Etnias Censo 2002 INE.

Maya: 3,427 personas.

Garífuna: 45 personas.

Xinka: 3,592 personas.

Ladino: 294,168 personas.

3.6.2. EDUCACIÓN

De acuerdo al censo 2002, el 30.58% de la población mayor de 7 años no sabía leer ni escribir, habiendo un 26% de analfabetismo entre hombres y un 34% entre mujeres.

En las microrregiones de Ixpaco, la Gabita y San Sebastián el analfabetismo entre las mujeres se encuentra por arriba del 89% lo cual es uno de los grandes obstáculos para la salud y el progreso de estas comunidades.

El nivel de escolaridad según censo 2002, el 30% de los 15,960 habitantes mayores de 7 años más de la mitad jamás había ido a la escuela y menos del 6% había cursado algún grado del ciclo básico o más.

- **Infraestructura Educativa:** El área de la subcuenca, presenta deficiencia en la infraestructura escolar, necesitando remozamiento de techos, alumbrado eléctrico y ventanas de la escuela de primarias, así también construcción de escuelas tipo B y C y construcción de aulas en todas las microrregiones, ya que la demanda de servicios educativos ha incrementado grandemente con la gratitud de la educación.
- **Cobertura Educativa:** Tasa neta de matriculación: A pesar del incremento de servicios educativos, a tasa neta de matriculación y de incorporación por nivel sigue siendo muy deficiente según las estadísticas del MINEDUC del 2008.

Repitencia estudiantil y causas de inasistencia escolar: El MINEDUC informa que la tasa de repitencia para el nivel primario en el 2008, fue de 11.7% y en el nivel básico de 3.55% las causas de repitencia en el nivel primario son debido en parte al mal estado nutricional de la población y deficiente calidad educativa por el gran número de estudiantes por aula.

Según el censo 2002, las causas principales de inasistencia escolar se deben principalmente a que la falta de dinero y a que los niños no les gusta ir a la escuela, ellos debido a los patrones socioeconómicos que prevalecen en las familias.





Según investigación de campo y en base a entrevistas con los pobladores, se encontró que las microrregiones con más alta tasa de analfabetismo de mujeres, que son las comunidades donde en dotación de escuelas había.

Se logra observar que en la actualidad hay buena distribución de las escuelas de primaria, aunque éstas tienen en su mayoría déficit de maestros y aulas.

Hay varias comunidades sin escuela por no tener suficiente población en edad escolar, y en su mayoría son fines encontrándose cercana a una aldea caserío donde si existe escuela primaria. Se logró notar que en la mayoría de microrregiones, a excepción de Ixpaco y Los Corrales hay acceso al ciclo básico.²⁸

3.6.3. SALUD

En general, hay mejor acceso al primer nivel de salud desde que la dirección de área de salud, estableció convenios de colaboración con recurso humano médico, con la brigada Cubana y la Facultad de medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), para fortalecer los puestos e salud.

El área de la subcuenca, principalmente en el municipio de Pueblo Nuevo Viñas cuenta con los servicios siguientes:

- Un centro de salud tipo B con atención médica a pacientes ambulatorios.
- 3 puestos de salud convencionales en Aldeas Joyas de San Nicolás, La Gabia y El pescador.
- Un puesto de salud fortalecido, en Aldea Ixpaco.
- 19 centros de convergencia atendidos por la Diócesis de Santa Rosa de Lima en el marco de Programa de Extensión de Cobertura en salud en Aldeas: Buena Vista, El Cuje, El Manacal, Joya Grande, La Gabita, Los Corrales, Los Sitios de San Nicolás, Patagonia, San Sebastián, El Tempisque, El Zapote, El Zarzalito, La Avellana Monte Redondo.
- Se cuenta con servicios de Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), para atención de accidentes, quedando pendiente la ampliación de cobertura de otros servicios.
- 4 farmacias, 2 clínicas médicas particulares y ningún sanatorio privado, siendo limitada la oferta de servicios públicos y privados de salud.²⁹

²⁸ SEGEPLAN, *Plan de Desarrollo Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, (Guatemala 2010)*.

²⁹ *Ibid.*





3.6.4. SERVICIOS BÁSICOS

Las principales carreteras que lo atraviesan son: La Interoceánica CA-1 y la Internacional CA-2, así como la ruta nacional 22 CA- 8, que lo comunican con el resto del país.

Cuenta con una infraestructura vial, pertenecientes a rutas centroamericanas, rutas nacionales, rutas departamentales y caminos rurales. Las principales rutas que atraviesan la sub cuenca son la CA-01 y la CA-02, las cuales comunican a nuestro país con las fronteras de San Cristóbal, Valle Nuevo y Pedro de Alvarado en El Salvador.

3.6.4.1. Agua Potable:

En la Subcuenca el 20.7% de viviendas no cuenta con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable. Las aldeas más deficientes de servicios de agua son: Ixpaco, La Gabita y San Sebastian. Además se ha constatado que los servicios de agua no aplican cloro de forma sistemática en la mayoría de comunidades, por lo cual el agua no es apta para el consumo humano.

3.6.4.2. Servicio Sanitario:

El área de la subcuenca, aproximadamente el 84% de viviendas cuentan con algún tipo de servicio sanitario y tan solo el 28% tienen acceso a servicio de saneamiento mejorado (conectado a una red de drenajes, a una fosa séptica o con excusado lavable). Las microrregiones más deficientes de servicios sanitarios es la Patagonia.

3.7. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LA SUBCUENCA

3.7.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Su economía se desarrolla alrededor de la agricultura, especialmente del café. En esta región abundan los beneficios de café, así como las fincas ganaderas y de ahí la fama de sus quesos, cremas y mantequillas.

- Producción agrícola: Entre sus productos agrícolas sobresalen el café, que es de buena calidad, caña de azúcar, maíz, frijol, arroz, papa, ajonjolí, maicillo, algodón, tabaco y frutas, especialmente la piña y el banano.
- Producción ganadera: En el aspecto pecuario destacan los municipios de Guazacapán, Oratorio y Taxisco. En estos mismos lugares hay haciendas de ganado vacuno con gran producción de leche, crema, queso y mantequilla.
- Producción industrial: En el aspecto industrial hay ingenios de azúcar y beneficios de café. La subcuenca cuenta con dos hidroeléctricas, Aguacapa y Poza Verde.





Fotografía No. 5. La piña como cultivo predominante en la parte occidente de la subcuenca.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 6. La subcuenca del Aguacapa, como alternativa de desarrollo sostenible (energía Eólica)



Fuente: Elaboración propia,.

Fotografía No. 7. Hidroeléctrica de Aguacapa, principal fuente de producción de electricidad del departamento de Santa Rosa.



Fuente: Elaboración propia





3.8. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA

3.8.1. PRESIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RIO AGUACAPA.

En este estudio de la subcuenca del río Aguacapa, se analizaron los poblados que mayor presión ejercen sobre la biodiversidad del río Aguacapa, se determinó que los municipios que están directamente relacionados con la presión ejercida sobre las aguas del río Aguacapa son los siguientes:

- Pueblo Nuevo Viñas
- Barberena

Pueblo Nuevo Viñas y Barberena

Los municipios de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena, del departamento de Santa Rosa, se considera que son los municipios con mayor presión ejercida hacia el río Aguacapa, debido a que únicamente su casco urbano cuentan con servicio de recolección de desechos sólidos, en las aldeas caseríos y fincas del resto de los territorios se carece de este vital servicio, en parte porque los pobladores de estos municipios son personas de escasos recursos que en su mayoría viven de las cosechas del café, sin embargo con el bajo valor comercial que hoy en día tiene el café en esta zona, las personas tienen muchos problemas para poder proveer los recursos económicos para el bienestar de sus familias.

Derivado de esto la cultura de los pobladores de las microcuencas, principalmente aquellas comunidades que están asentadas a la orilla de los afluentes del río Aguacapa, lanzan todo tipo de desechos sólidos a los ríos, riachuelos y quebradas donde están asentados.

Caracterización de los desechos sólidos comunes lanzados a los afluentes del río Aguacapa:

- Envases plásticos de todo tipo de bebidas
- Pañales desechables en general
- Bolsas plásticas de todo tipo
- Envases de vidrio de todo tamaño
- Latas de todo tipo de bebidas
- Restos de comida de todo tipo
- Llantas viejas de todo tipo de vehículos.
- Colchones de algodón o sintético en desuso.
- Restos de chatarra metálica
- Animales muertos como perros, gatos, aves de corral
- Aguas residuales domésticas
- Pulpa de café





- Aguas mieles provenientes del proceso de lavado de café
- Restos de pesticidas utilizados para control de plagas y malezas
- Desechos de la industria de la construcción
- Desechos de aceites y grasas de talleres mecánicos
- Envases peligrosos con contenido toxico (pesticidas)

Todos los desechos anteriormente mencionados se van acumulando en las márgenes de los riachuelos y quebradas que tributan sus aguas al río Aguacapa, sin embargo en invierno son arrastrados corriente abajo hasta desembocar en el río Aguacapa que a su vez lo transporta a la cuenca el María Linda y esta a su vez al océano Pacífico.

En su recorrido esta serie de desechos ocasionan daño a los ecosistemas, logrando cada año reducir las especies que conforman la biodiversidad del río Aguacapa, esta presión se transmite también a la cuenca donde desemboca este río denominada María Linda que a su vez transmite dicha presión al Océano Pacífico.





CAPÍTULO 4

ANÁLISIS AMBIENTAL



4.1. IMPACTO AMBIENTAL

El término impacto ambiental se define como el efecto que provoca una determinada acción sobre el medio ambiente; en este caso la acción a analizar son los problemas que afronta la subcuenca del río Aguacapa están derivados fundamentalmente de la actividad antrópica.

Dicha actividad, afecta a un determinado número de ecosistemas, provoca sobre el medio una influencia que puede ser considerada como permanente en algunos aspectos, ya que no cambiará en el tiempo, afecta de una forma u otra a la fauna y vegetación, altera los usos actuales del suelo y produce un cambio en el paisaje. Todos estos aspectos serán considerados para la correcta valoración de los impactos generados.

La valoración de los impactos por elementos del medio permite conocer cuáles son las alteraciones que se producen sobre cada uno de ellos, informando sobre en qué acción de proyecto es necesario actuar para así atenuar o evitar el impacto asociado a dicha acción, o si por el contrario, el impacto es inevitable, qué tipo de planes y programas deberán ser tenidos en consideración para llegar a la mejor integración en el medio en el que se va a implantar el proyecto.

4.1.1. METODOLOGÍA

La evaluación del impacto ambiental se ha realizado en dos fases. En la primera de ellas se han identificado cada una de las alteraciones que se producen sobre los mecanismos o factores de los medios físico, biológico y socioeconómico, así como del paisaje. En la segunda fase, se han caracterizado y valorado dichas alteraciones.

La caracterización se ha elaborado a partir de una serie de parámetros que le dan la valoración final. En la primera fase, o fase de identificación, se detallan las alteraciones que las diversas acciones de la actividad antrópica han producido en el Medio Físico, Medio Biológico, Medio Socioeconómico y Paisaje de la subcuenca, identificándose los impactos ambientales que en concreto se generan.

Después de esto, se ha caracterizado cada una de las alteraciones producidas sobre los diferentes elementos del medio. La caracterización se ha realizado a través de unos criterios de valoración de impacto (carácter, tipo de acción, duración, etc.) y, finalmente, se ha plasmado la expresión de esta evaluación en una escala de niveles de impacto (compatible, moderado, severo y crítico), que facilita la utilización de los resultados obtenidos en la toma de decisiones, para finalmente dar paso a la propuesta del PMA de la subcuenca del río Aguacapa.

La metodología consiste en la utilización de una serie de valores a través de los cuales es posible la confrontación sistemática entre todos los factores implicados; por un lado, los





elementos del medio físico, biológico y social, así como del paisaje y, por otro, las acciones derivadas de la actividad antrópica.

La ventaja que presenta este método es su gran sencillez, pudiendo sin embargo considerar todos los aspectos relevantes del medio que pueden verse afectados. En un primer cruce de información, se relacionan las acciones que pueden causar alteraciones con los elementos del medio afectados. Este cruce identifica los impactos ambientales que se generan.

A continuación se caracteriza cada una de las alteraciones producidas sobre el medio y, finalmente, se plasma la expresión de esta evaluación en una escala de niveles de impacto. Para que el análisis cualitativo elegido sea útil a la hora de profundizar en el conocimiento y valoración final de los impactos, deben utilizarse criterios de valoración adecuados.

4.1.1.1. Criterios de valoración

- **CARÁCTER:** Hace referencia a si el impacto es positivo o negativo con respecto al estado previo a la acción. En el primer caso será beneficioso y en el segundo adverso.
- **TIPO DE ACCIÓN:** El efecto sobre los elementos del medio puede producirse de forma directa o indirecta; en el segundo caso el efecto es debido a interdependencias.
- **DURACIÓN:** Este criterio se refiere a la escala de tiempo en la que actúa el impacto; puede ser temporal, cuando se produce en un plazo limitado, o permanente, cuando aparece de forma continuada.
- **MOMENTO:** Se refiere al momento en que se manifiesta el impacto: a corto plazo, a medio plazo y a largo plazo.
- **SINERGIA:** Alude a la combinación de los efectos para originar uno mayor; en este caso se habla de impactos simples y acumulativos o sinérgicos.
- **REVERSIBILIDAD:** Se considera impacto reversible aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. El impacto irreversible es aquel que supone la imposibilidad o la dificultad extrema de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.
- **RECUPERABILIDAD:** Un impacto recuperable es aquel en el que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable. Por el contrario, en un impacto irrecuperable la alteración o pérdida que se provoca es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana. Se refiere a la eliminación definitiva de algún factor o por el contrario a la pérdida ocasional del mismo; en este caso la consideración es irrecuperable o recuperable.

Una vez caracterizados los diferentes impactos, se ha procedido a la valoración de los mismos según la siguiente escala de niveles de impacto:





4.1.1.2. Niveles de impacto

- **COMPATIBLE:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **MODERADO:** Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **SEVERO:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con estas medidas, la recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- **CRÍTICO:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente en la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DENTRO DE LA SUBCUENCA

Realizando el análisis sobre la actividad antrópica y agrícola que afecta a la subcuenca del río Aguacapa, se enumeran las posibles alteraciones en el medio físico, medio biológico, medio socioeconómico y el paisaje: Como se mencionó anteriormente las principales actividades son:

- Deforestación de las partes altas de las microcuencas.
- Procesos de lavado y despulpe de café.
- Acumulación de desechos sólidos en los riachuelos de las microcuencas
- Tuberías de aguas residuales de las viviendas conducidas directamente a cuerpos receptores.

4.2.1. MEDIO FÍSICO

Cuadro No. 15. Medio físico

Elemento	Impacto De la actividad antrópica y agrícola
Geología y geomorfología	Cambios en el relieve
	Riesgos geológicos
	Afección a puntos geo-lógicos o geomorfológicos de interés singular
Edafología	Degradación del suelo
	Cambios en la dinámica erosión sedimentación
	Contaminación del suelo
Hidrología	Contaminación y alteración de la calidad de las aguas
	Interrupción de la red de drenaje natural
	Alteraciones cuantitativas y cualitativas del agua superficial
	Afección a las aguas subterráneas
Atmósfera	Cambios calidad aire

Fuente: Elaboración propia.





4.2.2. MEDIO BIOLÓGICO

Cuadro No. 16. Medio biológico

Elemento	Impacto De la actividad antrópica y agrícola
Flora	Eliminación de vegetación
	Degradación de vegetación
	Incremento riesgo de incendios
	Pérdida de hábitat
Fauna	Alteración/disminución superficie hábitat
	Eliminación de ejemplares (terrestres)
	Afección del comportamiento fauna terrestre
	Afección comportamiento fauna piscícola
	Eliminación de ejemplares (fauna piscícola)

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Cuadro No. 17. Medio socioeconómico

Elemento	Impacto De la actividad antrópica y agrícola
Sectores económicos	Dinamización económica
	Cambios en el uso del suelo
	Incremento de ingresos públicos
Sistema territorial	Afectación forestal
	Afección a espacios naturales y zonas de interés natural
Paisaje	Pérdida de calidad del paisaje

Fuente: Elaboración propia.

4.3. EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS DENTRO DE LA SUBCUENCA

En este punto se hace una síntesis de los impactos en la subcuenca. Para ello se incluye una relación de los mismos sobre los factores ambientales afectados, indicando la caracterización básica del impacto en virtud de su signo (positivo o negativo) y su magnitud (compatible, moderado).

Sólo se relacionan aquellos que se han identificado como positivos o negativos, obviándose los que se han valorado como nulos.





4.3.1. MEDIO FÍSICO

4.3.1.1. Geología y geomorfología

- Cambios de relieve: COMPATIBLE
- Incremento de los riesgos geológicos: NO SIGNIFICATIVO
- Afección sobre puntos geológicos de interés singular: NO SIGNIFICATIVO

4.3.1.2. Edafología

- Degradación de suelo: COMPATIBLE
- Cambios en la dinámica erosión-sedimentación: COMPATIBLE
- Contaminación del suelo: COMPATIBLE

4.3.1.3. Hidrología

- Contaminación y/o alteración de la calidad de las aguas: COMPATIBLE
- Interrupción de la red de drenaje natural: NO SIGNIFICATIVO
- Alteraciones en el régimen de circulación de caudales: COMPATIBLE
- Alteraciones sobre las aguas subterráneas: NO SIGNIFICATIVO
- Contaminación y/o alteración de la calidad de las aguas: COMPATIBLE

4.3.3.4. Atmósfera

- Cambios en la calidad del aire: COMPATIBLE

4.3.2. MEDIO BIOLÓGICO

4.3.2.1. Flora

- Eliminación de la vegetación: COMPATIBLE-MODERADO
- Degradación de la vegetación: COMPATIBLE
- Incremento del riesgo de incendio: NO SIGNIFICATIVO
- Pérdida de hábitat: COMPATIBLE

4.3.2.2. Fauna

- Alteración o disminución de la superficie de hábitat: COMPATIBLE
- Eliminación directa de ejemplares (fauna terrestre): COMPATIBLE
- Alteración en el comportamiento para la fauna de terrestre/hábitos aéreos: NO SIGNIFICATIVO
- Alteración en el comportamiento para la fauna piscícola: COMPATIBLE
- Alteración del comportamiento para la fauna del medio acuático: COMPATIBLE





- Eliminación directa de ejemplares (peces): COMPATIBLE

4.3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.3.3.1. Sectores económicos

- Dinamización económica: POSITIVO MEDIO
- Cambios en los usos del suelo: NO SIGNIFICATIVO
- Incremento de ingresos públicos: POSITIVO MEDIO

4.3.3.2. Sistema territorial

- Afectación forestal: COMPATIBLE
- Afección al patrimonio histórico-artístico y arqueológico: COMPATIBLE

4.3.3.3. Paisaje

- Impacto sobre la zonas de paisaje: COMPATIBLE





CAPÍTULO 5

PROPUESTA

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



5.1. PROPUESTA DEL MANEJO AMBIENTAL

5.1.1. OBJETIVO GENERAL

Formular programas y proyectos que contribuyan a la conservación y recuperación de los recursos naturales, y al desarrollo socioeconómico de la subcuenca del río Aguacapa.

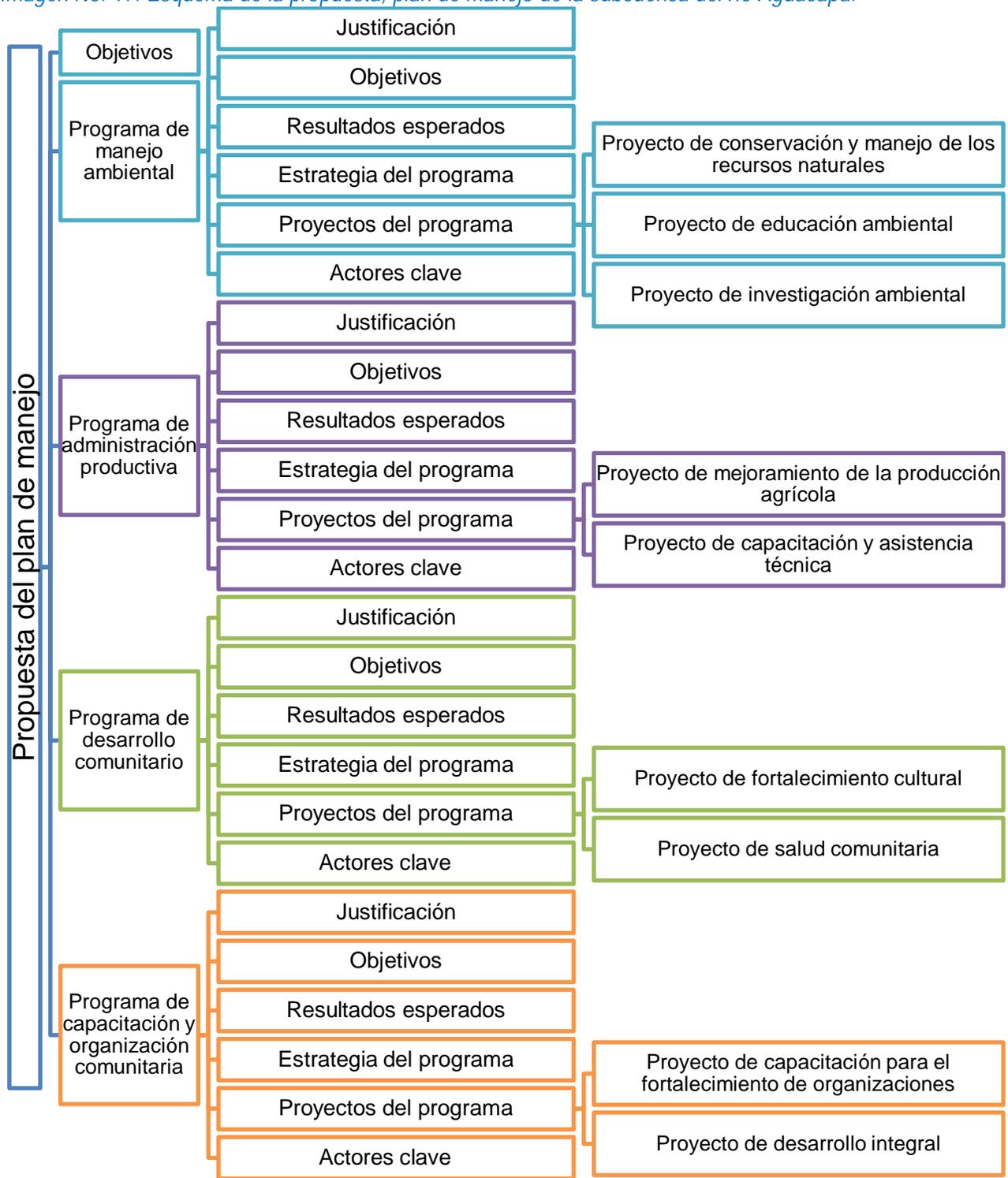
5.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover la protección y conservación de la biodiversidad e integridad biológica de los ecosistemas del área de estudio.
- Fortalecer las capacidades de los habitantes de la subcuenca, en el manejo y la administración de los recursos naturales.
- Implementar sistemas de producción y desarrollo con la participación de los actores locales, como una estrategia para minimizar las presiones antrópicas y contribuir al mejoramiento socioeconómico de las comunidades.
- Promover la conservación y recuperación de los recursos naturales de la subcuenca, controlando el proceso de cambio de uso del suelo, en zonas donde su impacto sea mínimo.
- Orientar un ordenamiento de uso de suelo, en base a la capacidad de uso de este recurso, el mismo que solo será posible con el trabajo entre las instituciones públicas, la comunidad y las empresas privadas, que quieran participar.
- Incluir acciones de recuperación de la cobertura vegetal, las que deben contemplar los procesos de regeneración natural, reforestación con objetivos de protección.
- Adecuar áreas recreativas, que sirvan como un atractivo turístico, que generen un ingreso alternativo para las comunidades dentro de la subcuenca, así como un interés en los actores involucrados en su manejo y la conservación de los recursos; de la mano con este proceso es importante incentivar la investigación dentro de la cuenca complementando estas iniciativas que conllevan a la conservación de los recursos naturales.
- Implementar prácticas agroecológicas, que permitan elevar los niveles de producción de los cultivos de café que se realizan en la zona, en la búsqueda de generar un menor deterioro del entorno, cuidando sobre todo el recurso hídrico.
- Determinar áreas para el desarrollo de actividades productivas e implementación de prácticas de bajo impacto que permitan mejorar la rentabilidad.
- Incentivar estímulos para los pobladores como: créditos productivos, programas gubernamentales, asistencia técnica y capacitación.





Imagen No. 17. Esquema de la propuesta, plan de manejo de la subcuenca del río Aguacapa.

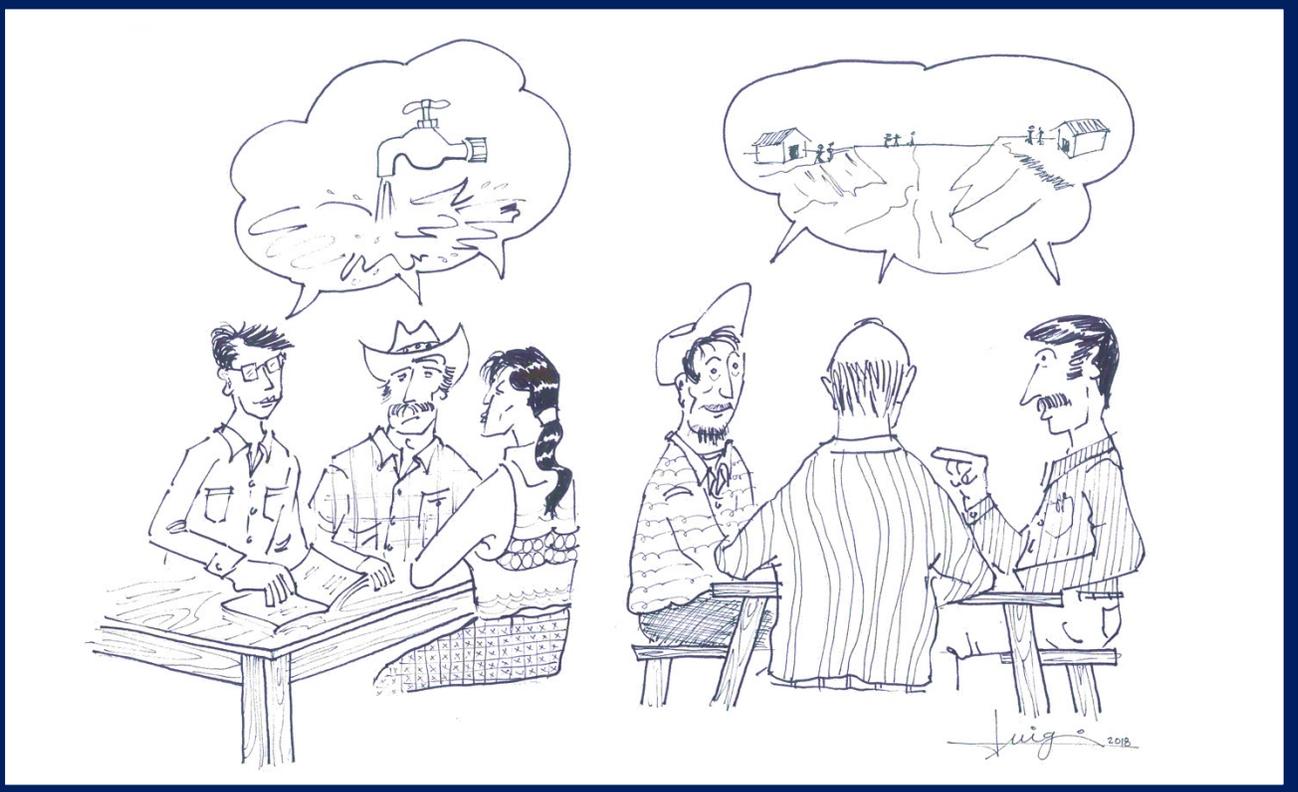


Fuente: Elaboración propia.





5.2. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL



Fuente: Arq. Luigi Joél Revolorio Lima

El presente programa es para implementar un modelo de integración que combine prácticas eficaces y armoniosas, a fin de alcanzar un equilibrio entre la protección del ambiente y el desarrollo productivo y social de la subcuenca del río Aguacapa.





5.2.1. JUSTIFICACIÓN

Del diagnóstico realizado se concluye que existe un progresivo deterioro de los ecosistemas de la subcuenca, constituyéndose en un grave problema en el mantenimiento de la biodiversidad de la zona y del recurso hídrico, así como también, afectando las condiciones de vida de los pobladores. Además se puede apreciar pérdida del conocimiento ancestral de las poblaciones aplicable a los sistemas productivos.

La necesidad de incrementar la producción, ha generado una significativa expansión de la frontera agrícola, que ha determinado en tasas elevadas de ocupación de espacios, deforestación de bosque natural, destrucción de grandes áreas y su reemplazo por siembras de café, ocasionando la degeneración de la estructura de los ecosistemas.

La falta de ofertas de empleo genera un progresivo deterioro de la calidad de vida de la población, que junto con un sistema educativo que no valora las características ecológicas, sociales y culturales de la zona, han contribuido a una explotación indiscriminada de los recursos naturales de la subcuenca.

Por otro lado no ha existido una difusión de conocimientos y tecnologías de producción apropiados para el tipo de ecosistemas presentes en la subcuenca; acompañado por una estructura institucional y administrativa débil, impidiendo que se genere una intervención.

Por lo cual el presente programa busca contribuir a la solución de los problemas planteados, mediante la generación de una propuesta de conservación integral de los recursos y un desarrollo participativo de los pobladores, implementando proyectos de educación e investigación ambiental que fomenten un sustento técnico y participativo para la consecución del PMA de la subcuenca del río Aguacapa.

5.2.2. OBJETIVOS

5.2.2.1. *Objetivo general*

Promover el desarrollo sustentable de la subcuenca del río Aguacapa, procurando un manejo de los recursos naturales presentes en la zona, mediante el mejoramiento de la administración, manejo y conservación de los ecosistemas, y la incorporación de prácticas y técnicas para la protección y aprovechamiento de los recursos naturales.

5.2.2.2. *Objetivos específicos*

- Proteger los ecosistemas de la zona, mediante el establecimiento de unidades de manejo para producción y protección, a fin de mantener abiertas las opciones de desarrollo, a través del manejo de las zonas de uso múltiple dentro de la subcuenca.





- Conservar los ecosistemas presentes en la subcuenca y su diversidad ecológica, incorporando zonas de conservación y protección permanente, para proteger los recursos genéticos y mantener poblaciones viables de especies nativas y endémicas.
- Promover y fortalecer la participación de las diferentes organizaciones y grupos locales en la planificación y ejecución de actividades de manejo de los recursos naturales y protección ambiental, incluyendo a instituciones y organismos que manejan estos temas.
- Investigar tecnologías alternativas para el manejo y conservación de los recursos naturales de la zona, de forma que se apoye el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Elaborar una estrategia de ecoturismo dentro de la subcuenca, desarrollando actividades dentro de las áreas de conservación y ecoturismo, determinadas en la zonificación de la subcuenca, generando un ingreso alternativo importante para los pobladores, que contribuye a la satisfacción de necesidades presentes.
- Generar un proceso sistemático de información, investigación, formación y difusión, para una permanente concientización ambiental de los pobladores.

5.2.3. RESULTADOS ESPERADOS

- Áreas de protección permanente fortalecidas constituyéndose en fuentes importantes de recursos biológicos, edáficos e hidrológicos.
- Sistemas de información, investigación, formación y difusión relacionado el manejo y protección de los recursos naturales implementado en la zona.
- Actividades de manejo implementadas a los diferentes ecosistemas presentes en la subcuenca, los que en la actualidad no se encuentran atendidos, a través de unidades de manejo para la producción y protección.
- Pobladores participativos en los procesos de conservación y preservación del equilibrio del ambiente.

5.2.4. ESTRATEGIA DEL PROGRAMA

Para cumplir con los objetivos planteados para el programa, se han diseñado lineamientos estratégicos los cuales se plantean a continuación:

- Formulación de responsabilidades a fin de fortalecer los procesos de manejo.
- Fortalecimiento de la organización y promover la participación activa de la población en los procesos esenciales al cuidado del ambiente, la apropiación del conocimiento, la toma de decisiones y la institucionalización de los procesos.
- Construcción de unidades de producción y protección, como instrumentos de desarrollo.

5.2.5. PROYECTOS DEL PROGRAMA

El programa de manejo ambiental está formado por tres proyectos, subdivididos en mecanismos y actividades, a fin de lograr su cumplimiento.





5.2.5.1. Proyecto de conservación y manejo de los recursos naturales

Para la aplicación de este proyecto se han escogido dos líneas de acción:

- la aplicación de actividades de manejo dentro de los ecosistemas que no están siendo atendidos, y
- la aplicación de los criterios de protección permanente y conservación dentro de las zonas destinadas para estos fines, con el objetivo de conservar la diversidad biológica y alcanzar un desarrollo sustentable de la subcuenca.

5.2.5.1.1. Mecanismo de manejo de recursos naturales

Este mecanismo busca conseguir un aprovechamiento sustentable dentro de la subcuenca y una conservación de los recursos de la misma, para lo cual se propone realizar las siguientes actividades:

- Capacitar a los habitantes de la subcuenca en el manejo de los recursos naturales. o Inventariar y clasificar áreas de bosques naturales remanentes, y ecosistemas frágiles, a fin de determinar sus potenciales de manejo para aprovechamiento y protección.
- Definir y delimitar unidades de manejo, y creación de responsabilidades de monitoreo y administración de las mismas.
- Elaboración y ejecución de planes y proyectos de manejo dentro de estas unidades.
- Establecimiento y fortalecimiento de proyectos de protección forestal en tierras comunitarias con aptitud forestal, a fin de proteger fuentes de agua.
- Realizar la plantación de especies nativas de la zona en lugares donde la erosión sea considerable para así disminuir este problema.
- Evaluación y seguimiento del proyecto.

5.2.5.1.2. Mecanismo de fortalecimiento de las zonas de protección y conservación

Este mecanismo busca fortalecer la protección de los recursos naturales dentro de la subcuenca del río Aguacapa, mediante la delimitación y manejo de las zonas de protección permanente; incorporando una planificación para el desarrollo de las actividades productivas y de conservación dentro de la subcuenca; las zonas de protección permanente dentro del plan de manejo son elementos claves en el alcance de la conservación del ambiente y el desarrollo socioeconómico de los pobladores, en equilibrio con el entorno.

Las principales actividades propuestas para este mecanismo son las siguientes:

- Capacitar sobre materias de protección y conservación de ecosistemas a los habitantes de la subcuenca.
- Establecimiento y difusión de las zonas de protección y conservación; a fin de que los pobladores de la subcuenca, conozcan en donde se encuentran las mismas, y la importancia que estas tienen para alcanzar un desarrollo sustentable de la zona.





- Realización de talleres de educación ambiental con las comunidades, a fin de capacitar a las mismas sobre los beneficios ambientales y económicos de la implementación de zonas de protección y conservación; así como las actividades permitidas dentro de las mismas.
- Participación de las comunidades en asociación con las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, para el establecimiento y manejo de estas zonas.
- Implementación de un sistema de monitoreo, vigilancia y protección dentro de las zonas de protección y conservación.
- Realizar convenios con Instituciones involucradas en el manejo de los recursos naturales, e instituciones de educación superior (como es el caso de este proyecto de graduación), a fin de generar investigación aplicada al manejo de los recursos naturales y a la implementación de prácticas de producción y protección de los ecosistemas.
- Incentivar fortalecimiento organizativo de las comunidades dentro de la subcuenca a fin de alcanzar una administración sostenible de los recursos.
- Fomentar el desarrollo de pequeñas obras de riego para diversificar la producción durante la época seca, promover cultivos anuales de alta rentabilidad para el consumo local, organizar y capacitar a los productores de la subcuenca en el uso y manejo de tecnologías sostenibles.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.

5.2.5.1.3. Mecanismo fomento del ecoturismo

El desarrollo del ecoturismo dentro de la subcuenca del río Aguacapa, es fundamental para alcanzar el desarrollo sustentable de la zona; de igual manera esta se constituye en una alternativa importante para la transformación y complementación de la economía de las comunidades; por lo cual para la consecución de este mecanismo se plantean las siguientes actividades:

- Capacitación a los habitantes de la subcuenca sobre el ecoturismo y la oferta de diferentes actividades de recreación en ambientes naturales.
- Elaboración de una estrategia de ecoturismo para la subcuenca del río Aguacapa, con énfasis en el manejo de las áreas de protección y conservación, considerando las particularidades y potencialidades de las mismas.
- Creación de un sistema comunitario de prestación de servicios turísticos como: Hospedaje, alimentación, guía, etc.
- Establecer mecanismos para asegurar que un porcentaje significativo de los beneficios económicos generados por el turismo se inviertan en la conservación de los recursos.
- Involucrar a las operadoras de turismo y otras personas involucradas en la industria del ecoturismo, como parte de la promoción del proyecto.
- Promocionar los atractivos turísticos de la zona mediante la difusión de información interpretativa y educativa para turistas regionales, nacionales e internacionales;
- Gestionar recursos provenientes de organismos nacionales e internacionales que promuevan la conservación de ecosistemas frágiles y apoyen a crear empresas de ecoturismo local.





- Mejorar la accesibilidad al área con mantenimiento anual de caminos.
- Realizar un estudio sobre la factibilidad de proyectos ecoturísticos.
- Realizar actividades como: caminatas, cabalgatas a través de senderos ecológicos que incluirían actividades recreativas como pesca deportiva. Los centros turísticos no se deben construir con materiales que alteren el paisaje, más bien deberían ser construcciones en las cuales se aprovechen los materiales, productos de la zona.
- Crear alternativas como el Agroturismo, que basa principalmente en la cosecha de productos típicos de la zona, por los propios turistas, quienes pueden encontrar en esta actividad una fuente de distracción y entretenimiento.

5.2.5.2. Proyecto de educación ambiental

Con la ejecución de este proyecto se busca incorporar conceptos de educación ambiental dentro de la cultura de las comunidades de la subcuenca del río Aguacapa, por medio del desarrollo de contenidos y capacitación ambiental específica para la zona; para lo cual se buscara generar información acorde a la realidad socioeconómica y la formación ambiental de las comunidades, a fin de que esta regenere sus contenidos y formas de aplicación en el campo, en función a la evolución y desarrollo de la subcuenca de una manera continua y permanente.

Con esto se intenta generar conciencia sobre el valor de los recursos naturales y la interacción que el ser humano genera con los ecosistemas, proveyendo a los pobladores de medios que les permitan generar un juicio que refuerce un desarrollo social basado en la concientización ambiental y en el rescate del conocimiento patrimonial aplicado a la producción racional; además de incorporar conocimiento de tecnologías alternativas sobre el uso y la conservación de los recursos naturales, que conlleven cada vez más a una conciencia de protección del ambiente.

5.2.5.2.1. Mecanismo de formación ambiental comunitaria

Mediante este mecanismo se busca difundir e implementar tecnologías alternativas de producción, en base a criterios de conservación, que permitan alcanzar una culturización ambiental de los pobladores de la comunidad, para lo cual se propone realizar las siguientes actividades:

- Capacitación a los habitantes de la subcuenca sobre temas de conservación de los recursos naturales y mitigación de efectos ambientales.
- Convenios con autoridades de educación, a fin de alcanzar la introducción de temas ambientales en el currículo formal de las instituciones educativas.
- Construcción y equipamiento de unidades multiuso, para apoyar en la formación ambiental de los pobladores.
- Efectuar programas de información y capacitación referente a temas ambientales incluyendo videos, campañas de reciclaje, en las comunidades.





5.2.5.3. Proyecto de investigación ambiental

Este proyecto busca aumentar los conocimientos del componente natural de la subcuenca y la relación socioeconómica que se genera con las diferentes actividades realizadas por los habitantes y su potencial y limitaciones para alcanzar un desarrollo sustentable. La posibilidad de la implementación de tecnologías nuevas y tradicionales, como estrategias alternativas de manejo de los recursos naturales, proporcionando información necesaria para realizar el monitoreo y evaluación del plan de manejo de la subcuenca del río Aguacapa.

Este proyecto también busca ser el enlace entre las diferentes instituciones que realizan investigación en la región y en el país, a fin de que se puedan generar investigaciones específicas dentro de la zona, así como capacitación y extensión especializada.

5.2.5.3.1. Mecanismo de investigación básica

Dentro de este mecanismo se propone realizar las siguientes actividades:

- Capacitación a los habitantes de la subcuenca sobre temas de investigación.
- Levantamiento de información básica sobre las condiciones ecológicas y biológicas y sociales de la subcuenca.
- Realización de investigaciones sobre los sistemas de producción y aprovechamiento de los recursos naturales, a fin de evaluar el estado actual de la subcuenca.
- Generación de convenios con instituciones involucradas en el manejo de los recursos naturales e instituciones de educación superior a fin de poder contar con profesionales con conocimiento en técnicas prácticas efectivas de manejo y protección del ambiente.

5.2.5.3.2. Mecanismo uso apropiado de los recursos

Este mecanismo busca generar información que permitan implementar acciones inmediatas dentro de la subcuenca, para lo cual se proponen las siguientes acciones:

- Integración sistemática de conocimientos ambientales, a las prácticas y técnicas de producción aplicadas en la zona.
- Realización de investigaciones sobre el uso actual y potencial del suelo, a fin de la consolidación del sector agrícola en la zona y la satisfacción de necesidades de los habitantes.
- Proponer alternativas de manejo de los recursos hídricos de la zona
- Implementar acciones de mitigación de impactos ambientales negativos generados por la actividad antrópica.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.





5.2.6. ACTORES CLAVE

Para poder ejecutar el programa es necesario contar con el apoyo de Instituciones Públicas y privadas relacionadas con el desarrollo agrícola y el manejo de los recursos naturales, a fin de que estas puedan contribuir con los recursos económicos y el talento humano; estos actores claves sumado a la colaboración de la población;

- MARN.
- MSPAS.
- Municipalidades de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena, Santa Rosa.
- Organizaciones no gubernamentales.
- COCODES y CODEDE del departamento de Santa Rosa.
- CONRED.
- INAB.
- CONAP.
- IDAEH.
- INDE.
- INSIVUMEH.
- USAC.
- OTRAS UNIVERSIDADES.





5.3. PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN PRODUCTIVA



Fuente: Arq. Luigui Joél Revolorio Lima

Las actividades agrícolas dentro de la subcuenca se desarrollan bajo numerosas restricciones y limitaciones, las cuales deben ser superadas para poder alcanzar un desarrollo sustentable, siendo necesaria la planificación de actividades en concordancia con las potencialidades de los recursos y las necesidades de los pobladores.

Las acciones propuestas buscan que las actividades tengan el menor impacto posible, por lo que este programa es una herramienta de generación de ingresos para las comunidades, conforme a los potenciales que tienen los ecosistemas de la subcuenca Aguacapa.





5.3.1. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de las actividades agrícolas dentro la subcuenca del río Aguacapa muestran graves problemas en aspectos de productividad y su impacto en el ambiente; esta problemática es causada por los siguientes factores:

- Prácticas y técnicas de alto impacto, acompañadas de la lenta pérdida del conocimiento hereditario de los pobladores.
- Explotación del bosque nativo, generando erosión y conflictos entre la potencialidad y el uso del suelo.
- Falta de intervención técnica dentro de la zona, que permita a los pobladores de la subcuenca generar alternativas de manejo sustentable de los recursos naturales, mejorar su calidad de vida y disminuir la presión sobre los ecosistemas naturales.
- Desconocimiento de leyes y programas referentes al aprovechamiento de los recursos naturales.

Por lo que es necesaria la generación de un programa de administración de la producción, que genere alternativas para un desarrollo productivo acorde al concepto de sustentabilidad, mediante la aplicación de sistemas productivos eficientes y rentables, mejorando los ingresos de las comunidades, y el equilibrio con el ambiente.

5.3.2. OBJETIVOS

5.3.2.1. Objetivo general

Optimizar la producción de las actividades agrícolas dentro de la subcuenca del río Aguacapa, bajo el concepto de desarrollo sustentable, a fin de que se genere un ordenamiento de las actividades en base al uso potencial del suelo, generando ingresos para los pobladores de la zona en equilibrio con el ambiente.

5.3.2.2. Objetivos específicos

- Determinar zonas aptas para la realización de actividades agrícolas de la subcuenca del río Aguacapa, contribuyendo a la sostenibilidad de los recursos naturales y económicos.
- Mejorar las condiciones de comercialización de los productos, a fin de mejorar los ingresos de las comunidades.
- Generar sistemas de investigación y aplicación de tecnologías, que recuperen el conocimiento patrimonial de las comunidades, para alcanzar un desarrollo agrícola de la zona.
- Generar estímulos que conlleven a un manejo de los recursos, mediante asistencia técnica, capacitaciones, titulación de tierras, inserción a programas de producción nacional; a fin de llegar a un ordenamiento de las actividades agrícolas, dando viabilidad a las estrategias de aprovechamiento sustentable.





- Controlar el avance de la frontera agrícola y las invasiones a áreas con presencia de ecosistemas naturales.

5.3.3. RESULTADOS ESPERADOS

- Actividades agrícolas realizadas por las comunidades optimizadas
- Organizaciones comunitarias fortalecidas mejorando la capacidad de autogestión y la generación de pequeñas empresas.

5.3.4. ESTRATEGIA DEL PROGRAMA

Para cumplir con los objetivos planteados para el programa, se han diseñado lineamientos estratégicos los cuales se plantean a continuación:

- Ordenamiento agrícola dentro de la zona, concentrando las actividades productivas en las zonas aptas para las mismas.
- Modelos productivos que permitan aumentar y diversificar la producción, evitando la degradación de los ecosistemas naturales.
- Optimización de sistemas de producción y aprovechamiento.
- Alternativas y mecanismos eficientes para la realización de actividades productivas por parte de los pobladores.
- Fortalecimiento las vías de comercialización para productos y servicios.

5.3.5. PROYECTOS DEL PROGRAMA

Dentro del Programa de Administración Productiva se han diseñado los siguientes proyectos:

5.3.5.1. Proyecto de mejoramiento de la producción agrícola

El presente proyecto busca vincular las prácticas de conservación ambiental con las prácticas de producción sostenibles, por lo que es necesario realizar capacitaciones a los habitantes de la subcuenca del río Aguacapa en diferentes áreas, con la finalidad de que las acciones propuestas en el proyecto sean aplicadas y monitoreadas.

Las acciones a desarrollarse en el proyecto se detallan a continuación:

- Capacitación de agricultores sobre métodos de control biológico y prácticas agroecológicas.
- Generación e implementación de módulos de producción, en base al establecimiento de unidades de producción adaptadas a las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la zona.





- Incorporación de nuevas tecnologías, que permitan realizar un manejo de los recursos naturales y un incremento de los rendimientos y la rentabilidad de las actividades agrícolas.
- Definición de límites de producción sostenibles que aseguren su comercialización.
- Promover la comercialización.
- Manejo de especies nativas cuya producción puede tener algunas ventajas comparativas en la zona, a fin de superar las limitaciones de infraestructura y transportes.
- Incentivar fortalecimiento organizativo de las comunidades dentro de la subcuenca a fin de alcanzar una administración sostenible de los recursos.
- Identificación y selección de materiales vegetativos para aptos las condiciones de la subcuenca.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.

5.3.6. ACTORES CLAVE

Para poder ejecutar el programa es necesario contar con el apoyo de Instituciones Públicas y privadas relacionadas con el desarrollo agrícola y el manejo de los recursos naturales, a fin de que estas puedan contribuir con los recursos económicos y el talento humano; esto actores claves sumado a la colaboración de la población;

- MARN.
- MSPAS.
- Municipalidades de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena, Santa Rosa.
- Organizaciones no gubernamentales.
- COCODES y CODEDE del departamento de Santa Rosa.
- CONRED.
- INAB.
- CONAP.
- IDAEH.
- INDE.
- INSIVUMEH.
- USAC.
- OTRAS UNIVERSIDADES.





5.4. PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO



Fuente: Arq. Luigui Joél Revolorio Lima

El presente programa muestra una propuesta de atención para las comunidades presentes dentro de la subcuenca del río Aguacapa, contrarrestando las diferentes limitaciones y restricciones a las que se enfrentan, y aprovechando las potencialidades y oportunidades para alcanzar un desarrollo sustentable, a fin de mejorar su calidad de vida, en base al fortalecimiento de sus organizaciones, respetando sus valores culturales.





5.4.1. JUSTIFICACIÓN

En los últimos 25 años la zona de estudio ha sufrido cambios en la estructura de sus ecosistemas, a consecuencia de las actividades antrópicas. Las áreas de bosque natural han sido reemplazadas por sistemas productivos que degeneran el ambiente y la calidad de vida de los pobladores. Los sistemas productivos implementados deterioran los recursos naturales y desplazan los sistemas de producción tradicionales.

Por lo que el programa busca brindar a las comunidades, la posibilidad de recuperar y fortalecer su conocimiento ancestral, generando una mejor estructura organizativa e impulsando prácticas sociales y productivas sostenibles para la zona. Además de fortalecer su identidad cultural se busca mejorar su calidad de vida mediante la implementación de proyectos productivos, educativos y de salud.

5.4.2. OBJETIVOS

5.4.2.1. *Objetivo general*

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades presentes dentro de la subcuenca del río Aguacapa, respetando su cultura, conocimiento ancestral (tradicionales heredados de generaciones anteriores) de las comunidades y formas de organización; fortaleciendo su bienestar colectivo en base a un desarrollo sustentable.

5.4.2.2. *Objetivos específicos*

- Fortalecer las formas de organización de las comunidades dentro de la cuenca.
- Aprovechar de manera sustentable los recursos naturales de la subcuenca.
- Desarrollar mecanismos de apoyo a las actividades sociales y productivas.
- Establecer convenios con instituciones públicas y privadas a fin de generar servicios e infraestructura social básica.
- Recuperar los conocimientos ancestrales de las comunidades, y aplicarlos en sistemas productivos sostenibles y en equilibrio con el ambiente, que permitan generar alternativas para mejorar su situación económica.
- Implementar proyectos de fortalecimiento de valores, prácticas culturales tradicionales, y recuperación de conocimiento ancestral.

5.4.3. RESULTADOS ESPERADOS

- Principales necesidades de las comunidades atendidas.
- Manejo sostenido de los recursos naturales.
- Servicios de infraestructura social básica implementados.





5.4.4. ESTRATEGIA DEL PROGRAMA

Para cumplir con los objetivos planteados para el programa, se han diseñado lineamientos estratégicos los cuales se plantean a continuación:

- Fortalecimiento de las organizaciones existentes en la zona, incentivando su desarrollo, y autogestión.
- Diseño e implementación de alternativas para la solución a necesidades básicas.
- Capacitación de líderes comunitarios en mecanismos para identificación, formulación y administración de proyectos, como forma práctica de conseguir establecer pequeñas y medianas industrias.
- Generación de mecanismos de fortalecimiento y coordinación institucional entre las comunidades y las diferentes instituciones públicas y privadas de la región.

5.4.5. PROYECTOS DEL PROGRAMA

Dentro del Programa de Administración Productiva se han diseñado los siguientes proyectos:

5.4.5.1. Proyecto de fortalecimiento cultural

El presente proyecto busca rescatar los valores, costumbres, actividades y conocimientos culturales y ancestrales, de las comunidades de la subcuenca del río Aguacapa; así como también el fortalecimiento de las organizaciones presentes dentro del área, a fin de desarrollar estrategias de autogestión y superación de limitaciones biofísicas y socioeconómicas.

Las acciones a desarrollarse en el proyecto son:

- Generación de sistemas que permitan mejorar la relación, comunicación y representatividad de las comunidades.
- Realización de proyectos de investigación que recuperen conocimiento ancestral de las comunidades, y los implementen en nuevas tecnologías de producción sustentable.
- Generación de centros de información, en donde se puedan documentar las investigaciones realizadas al servicio de las comunidades.
- Implementación de unidades operativas, que permitan viabilizar la ejecución de proyectos de las comunidades y sus necesidades organizativas.
- Implementar sistemas de formación de líderes comunitarios, que encabecen los diferentes programas y proyectos dentro de las comunidades.
- Implementar actividades de alfabetización y profesionalización de los integrantes de las comunidades.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.





5.4.5.2. Proyecto de salud comunitaria

La implementación de este proyecto nace con la finalidad de alcanzar el bienestar de la población, el cual depende de la satisfacción de las necesidades básicas, en términos económicos, sociales y ambientales, por lo que a más de la implementación de los proyectos ambientales y productivos es necesario atender las necesidades sociales, entre ellas la salud de las comunidades ubicadas dentro de la subcuenca, con énfasis en la prevención y saneamiento ambiental.

Las acciones a desarrollarse en el proyecto son:

- Capacitar a las comunidades y dotarlas de los elementos básicos para identificar, controlar, eliminar y manejar los factores de riesgo del ambiente, como parte fundamental de la prevención de enfermedades.
- Implementar campañas de vacunación, control y educación para la salud y nutrición a fin de mejorar las condiciones de salud de las comunidades.
- Adecuación de los sistemas administrativos de salud, a fin de reforzar el compromiso y la decisión política para con las comunidades ubicadas dentro de la subcuenca.
- Diseño y formulación de proyectos de salud y saneamiento pertinentes a las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona.
- Promover la participación activa de las familias en la gestión de servicios básicos de agua.
 - potable y eliminación de desechos sólidos y líquidos.
- Implementación de un proyecto de mejoramiento sanitario.
- Implantar y complementar la infraestructura física de agua potable y disposición sanitaria de desechos líquidos y sólidos, ajustado a las condiciones de la población y del medio ambiente.
- Elaboración y distribución de material educativo, acompañado de exposiciones informativas y educativas.
- Determinar la capacidad y el estado de funcionamiento de los diversos elementos que constituyen la infraestructura física sanitaria de la zona, a fin de poder solicitar mejoras a las autoridades competentes.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.

5.4.6. ACTORES CLAVE

Para poder ejecutar el programa es necesario contar con el apoyo de Instituciones Públicas y privadas relacionadas con el desarrollo agrícola y el manejo de los recursos naturales, a fin de que estas puedan contribuir con los recursos económicos y el talento humano; esto actores claves sumado a la colaboración de la población;

- MARN.
- MSPAS.
- Municipalidades de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena, Santa Rosa.
- Organizaciones no gubernamentales.





- COCODES y CODEDE del departamento de Santa Rosa.
- CONRED.
- INAB.
- CONAP.
- IDAEH.
- INDE.
- INSIVUMEH.
- USAC.
- OTRAS UNIVERSIDADES.





5.5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ORGANIZACIÓN COMUNITARIA



Fuente: Arq. Luigi Joél Revolorio Lima

Para llevar a cabo la ejecución de los programas anteriores es necesario generar un proceso de organización y capacitación, que permita a las comunidades crear herramientas para alcanzar la autogestión y poner en marcha los programas, proyectos y actividades planteados con un alto sentido de pertenencia. Por lo que es necesario formular el presente programa.





5.5.1. JUSTIFICACIÓN

La mayor parte de las actividades económicas que se realizan dentro del área de estudio son agrícolas, sin embargo, estas actividades son implementadas con sistemas que son muy deficientes en términos de producción y conservación. Aun con todos los esfuerzos que las comunidades imprimen dentro de estas actividades los resultados son bajos, debido a las características biofísicas del medio en el que se desenvuelven y al tipo de prácticas y tecnología empleadas.

De igual manera una falta de conocimiento sobre la fragilidad de los ecosistemas en los cuales se desarrollan, han impedido que se genere una planificación que lleve a alcanzar un desarrollo integral en armonía con el ambiente. No se cuenta con un sistema educativo que integre los conocimientos, prácticas y valores culturales con nuevas tecnologías, que permitan a los habitantes auto gestionar sus recursos e impulsar el cooperativismo, que son fundamentales para poder llegar a un desarrollo comunitario.

Es por eso que se hace necesario la implementación de este programa, como una herramienta para introducir el concepto de desarrollo sustentable en las comunidades, mediante la implementación de sistemas educativos, de capacitación y de organización, adaptados a las condiciones particulares de las comunidades en términos económicos, sociales y ambientales, permitiéndoles generar y adquirir conocimientos, reflexionar sobre su situación y planificar activamente sus procesos de desarrollo.

5.5.2. OBJETIVOS

5.5.2.1. *Objetivo general*

Promover el desarrollo sustentable dentro de la subcuenca del río Aguacapa, en respeto a los valores y prácticas culturales y el rescate de su conocimiento ancestral, generando herramientas que permitan a las comunidades fortalecer sus procesos organizativos de desarrollo, autogestión y mejorar su calidad de vida.

5.5.2.2. *Objetivos específicos*

- Generar una metodología que permita superar las limitaciones en términos de organización y capacitación para las comunidades; adaptadas a las condiciones socioeconómicas de la zona.
- Generar espacios de intercambio de experiencias y conocimientos, en los cuales los pobladores puedan replicar sus conocimientos en conjunto a instituciones involucradas en el desarrollo comunitario.
- Implementar un sistema de capacitación integral en la cual los líderes comunitarios repliquen e intercambien los conocimientos adquiridos, experiencias, conocimiento ancestral y valores y prácticas culturales.





- Reforzar y establecer organizaciones y asociaciones comunitarias, que permitan a las comunidades tener mayores oportunidades de desarrollo.

5.5.3. RESULTADOS ESPERADOS

- Un sistema de capacitación integral implementado en la zona, a fin de dar respuesta a las principales problemáticas en los campos social, económico y ambiental a las que se enfrentan.
- Espacios de intercambio de experiencias entre las comunidades e instituciones involucradas en el desarrollo comunitario implementados.
- Organizaciones consolidadas, con el objetivo de incentivar el desarrollo de los pobladores.

5.5.4. ESTRATEGIA DEL PROGRAMA

Para cumplir con los objetivos planteados para el programa, se han diseñado lineamientos estratégicos los cuales se plantean a continuación:

- Ejecución de metodologías de intervención comunitaria y de desarrollo local, en base a las características socioculturales de las comunidades, con un amplio respeto a sus prácticas y tradiciones, a fin de poder desarrollar los diferentes procesos en búsqueda de un desarrollo sustentable de la zona.
- Construcción de un modelo pedagógico participativo, que permita la aceptación por parte de las comunidades y lleve a la apropiación de los objetivos del plan de manejo integral de la subcuenca.
- Realización de estrategias conjuntas, con las que los pobladores se sientan identificados y representados
- Implementación de espacios de reflexión que permitan fijar objetivos comunes para alcanzar una mejor calidad de vida de cada uno de los integrantes de las comunidades.
- Replicación de conocimientos adquiridos en las diferentes capacitaciones, por parte de los líderes comunitarios y las instituciones públicas y privadas con presencia dentro de la zona.

5.5.5. PROYECTO DEL PROGRAMA

Dentro del Programa de Administración Productiva se ha diseñado el siguiente proyecto:

5.5.5.1. Proyecto de capacitación para el fortalecimiento de organizaciones

El presente proyecto busca generar una metodología de capacitación para que las comunidades puedan atender las problemáticas y necesidades que se les presentan en los campos sociales, económicos y ambientales; es fundamental la participación de todos los integrantes de las comunidades encabezados por los líderes comunitarios que





tomarán el papel de replicadores del conocimiento y facilitadores para el resto de los integrantes, a fin de consolidar el proceso organizativo en la zona.

Las acciones planteadas para el desarrollo del proyecto son:

- Capacitación de relaciones humanas para mejorar la comunicación entre organizaciones, comunidad y conocer la importancia del trabajo en grupo.
- Generar apoyo logístico, administrativo y de material de trabajo que se requieren para las diferentes capacitaciones y replicación del conocimiento.
- Generar convenios con instituciones públicas y privadas, a fin de que puedan ejecutar propuestas específicas de organización y capacitación.
- Incentivar la creación de un fondo para financiar pequeños proyectos de comunidad que surjan de la aplicación del proceso de capacitación, y que no se encuentren contemplados dentro de los otros programas del PMA.
- Gestionar recursos para apoyar en el proceso de capacitación y cooperación comunitaria.
- Impulsar la investigación aplicada y participativa, el intercambio de experiencias y el acopio y sistematización de información mediante la creación de un sistema de documentación y proyectos para la subcuenca.
- Actualizar y difundir el reglamento interno a las comunidades.
- Intercambio de experiencias con comunidades que tengan iniciativas comunitarias de gestión.
- Evaluación y monitoreo permanente del proyecto.

5.5.6. ACTORES CLAVE

Para poder ejecutar el programa es necesario contar con el apoyo de Instituciones Públicas y privadas relacionadas con el desarrollo agrícola y el manejo de los recursos naturales, a fin de que estas puedan contribuir con los recursos económicos y el talento humano; esto actores claves sumado a la colaboración de la población; para este efecto se detallan los para la realización de este programa:

- MARN.
- MSPAS.
- Municipalidades de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena, Santa Rosa.
- Organizaciones no gubernamentales.
- COCODES y CODEDE del departamento de Santa Rosa.
- CONRED.
- INAB.
- CONAP.
- IDAEH.
- INDE.
- INSIVUMEH.
- USAC.
- OTRAS UNIVERSIDADES.





CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES



6.1. CONCLUSIONES

- Varios sectores de la subcuenca muestran una alta susceptibilidad a crecidas y proceso erosivos; por lo que las actividades agrícolas deben ser circunscritas a un 37 % de su superficie, potencialmente apto para realizar actividades agrícolas clasificadas en las categorías agroecológicas I, II y III según la clasificación de la capacidad agrológica de los Suelos (USDA, 1.961). Esta condición edáfica reduce significativamente el uso productivo agrícola y limita la economía de la población. En el restante 63 % es conveniente realizar únicamente actividades de manejo, recuperación y conservación de los recursos naturales.
- La utilización de la matriz de descripción de impactos fue una herramienta importante, en la determinación de los impactos, biofísicos y socioeconómicos presentes en la subcuenca del río Aguacapa. Permitió el análisis de las actividades sociales y económicas y su efecto en los parámetros ambientales; en donde se aprecia que los impactos negativos ambientales, especialmente en los factores agua, suelo y flora a causa del incremento de las actividades agrícolas; al expandir la frontera agrícola, esto aumentó los daños por erosión y la reducción de los ecosistemas naturales de la subcuenca con la consecuente pérdida de biodiversidad.
- La pérdida de suelos, el incremento del área intervención antrópica y los pobladores no cuentan con la capacitación y el apoyo para aplicar modelos de producción de bajo impacto, la superficie de la mayoría de las propiedades no permite el desarrollo de esta actividad, superando la capacidad productiva del suelo e invadiendo zonas cubiertas por vegetación nativa. Por lo cual, los ecosistemas encontrados dentro de la subcuenca del río Aguacapa, están siendo degradados principalmente por las actividades agrícolas.
- Queda al descubierto que muchas de las zonas pobladas en los afluentes del río principal están en áreas de riesgo, en las márgenes de los afluentes, lo cual hace que la vulnerabilidad de las construcciones sea inferior a la amenaza de las crecidas de estos afluentes lo cual pone en evidencia que de consumarse el riesgo el resultado es el desastre como lo ocurrido en el evento denominado Agatha en el año 2010 y del cual aún se está en proceso de recuperación en algunas comunidades, tal es el caso de las aldeas y caseríos siguientes: “Los Sitios de San Nicolás, El Zapote, Las Joyas de San Nicolás y El Mora, lo que deja en evidencia también que la resiliencia de dichas comunidades es muy baja.
- Las enfermedades que afectan las plantaciones del café como la roya, la broca, la gallina ciega y el ojo de gallo, aunado al considerable aumento en los últimos años de la oferta de este aromático y que dicha oferta sobrepasa en millones de quintales de café a la demanda del mismo lo que deriva en una baja considerable en el precio de este producto, ha dado como resultado que las comunidades de la subcuenca Aguacapa, zona eminentemente cafetalera se conviertan cada día en lugares de extrema pobreza, pues no solo sus cafetales producen menos grano, sino que además este se vende a precios realmente muy bajos que apenas cubren los costos de producción.





- El río principal posee gran potencial para la explotación relacionada a la producción de electricidad como queda evidenciado en las hidroeléctricas existentes, sin embargo por razones políticas, trámites gubernamentales demasiado tardados tanto en el Ministerio de Energía y Minas como en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales aunado a la existencia de monopolios que no permiten la aparición de nuevas empresas en el mercado utilizando medios legales muchas veces frenan algunos intentos de proyectos de inversión en el país, así también la ausencia de estudios relacionados a este tema en nuestro medio, da lugar a que los inversionistas nacionales e internacionales, no vean rentable invertir sus recursos en proyectos hidroeléctricos.

6.2. RECOMENDACIONES

- Para restaurar los ecosistemas que están siendo degradados dentro de la subcuenca del río Aguacapa, podría iniciarse con una planificación integradora en el manejo de los recursos de la subcuenca, esto constituiría una etapa inicial en su recuperación.
- La zonificación se constituyó en un insumo en el diseño del Plan de Manejo y una herramienta de análisis de las variables en conjunto. Su implementación aportará a una acción eficiente y una participación local específica en la resolución de los conflictos de uso de los recursos naturales.
- Los diferentes programas elaborados contribuirán a la solución de los problemas presentes en la subcuenca, con la generación de una propuesta de conservación basada en el manejo de los recursos, mejoramiento de la administración, manejo y conservación de los ecosistemas, y el desarrollo de las comunidades; mediante la ejecución de actividades de conservación, protección y producción, en las que se incorporan prácticas y técnicas de manejo alternativas, implementadas por una población capacitada y activa.
- Las municipalidades relacionadas a la cuenca Aguacapa deben crear reglamento y zonificación de uso del suelo, dejando en claro que aquellas zonas declaradas en riesgo, no deben ser habitadas, prohibiendo la construcción de unidades habitacionales, industrias y actividades en dichas áreas. Aunado a esto en aquellos lugares donde ya se han establecido los asentamientos humanos se deberá con la asesoría de expertos, plantear medidas de mitigación correctivas y preventivas a fin de garantizar la vida de las personas que habitan esas áreas y que por no contar con los medios suficientes, no pueden evacuar esas zonas, pues carecen de lugares donde puedan trasladarse.
- Ha quedado evidenciado que la mayoría de comunidades no cuenta con los servicios básicos para la supervivencia, por lo tanto la municipalidad a la cual pertenecen las comunidades relacionadas, deberá hacer cumplir lo establecido en el código municipal, en el cual se establece que la municipalidad está obligada a prestar dichos servicios a los vecinos.
- Los programas que en se están presentando están diseñados para que la municipalidad a través de sus unidades de medio ambiente, dirección municipal de





planificación y oficina de la mujer, puedan ponerlos en práctica, la municipalidad debe incluir en su presupuesto anual los fondos destinados a la puesta en marcha de los programas relacionados de tal manera que sienta el precedente para el cuidado del medio ambiente, así como la recuperación de los recursos naturales y la biodiversidad, es deber también de la municipalidad velar por el avance de la frontera agrícola y que esta no invada áreas que según los mapas de uso de suelo presentados no tengan la vocación agrícola suficiente, de manera que se pueda tener un ordenamiento territorial que no solo protege los hábitat naturales, sino que además hace más productiva la tierra pues se deberá hacer prácticas agrícolas únicamente en los suelos aptos para eso sin invadir las áreas forestales

- La municipalidad está obligada a crear reglamentos que regulen la utilización de herbicidas, fertilizantes y otros tipos de productos tóxicos que puedan afectar los cuerpos de aguas existentes, ya que muchas veces por medio de la escorrentía son conducidos hacia los recursos hídricos, provocando muchas veces el exterminio de las especies endémicas condenando a la desaparición de mucha de la biodiversidad que aún existe en la subcuenca Aguacapa.

6.3. VINCULACIÓN

Esta investigación está vinculada directamente con organizaciones no gubernamentales, de gobierno, tal es el caso de las municipalidades de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena Santa Rosa, por su relación con el río y la subcuenca. Así mismo se relaciona también con los COCODES y CODEDE del departamento de Santa Rosa, que son autoridades que pudieran utilizar la propuesta de la investigación como proyecto de inversión pública y ejecutar los renglones de trabajo que estarán contenidos en el PMA, de manera que se inicie el proceso de reversibilidad del recurso hídrico de la cuenca Aguacapa.

6.4. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN, PUBLICACIÓN

Como ensayo de la presentación de la tesis, se presentará un artículo para que sea evaluado y arbitrado, ante las autoridades de la revista AVANCES de la facultad de Arquitectura de la universidad de San Carlos de Guatemala. Cuyo fin es la publicación de dicho artículo en el lugar destinado para este tipo de proyectos en la revista citada. Vale decir que ya en un curso de la maestría de diseño planificación y manejo ambiental, específicamente el curso diseño del paisaje I, se realizó un ejercicio, donde ya se presentó un artículo relacionado, por lo que ya existe una aproximación de lo que debe contener el ensayo relacionado, el cual habrá que presentar a la revista AVANCES para su arbitraje y posterior publicación. La Propuesta de Plan de Manejo de la Subcuenca del río Aguacapa, sera presentado a las unidades ambientales de las municipalidades que mas ejercen presión dentro de la subcuenca, las cuales son Municipalidad de Pueblo Nuevo Viñas, Municipalidad de Villa Canales y Municipalidad de Barberena.





CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA



- Alejandra, Karen, Bueno Zabala, Andrea Pérez Vidal, and Patricia Torres Lozada. "Identificación de Peligros Químicos En Cuencas de Abastecimiento de Agua Como Instrumento Para La Evaluación Del Riesgo Identification of Chemical Hazards in Supply Watersheds as an Instrument for Risk Evaluation" 13, no. 24 (2014).
- Alonzo, C Martinez. *Evolucion Histórica Delos Residuos Sólidos Urbanos*. Edited by Edifesa. Primera ed. Madrid, España, 2001.
- CMI-G. "La Pasion Desastre Ecologico Y Social." Accessed July 27, 2015.
<https://cmiguate.org/la-pasion-desastre-ecologico-y-social/>.
- consejo de desarrollo departamental (CODEDE). *Plan de Desarrollo, Pueblo Nuevo Viñas Santa Rosa. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. Vol. 1, 2015.
doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Fern, Pablo Huerta, and Oscar Loli Figueroa. "Erosión Hídrica En La Cuenca Alta Del Río Moche" 13 (2014).
- Ferrando, Francisco. "Alcances En Torno a La Gestión Ambiental a Nivel de Cuencas Hidrográficas." *Tiempo Y Espacio* 10 (2003): 175–84.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=44204342&lang=es&site=ehost-live>.
- Gore, Al. *Una Verdad Incomoda. La Crisis Planetaria Del Calentamiento Global Y Como Afrontarla*. Edited by Editorial Gedisa. Primera ed. Washington, USA, 2007.
- instituto Nacional de Electrificación. "Plan de Preparación Ante Emergencias," 2013, 69.
- Leal–Nares, Oscar Adrián, and Manuel E. Mendoza. "Análisis Y Modelamiento Espacial de Información Climática En La Cuenca de Cuitzeo, México." *Geografía Física*, 2010.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112010000200005.
- Marn, Url-Iarna, and Pnuma. *Informe Ambiental Del Estado de Guatemala - GEO*, 2009.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos. "Planificación Para El Manejo de Cuencas." *Manual de Manejo de Cuencas*, 2011, 22.
[http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo 4/Plan de manejo de cuencas.pdf](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/Plan%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf).
- Mundial, V. "Manual de Manejo de Cuencas." *San Salvador, SV*, 2004, 1–107.
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Manual+de+manejo+de+cuencas#9>.





Villa Duran, Luis Alberto. *La Cuenca Hidrográfica Y Su Papel En El Estudio Y Conservación de Los Recursos Naturales*. Edited by Patricia Ramires Morato. Servicio . Bogotá: EMFASAR, Bogotá, D.E. calle 4 numero 6-27, 1990.

Gil, 2012. Estudio de intensidad de precipitación en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate, Acomé, María Linda, Los Esclavos y Paso Hondo. Instituto Privado de Investigación sobre cambio Climático. Guatemala.

INSIVUMEH, 2004. Estudio regional de crecidas de la República de Guatemala. INSIVUMEH. MICIVI. Guatemala.

Larios R., 1986. Análisis regional de frecuencia de avenidas máximas. Universidad Mariano Gálvez de Guatemala. Guatemala. MAGA-INSIVUMEH, 2002. Estimación de amenazas inducidas por fenómenos hidrometeorológicos en la República de Guatemala.

Estudio Hidrológico de la cuenca del Río María Linda 2012, Instituto Privado de ICC.

INAB, GT. 2003. Consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Editado en Guatemala. 34 p.

MAGA, GT; P ARP A (Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria, GT); PPAFD (Programa Piloto de Apoyo Forestal Directo, GT). 2003. Plan de manejo de astillero municipal de Patzicía. Guatemala. 40 p.

Simmons, C. (1958). Instituto Agropecuario Nacional. Clasificación de Reconocimiento de los suelos. Guatemala.





CAPÍTULO 8
ANEXOS



Fotografía No. 8. Catarata Agua Caliente vecina a la desembocadura en el río Aguacapa.

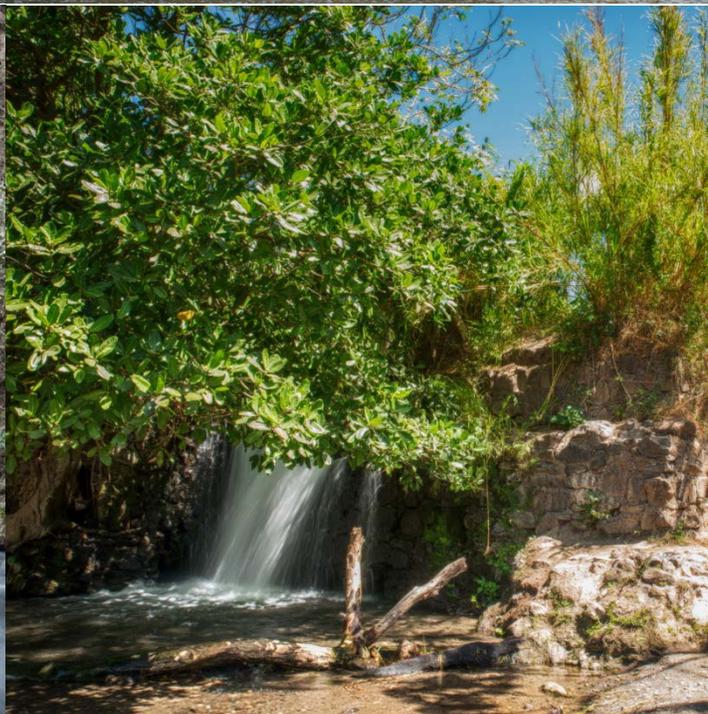
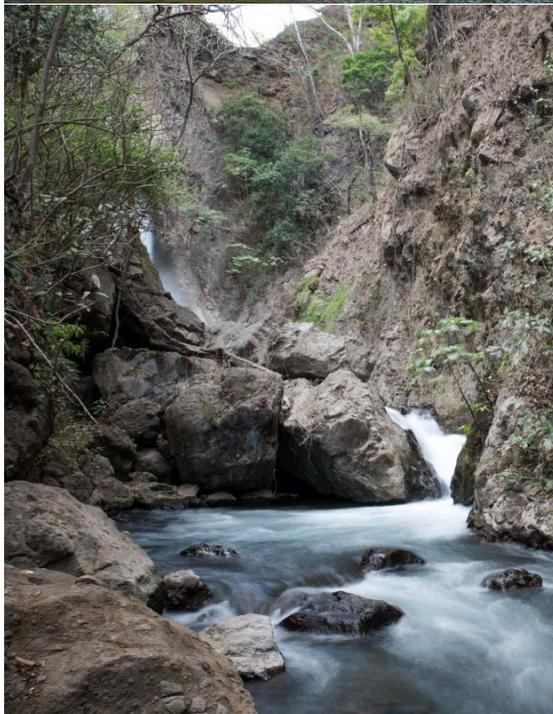


Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 9. Vista parcial del recorrido final del Río Agua Tibia previo a desembocar en el Río Aguacapa, donde se mezcla con las aguas contaminadas de este.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 10. Granja de producción de tilapia en el territorio de la subcuenca, como modelo de desarrollo sostenible.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 11. Aspecto relacionado con contaminación del entorno del río Agua Tibia previo a la desembocadura al río principal, provocado por visitantes al área, sin educación ambiental.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 12. Otro de los productos típicos de la subcuenca es el café.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 13. La falta de recursos económicos y de ayuda gubernamental ha sido el detonante para la degradación del café en esta región.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 14. Las bestias de carga como el caballo, el asno o las mulas aún son utilizadas por los pequeños productores de la subcuenca para acarrear sus productos al área de venta.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 15. Fotografías del año 2010 de la devastación del huracán Agatha. Río Mora y Río San Juan, afluentes del Río Aguacapa.



Fuente: Elaboración propia.





Fotografía No. 16. Fotografías de las viviendas después de la devastación del huracán Agatha en el año 2010.



Fuente: Elaboración propia.



Guatemala, octubre 12 de 2018.

Señor Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala
Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón

Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento del estudiante de la **MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL** de la Facultad de Arquitectura -USAC, **ARQ. LUGUI JOÉL REVOLORIO LIMA**, Número de Colegiado: **1562** y Carné universitario: **87-16766**, realicé la Revisión de Estilo de su trabajo final de investigación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO AGUACAPA**, asesorado por la MSc. Alicia Salguero Monroy, previamente a conferírsele el Grado Académico de *Magister / Maestro en DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL*.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida por la Universidad.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,




Lic. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10804
M.A. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804

Profa. Maricella Saravia de Ramírez
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español y de la Literatura
Universidad de San Carlos de Guatemala

LENGUA ESPAÑOLA - CONSULTORÍA LINGÜÍSTICA
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios

Teléfonos: 3122 6600 - 2252 9859 maricellasaravia@hotmail.com
maricellasaravia@gmail.com



PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO AGUACAPA

Arquitecto Luigui Joél Revalorio Lima
Sustentante

MSc. Arquitecta Juana Alicia Salguero Monroy
**Asesora
Examinadora**

MSc. Ingeniero Gerson Elías Barrios Garrido
**Consultor
Examinador**

MSc. Ingeniero Fulgencio de Jesús Garavito Quiñonez
**Consultor
Examinador**

IMPRÍMASE

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Arquitecto Byron Alfredo Rabe Rendón
Decano