UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, REGIÓN VII-2 HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

EDDY ALEXANDER SABAN SEQUÉN

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, REGIÓN VII-2 HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

EDDY ALEXANDER SABAN SEQUÉN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

M. A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutierrez Alvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M. A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL V	P. Agr. Mynor Fernando Almergor Orenos
SECRETARIO:	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

Guatemala, septiembre de 2022

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: "ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A." Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Eddy Alexander Saban Sequén

201503304

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS	El ser supremo por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza en todo momento. Por sus infinitas bendiciones y permitirme disfrutar de la vida.
MIS PADRES	Froilán Sabán y Cristina Sequén quienes me acompañaron y fueron parte de todo este proceso. Quienes fueron la base para cumplir mis sueños, esperanzas y objetivos. Por su apoyo incondicional, su amor, confianza y sobre todo su comprensión.
MIS HERMANOS	Gaby, Rosmery, Selvin y Cristian por sus muestras de cariño y afecto.
MIS AMIGOS	A todos en general, especialmente a lo que conocí durante mi etapa universitaria, a los que me acompañaron en todo momento y con quienes compartí muchas anécdotas y recorridos de campo.
MI	Por la dedicación, el esfuerzo y la perseverancia en el cumplimiento de mis metas y sueños.

AGRADECIMIENTOS

A:

Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser la máxima casa de estudios en Guatemala y darme la oportunidad de pertenecer a tan respetable y prestigiosa institución.

Septuagenaria Facultad de Agronomía, por brindarme todos los conocimientos y herramientas necesarias para mi formación académica y profesional.

A mi asesor, el Dr. José Pablo Prado Córdova y a mi supervisor el Dr. Adalberto B. Rodríguez García, por el apoyo, la confianza y orientación en el proceso para la elaboración del presente documento.

Instituto Nacional de Bosques, especialmente al departamento de investigación, a la Subregión Huehuetenango y al Ing. Fernando Granados por su apoyo en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y ejecución del proyecto de investigación.

A todas las personas de los municipios de Huehuetenango y Chiantla que tuve el honor de conocer y que no se negaron en compartir sus conocimientos.

Familia en general, por estar presente durante todo este proceso y apoyarme en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

CAPÍTULO I 1
1.1. PRESENTACIÓN 3
1.2. JUSTIFICACIÓN 4
1.3. OBJETIVOS 5
1.3.1. Objetivo general 5
1.3.2. Objetivos específicos 5
1.4. METODOLOGÍA 5
1.4.1. Reconocimiento del área de estudio 6
1.4.2. Recopilación de información general sobre la subcuenca 6
1.4.3. Procesamiento y análisis de información 6
1.4.4. Identificación de temas de investigación 6
1.5. RESULTADOS 7
1.5.1. Criterios de selección de la subcuenca en estudio 7
1.5.2. Delimitación del área de estudio 7
1.5.3. Aspectos generales 8
1.5.4. Aspectos de la ubicación 9
1.5.5. Uso de la tierra 9
1.5.6. Actividades económicas 9
1.5.7. Recurso hídrico y forestal 10
1.5.8. Priorización de problemáticas dentro del área en estudio 10
1.5.9. Priorización de propuestas de investigación 11
1.6. CONCLUSIONES 12
1.7. RECOMENDACIONES 13
1.8. BIBLIOGRAFÍA 14
CAPÍTULO II 17
2.1. INTRODUCCIÓN 19
2.2. MARCO TEÓRICO 20
2.2.1. Marco conceptual 20
2.2.2. Marco referencial 26

Página

2.3. OBJETIVOS 31
2.3.1. Objetivo general 31
2.3.2. Objetivos específicos 31
2.4. METODOLOGÍA 32
2.4.1. Metodología para describir el estado de conservación de los elementos biofísicos de la subcuenca del río Selegua 32
2.4.2. Sistematizar las prácticas que impiden o mejoran el uso del recurso agua y bosque 32
2.4.3. Comparar los acuerdos locales para el manejo de la subcuenca del río Selegua con el marco legal e institucional referente al manejo del recurso hídrico y forestal 36
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 38
2.5.1. La subcuenca hidrográfica bajo estudio 38
2.5.2. Caracterización biofísica 41
2.5.3. Caracterización socioeconómica 83
2.5.4. Identificación y sistematización de prácticas agrícolas y forestales dentro de la subcuenca del río Selegua 108
2.5.5. Marco legal institucional y de políticas relacionadas al recurso hídrico y forestal 130
2.6. CONCLUSIONES 134
2.7. RECOMENDACIONES 136
2.8. BIBLIOGRAFÍA 137
2.9. ANEXOS 144
CAPÍTULO III 147
3.1. PRESENTACIÓN 149
3.2. SERVICIO 1: REMEDICIÓN DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL –PPMF- EN PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS 150
3.2.1. Objetivos 151
3.2.1.1. Objetivo general 151

Página

3.2.1.2. Objetivos específicos 151
3.2.2. Recursos 151
3.2.3. Metodología 152
3.2.4. Resultados 153
3.2.5. Conclusiones 164
3.2.6. Recomendaciones 164
3.3. SERVICIO 2: ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA 165
3.3.1. Objetivos 165
3.3.1.1. Objetivo general 165
3.3.1.2. Objetivos específicos 165
3.3.2. Recursos 166
3.3.3. Metodología 166
3.3.3.1. Compilación de información del mapa base 166
3.3.3.2. Recopilación de información sobre el área 166
3.3.3.3. Elaboración de mapas temáticos 167
3.3.3.4. Corrección y edición final 167
3.3.4. Resultados 167
3.3.5. Conclusiones 173
3.3.6. Recomendaciones 173
3.4. BIBLIOGRAFÍA 174
3.5. ANEXOS 175

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Fases del diagnóstico de la subcuenca del río Selegua. 5
Figura 2. Delimitación de la subcuenca del río Selegua. 8
Figura 3. Esquema de una cuenca hidrográfica. 21
Figura 4. Ciclo hidrológico 24
Figura 5. La ecología humana de las cuencas hidrográficas. 26
Figura 6. Mapa de ubicación de la subcuenca del río Selegua. 28
Figura 7. Mapa base de la subcuenca del río Selegua. 29
Figura 8. Esquema para la caracterización del estado de conservación de la subcuenca del río Selegua. 32
Figura 9. Esquema para la recopilación de datos y sistematización de paisajes dentro de la subcuenca del río Selegua. 33
Figura 10. Distribución del área por municipios de la subcuenca del río Selegua. 38
Figura 11. Mapa de ubicación municipal de la subcuenca del río Selegua. 39
Figura 12. Mapa de isoyetas de la subcuenca del río Selegua. 43
Figura 13. Mapa de isotermas de la subcuenca del río Selegua. 45
Figura 14. Mapa de isopletas de la subcuenca del río Selegua. 48
Figura 15. Climadiagrama de la estación meteorológica Huehuetenango. 51
Figura 16. Climadiagrama de la estación meteorológica Nebaj. 52
Figura 17. Climadiagrama de la estación meteorológica Sacapulas. 52
Figura 18. Climadiagrama de la estación meteorológica Todos Santos Cuchumatán. 53
Figura 19. Mapa de zonas de vida de la subcuenca del río Selegua. 55
Figura 20. Mapa geológico de la subcuenca del río Selegua. 59
Figura 21. Mapa de pendientes de la subcuenca del río Selegua. 61
Figura 22. Mapa de susceptibilidad a la erosión de la subcuenca del río Selegua. 64
Figura 23. Mapa fisiográfico de la subcuenca del río Selegua. 66
Figura 24. Mapa de uso de la tierra -2020- de la subcuenca del río Selegua. 68
Figura 25. Mapa de capacidad de uso de la subcuenca del río Selegua (INAB). 70
Figura 26. Perfil de la parte baja de la subcuenca del río Selegua, Huehuetenango. 72
Figura 27. Mapa de intensidad de la subcuenca del río Selegua. 79

Página

Figura 28. Cobertura forestal de los años 2000-2020. 80
Figura 29. Cobertura forestal del año 2000. 81
Figura 30. Cobertura forestal del año 2020. 82
Figura 31. Pirámide poblacional de la subcuenca el río Selegua proyección 2020. 86
Figura 32. Utilización de la energía para cocinar. 98
Figura 33. Tipo de alumbrado. 99
Figura 34. Parcelas de maíz ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua. 112
Figura 35. Parcelas de maíz ubicadas en la parte media de la subcuenca del río Selegua. 112
Figura 36. Parcelas de hortalizas ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua. 113
Figura 37. Invernaderos para la producción de tomates. 113
Figura 38. Plantaciones forestales en la parte media de la subcuenca del río Selegua. 114
Figura 39. Reforestaciones realizadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua. 114
Figura 40. Nacimiento del río Selegua. 115
Figura 41. Canales y mangueras utilizadas para el transporte de agua. 115
Figura 42. Pastos en la parte alta de la subcuenca del río Selegua. 116
Figura 43. Pastos en la parte baja de la subcuenca del río Selegua. 116
Figura 44. Laguna Zaculeu. 117
Figura 45. Laguna Ocubilá. 117
Figura 46. Sitio arqueológico Zaculeu. 119
Figura 47. Sitio arqueológico Chiantla Viejo. 119
Figura 48. Ubicación del área de protección especial de la Sierra de los Cuchumatanes. 120
Figura 49. Área protección especial de la sierra de los Cuchumatanes. 120
Figura 50. Bosque de galería de *Taxodium* sp. parte baja. 121
Figura 51. Bosque de galería de *Quercus* sp. parte media. 121
Figura 52. Producción de ovejas parte media de la subcuenca. 122

Página

Figura 53. Producción de vacas, parte media de la subcuenca. 122
Figura 54. Drenajes conectados directamente al cauce principales la parte alta..... 123
Figura 55. Tuberías encontradas a las orillas de los cauces. 123
Figura 56. Planta de tratamiento ubicada en la aldea Chuscaj. 124
Figura 57. Planta de tratamiento de la aldea los regadillos..... 124
Figura 58. Basurero ilegal en laguna Ocubilá. 125
Figura 59. Basurero ilegal en puente Arroyo..... 125
Figura 60A. Fotografías de la investigación. A) Talleres sobre cartografía participativa. B) Utilización de avenza maps para marcar y ubicar las unidades de muestreo. C) Recorridos de campo. D) Entrevistas a los productores y actores principales de la subcuenca del rio Selegua. 144
Figura 61A. Mapa de unidades de muestreo de la subcuenca del río Selegua. 145
Figura 62. Mapa de ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal. 154
Figura 63. Remedición de PPMF Astillero Municipal Malacatancito. 163
Figura 64. Remedición y mantenimiento de PPMF, El Boquerón. 163
Figura 65. Mapa de ubicación municipal……169
Figura 66. Mapa de isoyetas……169
Figura 67. Mapa de isotermas……169
Figura 68. Mapa de isopletas..... 169
Figura 69. Mapa de zonas de vida……..…171
Figura 70. Mapa geológico……...171
Figura 71. Mapa de pendientes……..……171
Figura 72. Mapa de susceptibilidad. 171
Figura 73. Mapa de fisiográfico……..….172
Figura 74. Mapa de uso de la tierra 172
Figura 75. Mapa de capacidad de uso……...172
Figura 76. Mapa de intensidad de uso..... 172
Figura 77A. Boleta de descripción de la finca en la plantación forestal. 175
Figura 78A. Boleta de descripción del experimento en la plantación forestal. 176
Figura 79A. Boleta de croquis del experimento en la plantación forestal..... 177

Página

Figura 80A. Boleta de descripción de la parcela en la plantación forestal. 178
Figura 81A. Boleta de croquis de árboles dentro de la parcela en la plantación forestal. 179
Figura 82A. Boleta de croquis de árboles dentro de la parcela en la plantación forestal. 180

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Población total de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020. 30
Cuadro 2. Centros poblados de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020. 35
Cuadro 3. Superficies municipales de la subcuenca del río Selegua. 38
Cuadro 4. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Selegua 40
Cuadro 5. Estaciones meteorológicas utilizadas. 42
Cuadro 6. Precipitación pluvial media mensual en mm. 42
Cuadro 7. Temperatura media mensual en °C. 44
Cuadro 8. ETP media mensual en mm. 47
Cuadro 9. Balance hídrico 50
Cuadro 10. Mamíferos presentes en la región. 56
Cuadro 11. Especies dentro de la subcuenca del río Selegua. 57
Cuadro 12. Clases de pendientes (INAB) por superficie. 60
Cuadro 13. Codificación utilizada para la presentación de la variable pendiente. 62
Cuadro 14. Codificación utilizada para la presentación de la variable uso de la tierra. 62
Cuadro 15. Codificación relacionada con la clasificación de susceptibilidad a erosión de la subcuenca del río Selegua. 62
Cuadro 16. Escala de susceptibilidad a erosión. 63
Cuadro 17. Leyenda fisiográfica. 65
Cuadro 18. Capacidad de uso de la tierra (INAB). 69
Cuadro 19. Aforo parte baja de la subcuenca del río Selegua, Huehuetenango. 72
Cuadro 20. Nacimientos de agua dentro de la subcuenca. 73
Cuadro 21. Hogares con servicio de agua para consumo humano. 75
Cuadro 22. Ubicación de centros recreativos. 76
Cuadro 23. Población total dentro de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020. 84
Cuadro 24. PEA-PEI de la subcuenca del río Selegua proyección 2020. 86
Cuadro 25. Enfermedades más comunes. 93
Cuadro 26. Industria minera que inciden en el área de estudio. 97

Página

Cuadro 27. Rutas de transporte urbano. 99
Cuadro 28. Ubicación de centros turísticos y arqueológicos dentro de la subcuenca. 101
Cuadro 29. Asociaciones dentro de la subcuenca del río Selegua. 103
Cuadro 30. Organización por cooperativas. 104
Cuadro 31. Propuesta para la construcción de prácticas sostenibles dentro de los paisajes de la subcuenca del río Selegua. 126
Cuadro 32. Parcelas permanentes de medición forestal remedidas en 2020. 153
Cuadro 33. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Astillero Municipal Malacatancito. 156
Cuadro 34. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca La Alfalfa, Chiantla. 158
Cuadro 35. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-1. 160
Cuadro 36. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-2. 161
Cuadro 37. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-3. 162
Cuadro 38. Mapas temáticos de la subcuenca del río Selegua. 168

ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A.

STRATEGIES FOR THE SOCIAL CONSTRUCTION OF SUSTAINABLE MANAGEMENT PRACTICES FOR WATER AND FOREST CONNECTIVITY IN THE SELEGUA RIVER SUB BASIN, MUNICIPALITIES OF HUEHUETENANGO, CHIANTLA AND AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es un informe final sobre el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se encuentra integrado por tres capítulos, diagnóstico, investigación y servicios profesionales prestados en el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y ejecutados entre los meses de febrero a noviembre de 2020 en la sub-región VII del departamento de Huehuetenango.

El Capítulo I corresponde al diagnóstico que se realizó en la subcuenca del río Selegua ubicado dentro de los municipios de Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán con el objetivo de conocer en un contexto general e integral el área de estudio. Para la elaboración del diagnóstico se realizó un reconocimiento de la subcuenca, se recopiló información primaria y secundaria, se procesó y se analizó. La delimitación del área de estudio abarca un área de 181.85 km^2, elegida estratégicamente dada a la importancia política, cultural, histórica y socioeconómica.

En el Capítulo II se presenta la investigación que tuvo como objetivo el análisis de las estratégicas locales que impiden o mejoran la conectividad del recurso hídrico y forestal dentro subcuenca el río Selegua. Para una mayor representatividad y cobertura espacial del

área de estudio, se utilizó un muestreo sistemático utilizando como unidades muestrales los centros poblados. Para la recopilación de información se realizaron entrevistas utilizando el dialogó semiestructurado y talleres participativos con actores principales. Se recopiló información de aspectos biofísicos, socioeconómicos y referente al marco legal. Con base a lo anterior se obtuvo una descripción del estado biofísico y socioeconómico de la subcuenca del río Selegua, así como un análisis de la legislación del recurso hídrico y forestal. Se categorizaron a través de paisajes y sistematizaron 12 prácticas más importantes y de relevancia, entre ellos el paisaje de maíz, hortalizas, bosques, nacimientos de agua, pastos y matorrales, cuerpos de aguas, geocultural y arqueológico, áreas protegidas, bosques de galería, animales de traspatio, infraestructura de servicios y basureros.

El Capítulo III corresponde a los servicios profesionales prestados al Instituto Nacional de Bosques (INAB) en la subregión VII ubicado en Huehuetenango, comprendidos entre los meses de febrero a noviembre de 2020. De acuerdo a las necesidades en ese período, se realizó la remedición de parcelas permanentes de medición forestal (PPMF) en plantaciones forestales de *Pinus montezumae, Cupressus lusitanica* y de plantaciones mixtas. Logrando actualizar la información de las parcelas para el año 2020. Otro de los servicios realizados fue la elaboración de mapas temáticos de la subcuenca del río Selegua a una escala de reconocimiento 1:110,000 con la finalidad de que sirvan de base para la consulta de posteriores investigaciones.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA UBICADO EN LOS MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN

Guatemala se encuentra integrada por tres grandes vertientes, la del Pacífico, la del Atlántico y la del Golfo de México. Cuenta con un total de 38 cuencas y 2,391 microcuencas (MAGA, 2009). Las cuencas se encuentran integradas por diferentes ecosistemas y compuestas por una gran diversidad de flora y fauna de donde se obtienen bienes y servicios ambientales

Según el MAGA en el estudio realizado en 2009 se determinaron 314 subcuencas en todo el territorio nacional. La subcuenca como unidad para la planificación y el análisis nos permite ordenar, conocer y evaluar el estado en que se encuentran los recursos naturales. La subcuencas se encuentra distribuida por tres zonas, zona alta, media y baja. Delimitada por un parte aguas, donde interactúan en tiempo y espacio, una serie de aspectos tanto biológicos, físicos, sociales y económicos (CATIE, 2000).

El estudio de cuencas al paso de los años ha tomado gran importancia por diversas razones, una de ellas es la protección y conservación de la biodiversidad, por otra parte, el tema del aprovechamiento de los recursos naturales, así como preservación de zonas de importancia para la recarga hídrica. También ha tenido una relevancia al tomar en cuenta la degradación por el incremento de la frontera agrícola, crecimiento población y problemas relacionados al impacto sobre los recursos naturales.

La realización del diagnóstico en la subcuenca del río Selegua nos permite conocer el estado biofísico y socioeconómico del área, es por ello que al ejecutar el plan nos permite conocer aspectos generales de la subcuenca, delimitación, ubicación, habitantes, cobertura forestal, entre otros.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de las cuencas hidrográficas es importante para la gestión integrada de los recursos naturales. Por ello es necesario generar información a partir del conocimiento social y científico integre aspectos sociales, económicos, ambientales, institucionales y tecnológicos. En lo social, se encuentran las acciones asociadas con la reducción de la vulnerabilidad, la educación y la adopción de prácticas sostenibles. En lo institucional, aquellos aspectos relacionados con el fortalecimiento de la gobernanza local, es decir las comunidades y los grupos que tienen incidencia dentro del área de estudio con respecto a la administración de los recursos.

En lo tecnológico, se encuentran los elementos relacionados con los estudios para la recuperación de áreas degradadas y asociadas a las áreas con ecosistemas naturales y en lo económico, los relacionados a la obtención de ingresos generados a partir de actividades que tengan bajos o nulos impactos negativos dentro del área. Finalmente, en lo ambiental y ecológico, aquellas prácticas asociadas a la resiliencia climática en las cuencas.

La creación de estrategias de prácticas sostenibles incluye la obtención de bienes y servicios ambientales, sin afectar el recurso hídrico y forestal dentro de la subcuenca, ya que se busca la gestión de parte de la población para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales. La obtención de información local específica sobre prácticas que se realizan en el área que tienen un desarrollo positivo en el área serán clave para la implementación de acciones. Así mismo, con esto se busca llegar a un consenso de responsabilidades de parte de los diferentes sectores involucrados en el área.

Por otra parte, el manejo sostenible de la subcuenca del río Selegua tiene como finalidad prevenir y mitigar daños sobre la pérdida de la fertilidad del suelo, pérdidas de vidas humanas, pérdidas de infraestructura y la reducción de la vulnerabilidad de las personas a los desastres naturales. La formulación de estrategias se plantea desde un enfoque integral de los recursos naturales y protección en el cual se incluyan los tres niveles de la cuenca siendo estos, alta, media y baja.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

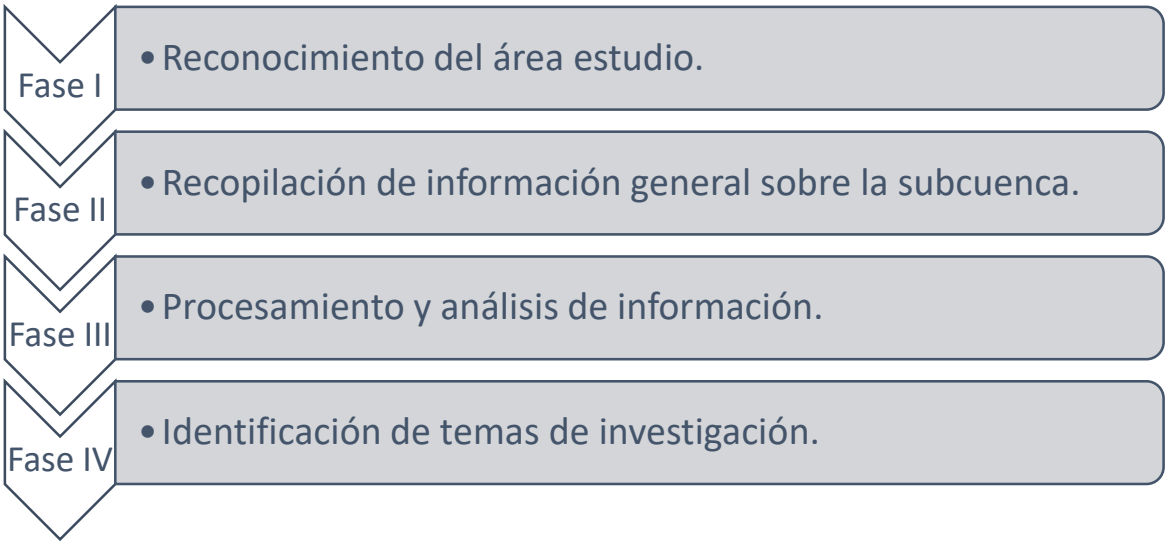
Conocer en un contexto general la situación de la subcuenca del río Selegua ubicado en los municipios de Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Conocer las principales actividades dentro de la subcuenca del río Selegua.
2. Identificar y priorizar las problemáticas relacionadas al recurso hídrico y forestal.
3. Determinar propuestas de investigación dentro del área de estudio.

1.4. METODOLOGÍA

Las actividades correspondientes al diagnóstico de la subcuenca del río Selegua se muestran en la figura 1.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 1. Fases del diagnóstico de la subcuenca del río Selegua.

1.4.1. Reconocimiento del área de estudio

Se realizó un recorrido de campo visitando la parte alta, media y baja de la subcuenca con la finalidad de obtener un panorama integral del área bajo estudio.

1.4.2. Recopilación de información general sobre la subcuenca

A. Fuentes primarias

Se realizaron entrevistas dirigidas al personal del Instituto nacional de Bosques –INAB-, municipalidades y pequeños productores, con la intensión de recopilar información sobre las investigaciones realizadas y problemáticas de aspectos sociales, económicos y ambientales del área de estudio.

B. Fuentes secundarias

Se realizó una colecta y revisión de documentos físicos y digitales. La información se obtuvo de fuentes bibliográficas, entre ellas documentos de investigación, tesis, informes y artículos científicos.

1.4.3. Procesamiento y análisis de información

Con la información obtenida de fuentes primarias y secundarias se procedió identificar áreas con escasa o nula investigación, luego se realizó el análisis y delimitación del área de estudio, priorizando problemáticas existentes.

1.4.4. Identificación de temas de investigación

De acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico, se priorizaron los posibles temas de investigación.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Criterios de selección de la subcuenca en estudio

Se realizó un taller de trabajo con técnicos del INAB y actores clave para la selección del área de estudio. La selección de la subcuenca del río Selegua se realizó con base a la metodología priorización de cuencas (Ministerio de Agricultura, 1984). Tomando la aplicación de un sistema de objetivo de selección (consulta a expertos). Se analizaron en un contexto general y de manera cualificativa parámetros e indicadores biofísicos y socioeconómicos, siendo estos, cobertura forestal, densidad poblacional, acceso a la zona, transporte, nivel de pobreza y cambio de uso de la tierra.

La metodología de priorización de cuencas, se aplicó sobre dos subcuencas, la subcuenca río Selegua y la subcuenca del río Pacaranat. Las subcuencas fueron previamente priorizadas por técnicos al inicio de la investigación. Luego de implementar las actividades conjuntamente con los objetivos propuestos. Dentro del resultado de la metodología de priorización de cuencas se eligió la subcuenca del río Selegua.

1.5.2. Delimitación del área de estudio

La determinación del área de estudio se realizó con base a la información y problemática existente en el departamento de Huehuetenango relacionada al recurso hídrico y forestal.

La delimitación del área de estudio se realizó utilizando el sistema de información geográfica de software libre QGIS 3.12 y el programa informático Google earth. Se utilizó el mapa de microcuencas a escala 1:50,000 a nivel nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2009).

De acuerdo a la delimitación del área de estudio, el cual corresponde a la subcuenca del río Selegua, comprende una extensión total de 181.85 km^2. El área abarca tres municipios del departamento de Huehuetenango, Chiantla, Huehuetenango y Aguacatán (figura 2). La subcuenca pertenece a la parte alta de la cuenca del río Selegua.

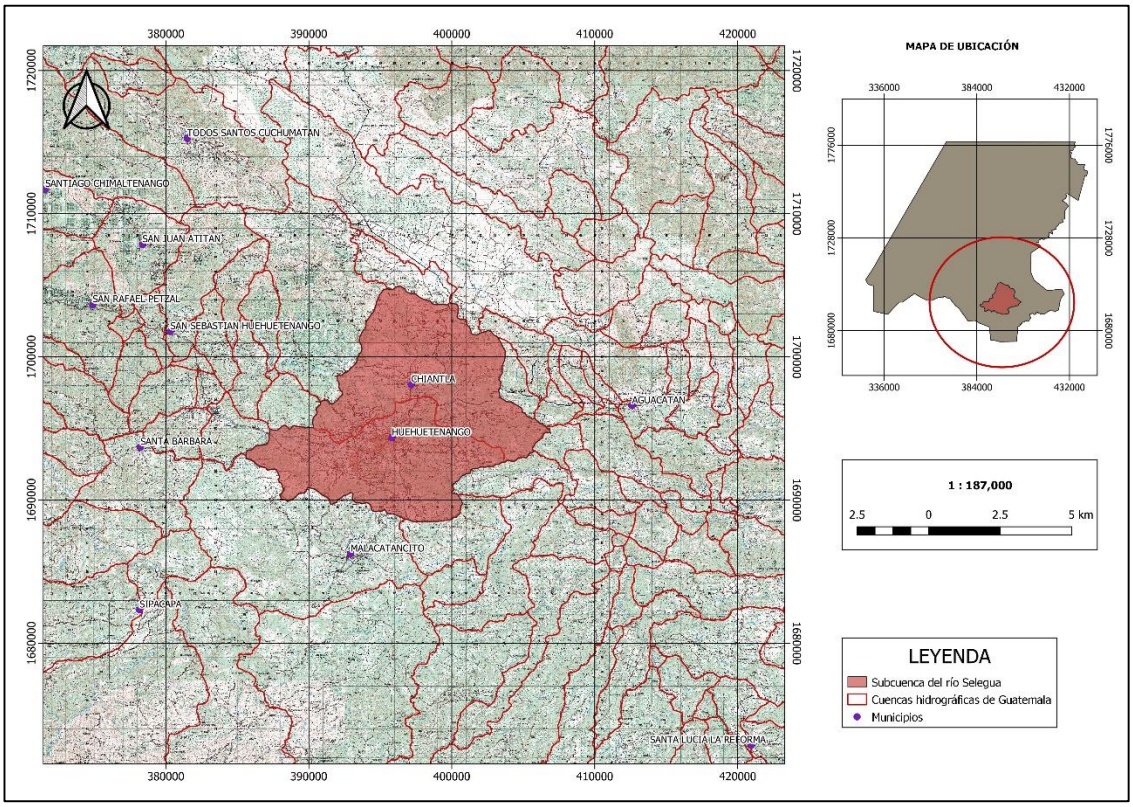


Figura 2. Delimitación de la subcuenca del río Selegua.

1.5.3. Aspectos generales

Huehuetenango es uno de los departamentos más poblados de Guatemala. Se estima que posee una población de un 65.10 % indígena. Es un área de importancia política, cultural, histórica y socioeconómica, debido a la ubicación, siendo una de las ciudades antiguas importantes de la cultura mam y donde se encuentra la antigua ciudad de Zaculeu (ASOCUCH, 2016).

1.5.4. Aspectos de la ubicación

Los municipios de Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán, departamento de Huehuetenango, se encuentran ubicados en la región nor-occidental del país. Aproximadamente a una distancia de 264 km de la ciudad capital (INE, 2008).

El territorio es montañoso, atravesado por un sistema orográfico cuyo eje es la Sierra Madre. Posee cumbres altas, pendientes fuertes, llanuras, barrancos, colinas, vegas, praderas, lagunas y selvas (MAGA, 2011).

1.5.5. Uso de la tierra

La mayor parte de uso de la tierra posee bosque, seguidamente es utilizada para cultivos anuales o temporales, pastos, cultivo permanente y otras tierras (INE, 2008). Los datos reportados indican que los principales cultivos son, el frijol, maíz, frutales y hortalizas varias (ASOCUCH, 2016).

1.5.6. Actividades económicas

El comercio y los servicios, son de las actividades económicas más fuertes dentro de la subcuenca, al ser punto económico central en el noroccidente del país, al existir buenas oportunidades de educación y servicios de salud, así como a su cercanía con la frontera con México.

El área cuenta con una gran diversidad y áreas turísticas, esto lo posiciona como foco de atracción tanto de turista nacional como extranjero. Es importante resaltar que este aún no ha sido promovido, ni utilizado de una manera adecuada. Sin embargo, existe un gran potencial para la generación de empleos e ingresos económicos (PRONACOM, 2019).

1.5.7. Recurso hídrico y forestal

Dentro del área de estudio el recurso hídrico es suficiente para abastecer a toda la población, tanto en calidad como en cantidad. Aunque en los últimos años ha tenido una disminución debido a la deforestación de áreas de recarga hídrica y contaminación (ACODIHUE, 2003). De acuerdo a los datos reportados, el 50 % de la población, obtiene el agua de nacimientos, el 30 % de pozos, el resto de la lluvia y ríos (ASOCUCH, 2016).

En cuanto al ámbito forestal, se tiene que la tasa de recuperación es equivalente al 0.54 % de bosque anual, esto nos permite establecer que existe una marcada tendencia a la recuperación de bosque (SIFGUA, 2016).

1.5.8. Priorización de problemáticas dentro del área en estudio

El recurso hídrico se encuentra estrechamente relacionado con el recurso forestal. Sin embargo, el deterioro de estos ha sido notable dentro del área de estudio. El deterioro se ve expresado en diversos tipos de contaminación y degradación. Entre ellos la pérdida de cobertura forestal, focos de contaminación de agua, cambios de uso de la tierra y otros, que afectan la calidad de vida de la población. A partir de ello se enlistan los principales problemas.

- La parte alta de la subcuenca se encuentra con un grave impacto debido al aumento de la frontera agrícola, provocado por el cambio de uso de la tierra.
- Los nacimientos de agua se encuentran amenazadas por la disminución de la cobertura forestal.
- La contaminación de los ríos dentro del área es evidente dado al crecimiento población dentro de la subcuenca.
- La calidad del agua en el área de estudio es baja y la contaminación de los cuerpos de agua es alta.

- Existe una deficiencia en la infraestructura adecuada para el manejo de contaminantes provenientes de la zona urbana y poco interés de parte de las municipales por el seguimiento e implementación de proyectos ambientales.

1.5.9. Priorización de propuestas de investigación

Al conocer las principales problemáticas y obtener información sobre el contexto general de los estudios realizados en años anteriores y vacíos de información existentes dentro del área de estudio. Se plantean diferentes líneas de investigación con el objeto de la conservación y el mejoramiento de la calidad de los recursos naturales.

- Identificación de indicadores y parámetros de la sostenibilidad de la subcuenca.
- Cuantificación y cualificación de los recursos naturales (hídrico y forestal) dentro de la subcuenca del río Selegua.
- Elaboración de planes de manejos integrales a nivel detallado, subcuencas y microcuencas.
- Planificación y manejo de los recursos naturales existentes dentro del área de estudio.
- Dinámica de las prácticas sociales, económicas y ambientales que se realizan a lo largo del año dentro del área de estudio.
- Factores que provocan grandes impactos en los recursos naturales.
- Generación de información cartográfica del área de estudio, elaborando diferentes mapas temáticos.

1.6. CONCLUSIONES

1. El área de estudio se encuentra en una ubicación estratégica. Siendo una ubicación de importancia política, cultural, histórica y socioeconómica. Dentro de su actividad económica resalta la actividad agrícola (granos básicos y hortalizas). En cuanto al recurso hídrico y forestal, se tienen una superficie adecuada, sin embargo, en los últimos años la cantidad y la calidad de estos ha disminuido.

2. Las priorizaron cinco principales problemas, entre ellos el aumento de la frontera agrícola, perdida de cobertura forestal, contaminación de los cuerpos de agua y deficiencia en la infraestructura para el manejo de contaminantes provenientes de la zona urbana.

3. Se determinaron varias propuestas de investigación con base a la problemática existente en el área, entre ellos el impacto del crecimiento poblacional, contaminación y aumento de la frontera agrícola. Las propuestas fueron establecidas en relación a la línea del recurso hídrico y forestal.

.

1.7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar las líneas investigación evaluadas en el apartado de priorización de propuestas de investigación, con el fin de aumentar y complementar la información de este documento.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACODIHUE (Asociación de Cooperación al Desarrollo Integral de Huehuetenango), Guatemala. (2003). *Una alternativa a la pobreza y migración económica de las poblaciones indígenas en los Cuchumatanes: apoyo a la diversificación, conversión, agro industrialización y comercialización del café orgánico del micro productor, Huehuetenango, Guatemala*. 153 p. [Archivo PDF]. https://eeas.europa.eu/archives/delegations/guatemala/documents/more_info/virtual_library/cuenca_selegua_es.pdf
2. ASOCUCH (Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes), Guatemala. (2016). *Informa de Línea Base de seis municipios del departamento de Huehuetenango*. 77 p. [Archivo PDF]. https://asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Informe-Linea-Base_Proyecto-Resiliencia_6-Municipios_2016.pdf
3. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Costa Rica. (2000). *Manejo de cuenca hidrográficas*. San José Costa Rica. [Archivo PDF]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8431/Manejo_de_cuencas_hidrograficas.pdf
4. INE (Instituto Nacional de Estadística), Guatemala. (2008). Boletín Informativo. *Departamento de Huehuetenango*. 2008-2(2):2-21.
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), Guatemala. (2009). (Memoria). *Mapa de Cuencas Hidrográficas a Escala 1:50,000, República de Guatemala método de Pfafstetter (primera aproximación)*. Guatemala. 64 p.
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), Guatemala. (2011). *Diagnóstico de la región occidente de Guatemala.* 114 p. [Archivo PDF]. https://www.maga.gob.gt/download/diagnostico-occ.pdf
7. Ministerio de Agricultura, Perú. (1984). *Proyecto Manejo de Cuencas. Metodología para la priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y agua*. Lima, Perú. 77 p.

FACULTAD DE AGRONOMIA
OFICINA DE ATENCION AL ESTUDIANTE
OAE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

8. PRONACOM (Programa Nacional de Competitividad de Guatemala), Guatemala. (2019). *Brújula Huehuetenango, Huehuetenango. Competitividad e inversión*. [Archivo PDF]. https://www.pronacom.org/wp-content/uploads/2019/12/huehuetenango-brujula.pdf
9. SIFGUA (Sistema de Información Forestal de Guatemala), Guatemala. (2016). *Ficha departamental. Cobertura forestal*. 2 p. [Archivo PDF]. http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Cobertura%20Forestal/Cobertura%202016/FICHAS%20DEPARTAMENTALES%202016/Huehuetenango.pdf

OFICINA FACULTAD DE AGRONOMIA ATENCION A USUARIOS OAE UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

CAPÍTULO II

ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el interés en la protección, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, en particular el agua y el bosque, ha incrementado como medida para invertir la tendencia y reducir la tasa de pérdida de los recursos naturales a nivel mundial (FAO, 2015). La importancia del uso sostenible de los recursos naturales dentro de las cuencas radica en la obtención, recuperación y mantenimiento de diferentes bienes y servicios ambientales.

En Huehuetenango, y a nivel nacional, existe un grave proceso de degradación de las cuencas. Esto debido principalmente a las actividades antrópicas, que se relacionan con el cambio de uso de la tierra y con el crecimiento poblacional en las diferentes áreas. Lo anterior hace que exista un incremento de la deforestación en los territorios y de la contaminación de los cuerpos de agua, evidenciando un deterioro ecológico significativo.

La cuenca hidrográfica, definida como el espacio de territorio delimitado por el parteaguas, está conformada por un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, compuesto por los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (World Visión, 2004), que pasan a ser la unidad de planificación y manejo sostenible de los recursos de tal manera que dentro de la cuenca se desarrollen estrategias con un enfoque orientado a la sostenibilidad a través de la participación de los diferentes sectores, de la gente, instituciones y gobierno, denominada como participación integrada (FAO, 2007).

En el presente estudio se explorarán desde una perspectiva crítica las estrategias sociales que subyacen en las prácticas para la conservación, protección y restauración de los recursos naturales, principalmente del recurso hídrico y forestal de la subcuenca del río Selegua, el cual abarca los municipios de Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán del departamento de Huehuetenango.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

A. Cuenca

Área en el que cualquier gota de agua que al caer dentro de ella, llegará a un punto definido de salida, existiendo cuencas de aguas superficiales como de aguas subterráneas (Salguero, 2015). Por otra parte, la CEPAL define a la cuenca como una unidad natural que se presta bien como territorio para articular los procesos de gestión que tienen eventualmente el desarrollo sostenible (CEPAL, 1994).

B. Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica según (Faustino, 1996) “Es el espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas en él se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal el cual se integra al mar, lago u otro río más grande” (figura 3). Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas (World Visión, 2004). En una cuenca hidrográfica se ubican los recursos naturales suelo, agua, vegetación y otros, allí habita el hombre y en ella realiza sus actividades (Jiménez, 2000).



Fuente: (Saavedra, 2015).

Figura 3. Esquema de una cuenca hidrográfica.

C. Zonas de la cuenca hidrográfica

a. Zona de captación, de cabecera o cuenca alta

Son las áreas ubicadas en el parte aguas, en la porción más elevada de la cuenca (SEMARNAT, 2013). Generalmente estas áreas corresponden a las zonas montañosas o cabeceras de los cerros, su función principalmente es la captación de agua (Ordoñez Gálvez, 2011).

b. Zona de almacenamiento, de transición o cuenca media

Esta zona se encuentra ubicada entre la cuenca alta y la cuenca baja, es decir zona en transición (SEMARNAT, 2013). En esta parte que en principio se encarga de la captación del agua que entra al sistema (Ordoñez Gálvez, 2011).

c. Zona de descarga, de emisión o cuenca baja

Situado en la parte baja, donde el río desemboca, se une a otros ríos mayores, o bien se une al mar, caracterizado por ser una zona con ecosistemas importantes, estos pueden ser estuarios y humedales (Ordoñez Gálvez, 2011) y (SEMARNAT, 2013).

D. Degradación de una cuenca

Pérdida de valor en el tiempo, influyendo el potencial productivo de tierra y aguas acompañada de cambios pronunciados en el comportamiento hidrológico de un sistema fluvial que se traduce en una peor calidad, cantidad y regularidad en el tiempo, del caudal hídrico (FAO, 1992).

E. Cuenca hidrográfica como sistema

La cuenca como sistema complejo se encuentra relacionado con varios aspectos: políticos, institucionales, sociodemográficos, económicos, productivos, ambientales y culturales. Según (García Charria, 2003) menciona a la cuenca como “un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un complejo de relaciones, donde los recursos hídricos aparecen como factor determinante.”

a. Subsistema biofísico

La cuenca se encuentra constituida por una oferta ambiental, con características específicas de clima, suelos, bosques, entre otros (García Charria, 2003).

b. Subsistema cultural

El subsistema cultural lo componen el conjunto de culturas, de tradiciones, de normas, y de creencias en las comunidades asentadas en el área (García Charria, 2003).

c. Subsistema económico

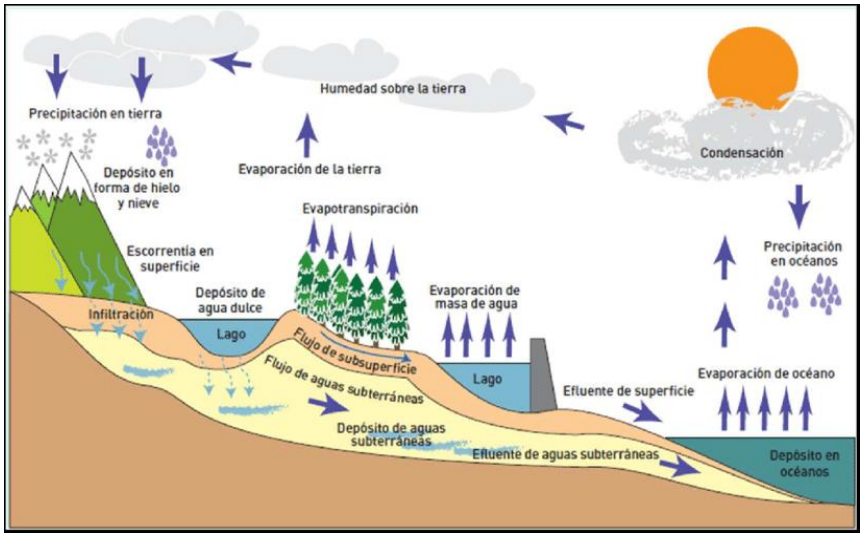
Como subsistema económico, la cuenca presenta una gran disponibilidad para la producción de bienes y servicios, en la cuenca existe la posibilidad de la transformación de los recursos (García Charria, 2003).

d. Subsistema social

La cuenca involucra la parte social, las comunidades, demografía, acceso a recursos básicos, formas de organización, entre otros, (García Charria, 2003).

F. Ciclo hidrológico

El ciclo no tiene principio ni fin, sus diversos procesos ocurren en forma continua. En la figura 4 se observa de forma esquemática cómo el agua se evapora desde los océanos y de la superficie terrestre, para volverse parte de la atmósfera. El vapor de agua se transporta y se eleva en la atmósfera hasta que se condensa y precipita sobre la superficie terrestre o en los océanos. El agua precipitada puede ser interceptada por la vegetación u otras superficies hasta convertirse en escurrimiento o flujo superficial sobre el suelo, infiltrarse en él, correr a través del suelo como flujo sub superficial (interflujo) y descargar en los ríos y lagos (Herrera, 2014).



Fuente: (PNUMA, 2010).

Figura 4. Ciclo hidrológico.

G. Recursos naturales

Son los elementos naturales que el hombre puede aprovechar para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales. Los recursos naturales se pueden agrupar en renovables como el forestal, suelo y no renovables como los minerales (Trapaga Delfín, 2013).

a. Recurso hídrico

Los recursos hídricos son los bienes y servicios que se obtienen del agua superficial y subterránea disponibles en el planeta y que se utilizan para diferentes actividades. Estos se encuentran almacenados en ríos, lagos, lagunas, y acuíferos (IARNA, 2015).

b. Recurso forestal

Los recursos forestales son bienes y servicios que se obtienen de los bosques, los cuales son utilizados para diferentes actividades. Estos pueden ser leña, madera, regulación hídrica, entre otros (IARNA, 2015).

H. Relación entre el agua y bosque

El ciclo hidrológico está condicionado por varios factores, principalmente relacionados con el clima, la geología y el uso de la tierra. De estos factores, el que más llama la atención en el ámbito de la gestión es el uso de la tierra, ya que es el único sobre el cual las sociedades pueden tener un impacto directo a corto plazo.

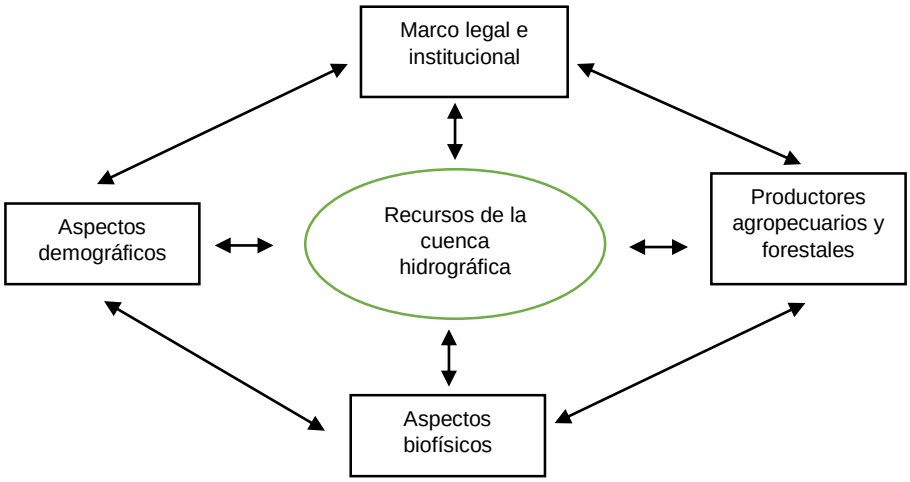
La importancia de la relación entre el uso de la tierra y el estado de los recursos hídricos ha sido subrayada por muchos actores, a nivel nacional e internacional, el bosque y la reforestación poseen muchas propiedades positivas sobre en cuanto a sus efectos sobre la hidrología superficial (IARNA, 2015).

I. Desarrollo sostenible

Es el mejoramiento de la calidad de vida de las presentes generaciones, con desarrollo económico, democracia política, equidad y equilibrio ecológico, sin menoscabo de la calidad de vida de las generaciones futuras (World Visión, 2004). En el año 1987 en el informe Brundtland se introduce el concepto definidos en términos, “está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (Gómez Gutiérrez, 2013).

J. Ecología humana de las cuencas hidrográficas

Los factores de la ecología humana de las cuencas pueden organizarse en cuatro categorías principales: dinámica de la población local, sistemas locales de vida, intereses externos, y políticas, normas y leyes (figura 5). La interacción entre estos factores determina en gran medida las condiciones ambientales de una cuenca hidrográfica en un determinado momento.



Fuente: elaboración propia, adaptado de (FAO, 2007).

Figura 5. La ecología humana de las cuencas hidrográficas.

2.2.2. Marco referencial

A. Aspectos generales

La subcuenca hidrográfica del río Selegua se encuentra en la parte occidental de la República de Guatemala. Es parte del sistema hidrográfico de la parte alta de la cuenca del río Selegua, que drena en la vertiente del golfo de México. Se caracteriza por ser una región ubicada en el valle de Huehuetenango con zonas montañosas con pendientes leves.

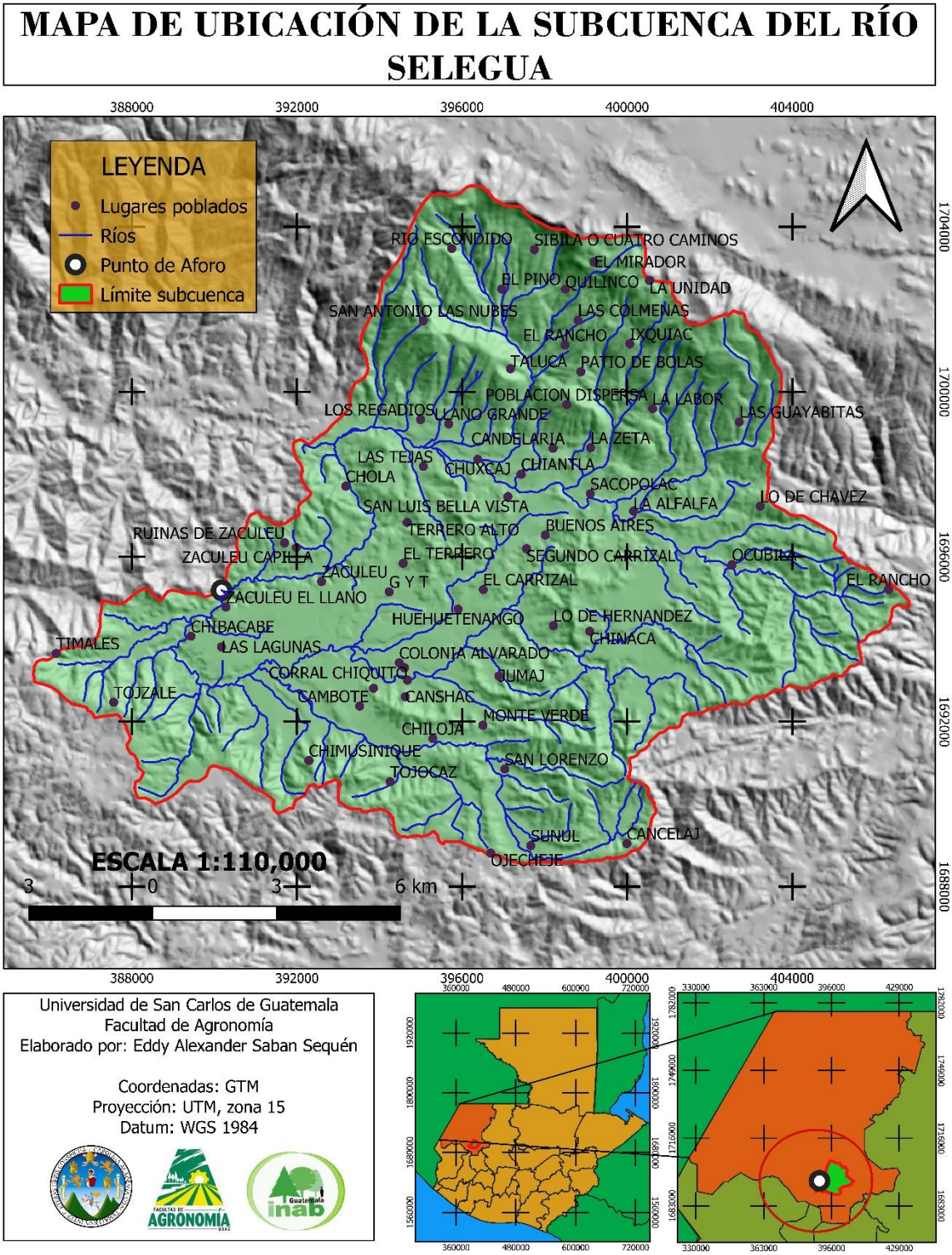
La topografía montañosa se combina con altiplanicies en las cuales se asientan los municipios de Huehuetenango, Chiantla y Malacatancito del departamento de Huehuetenango (PDM-OT, 2019).

B. Ubicación geográfica y vías de acceso

Se ubica entre las coordenadas 15°20'6.44" N y 91°27'29.31" O. La subcuenca limita al norte con el río Blanco, sur y este con la subcuenca del río Negro estos pertenecientes a la cuenca del río Salinas.

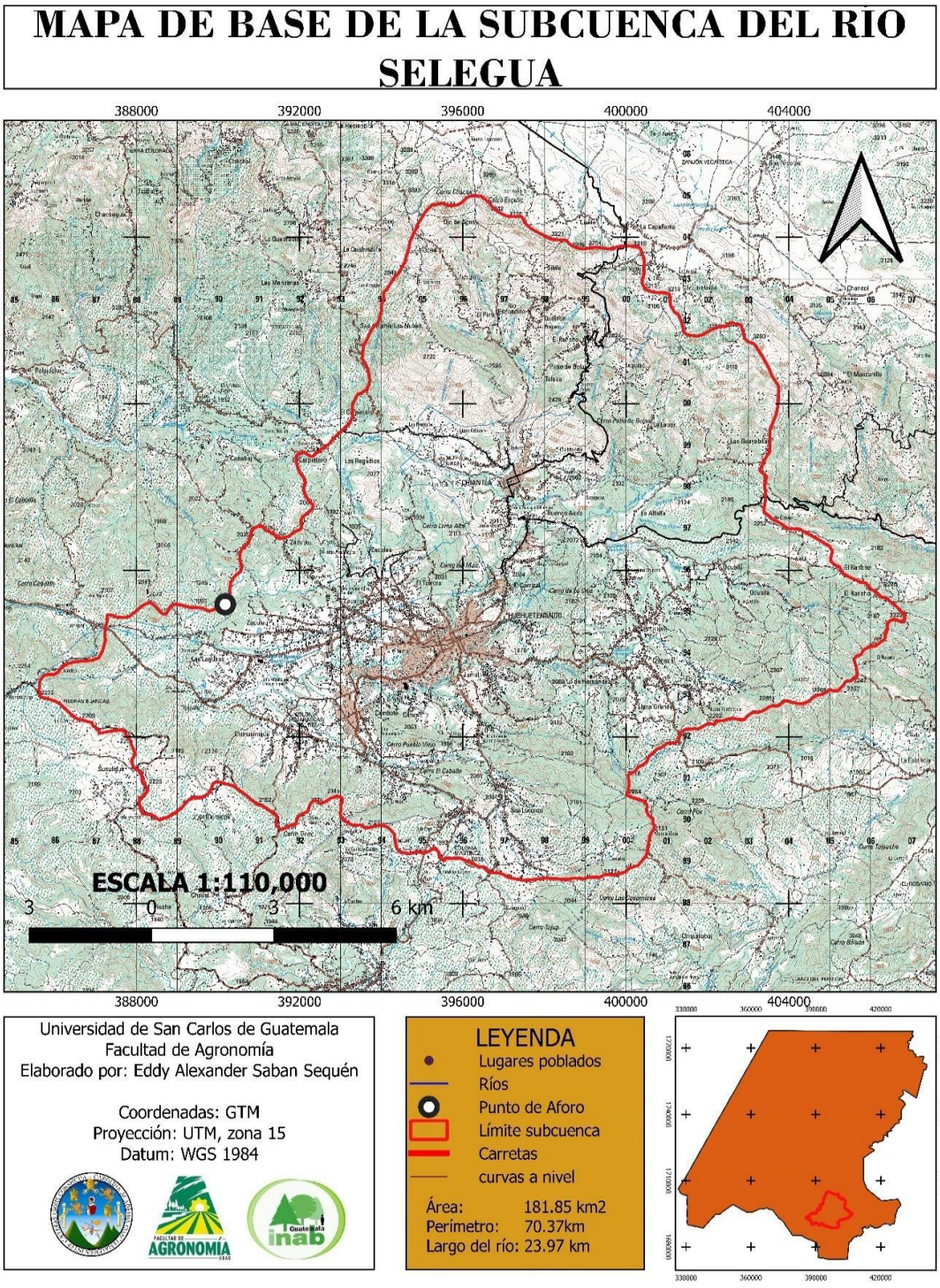
El acceso hacia la subcuenca se realiza desde la ciudad capital hasta el municipio de Huehuetenango donde se recorren 200 km por la ruta CA-1 y de Huehuetenango a los centros poblados dentro de la subcuenca. En las figuras 6 y 7 se muestra el mapa base y la ubicación de la subcuenca del río Selegua.

El sistema de carreteras se constituye de la siguiente forma: las carreteras que cuentan con asfalto son del 26.57 %, es decir que cubren una longitud de 38.40 km, las carreteras que se encuentran entre la categoría de terracería cubren el 14.48 % con un total de 20.93 km de longitud y 58.95 % del sistema corresponde a veredas con una longitud de 85.19 km. El sistema de carreteras dentro de la subcuenca del río Selegua se encuentra conformado por 144.52 km, que interconectan la mayoría de aldeas y caseríos con sus respectivas cabeceras municipales o centros poblados más importantes (MAGA, 2012).



Fuente: elaboración propia, con base al mapa de la República de Guatemala.

Figura 6. Mapa de ubicación de la subcuenca del río Selegua.



Fuente: elaboración propia, con base a la cartografía de Guatemala.

Figura 7. Mapa base de la subcuenca del río Selegua.

C. Extensión y comunidades ubicadas en los municipios

Dentro de la subcuenca, el municipio de Huehuetenango tiene un total de 15 aldeas (área rural) y contempla un total 12 zonas (área urbana), teniendo un total de 110,569 habitantes. El municipio de Chiantla de acuerdo a su organización a través de microrregiones, dentro de la subcuenca se contemplan 11 microrregiones de las 28 que ocupan todo el municipio teniendo un total de 55,014 habitantes. Aguacatán únicamente tiene incidencia un lugar poblado. La distribución de los centros poblados y su correspondiente población se encuentran distribuidos en el cuadro 1, estimando un total de 160,194 habitantes:

Cuadro 1. Población total de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020.

Municipio	Comunidades	Área (km^2)	Población
Huehuetenango	Cambote, Cancelaj, Canshac, Chiloja, Chimusinique, Chinaca, Chola, Colonia Alvarado, El Bosque, Corral Chiquito, El Carrizal, El Terrero G y T, Huehuetenango Jumaj, Las Lagunas, Llano Grande, Lo de Hernández, Ocubilá, Ojecheje, Ruinas de Zaculeu, San Lorenzo, Segundo Carrizal, Sunul, terrero Alto, Tojocaz, Tojzale, Zaculeu Capilla, Zaculeu El Llano	113.25	112,533
Chiantla	Buenos Aires, Candelaria, Chiantla, El Carpintero, El Mirador, El Pino, El Rancho, Ixquiac, La Alfalfa, La Labor, La Unidad, Las Colmenas, Las Guayabitas, Las Maravillas, Las Tejas, Lo de Chávez, Lo de Zeta, Los Alva, Los Planes, Los Regadíos, Ojo de Agua, Patio de Bolas, Primavera, Quilinco, Río Escondido, San Antonio Las Nubes, San Martín, San José, santo Tomas El Carpintero, Buena Vista, Sibila o Cuatro Caminos, Taluca, Yerbabuena	64.97	46,596
Aguacatán	El Rancho	3.63	1,065
TOTAL		**181.85**	**160,194**

Fuente: datos obtenidos del XI Censo de la población (INE, 2002).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Analizar las estrategias locales para la protección, la conservación para conectividad de los recursos hídricos y forestales en la subcuenca del río Selegua.

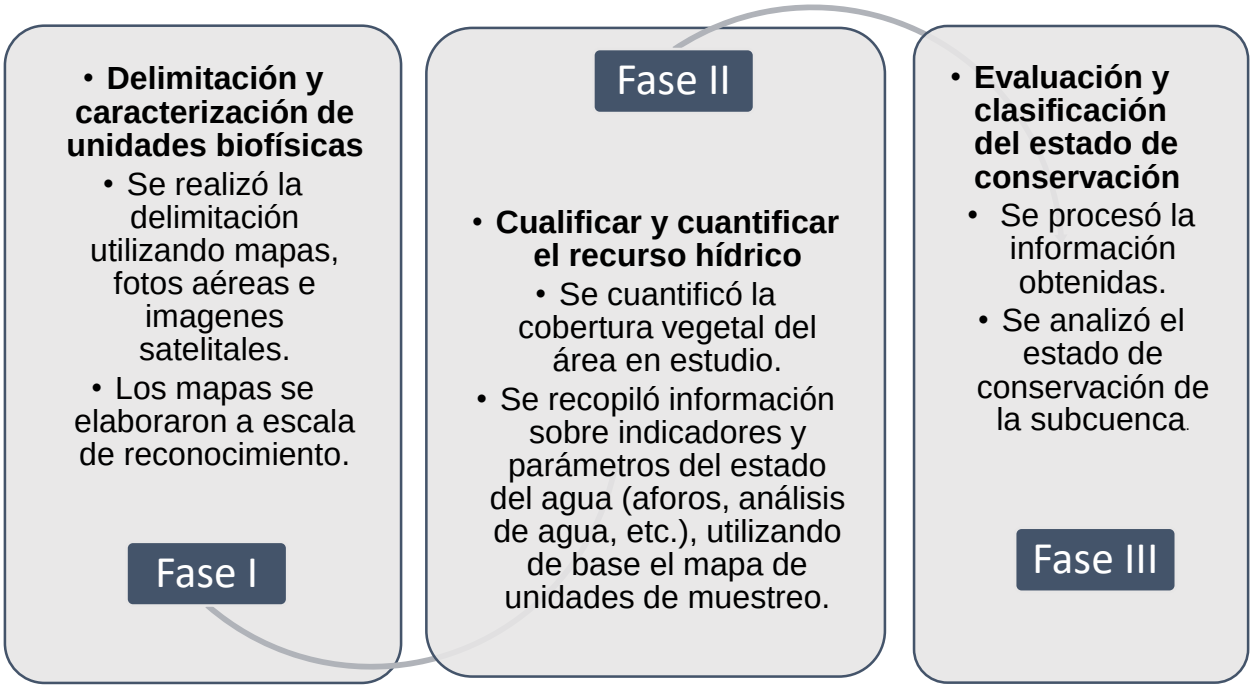
2.3.2. Objetivos específicos

1. Describir el estado de conservación de los elementos biofísicos y socioeconómicos que permiten la conectividad hídrica en la subcuenca del río Selegua.
2. Sistematizar las prácticas que impiden o mejoran el uso del recurso agua y bosque.
3. Comparar los acuerdos locales para el manejo de la subcuenca del río Selegua con el marco legal e institucional referente al manejo del recurso hídrico y forestal.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Metodología para describir el estado de conservación de los elementos biofísicos de la subcuenca del río Selegua

La metodología a utilizada para describir el estado de conservación de la cuenca se realizó en tres fases (figura 8), iniciando por la primera fase, el cual consistió en la delimitación y caracterización de las unidades biofísicas, en el paso dos se cuantificó y cualificó la estructura y composición de cobertura vegetal y el recurso hídrico, y por último se realizó una evaluación y clasificación del estado de conservación.



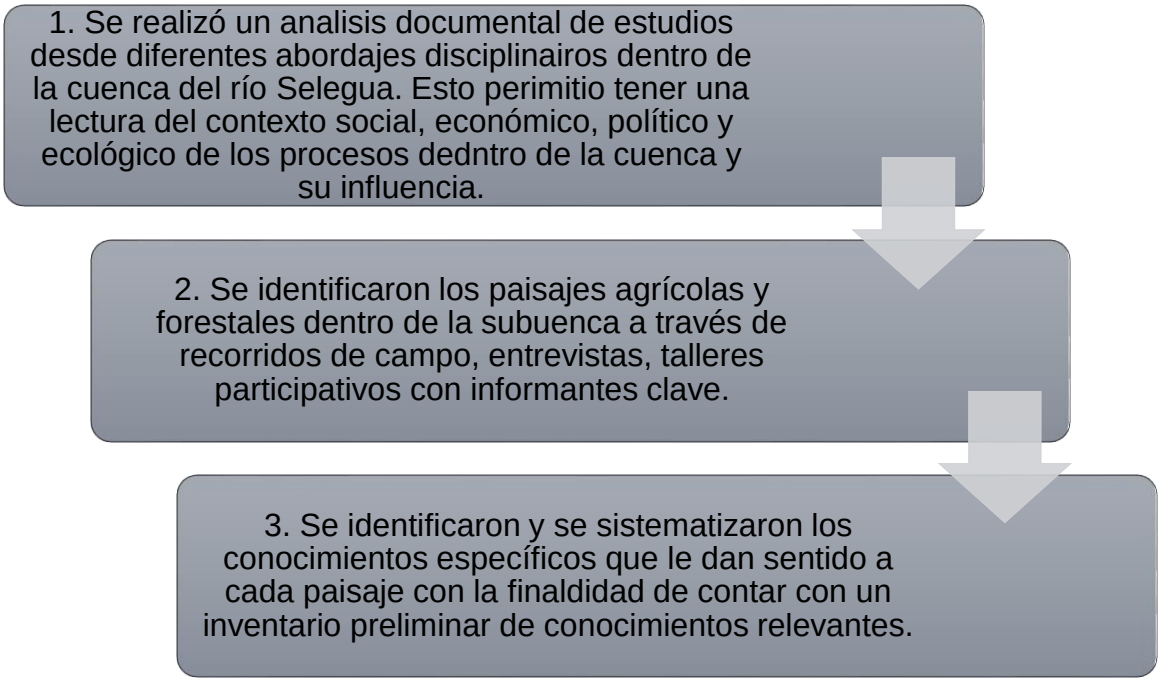
Fuente: elaboración propia, adaptado de Santibanez-Andrade et al, 2015.

Figura 8. Esquema para la caracterización del estado de conservación de la subcuenca del río Selegua.

2.4.2. Sistematizar las prácticas que impiden o mejoran el uso del recurso agua y bosque

La sistematización de las prácticas que impiden o mejoran el uso del recurso hídrico y forestal se encuentra detallados en la figura 9. El procedimiento consistió en tres fases,

iniciando con un análisis documental para tener un conocimiento sobre el área. Seguidamente se procedió a identificar los paisajes agrícolas y forestales, se concluyó con la sistematización de las prácticas a partir de los conocimientos y recorridos de campo realizados en el área de estudio.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 9. Esquema para la recopilación de datos y sistematización de paisajes dentro de la subcuenca del río Selegua.

A. Determinación de las unidades muéstrales

Muestreo sistemático: de acuerdo con Batista (2002), citado por López y Gonzáles (2007), al localizar las unidades muéstrales sistemáticamente en el campo, se consigue una mejor cobertura espacial, en comparación con el muestreo simple aleatorio, lo que es interpretado como una mejor representatividad espacial. Malleux (1982) coincide en señalar que el muestreo sistemático generalmente da resultados más precisos que el muestreo simple al azar, debido a que el área es cubierta en una forma más regular y proporcional; además, los cálculos generan un aproximado del máximo error de muestreo, y no del promedio del error de muestreo como es el caso del muestreo al azar.

Procedimiento:

1. Se selecciona un intervalo de muestreo k, la mejor alternativa es seleccionar k igual al tamaño de población (N) dividido entre el tamaño de la muestra (n). Esto es, k = N/n.
2. Para el caculo del tamaño de la muestra, se utiliza la siguiente expresión:

$$n = \frac{N\ x\ p\ x\ q\ x\ {Z_{\alpha/2}}^2}{(d^2 x N) + p\ x\ q\ x\ {Z_{\alpha/2}}^2}$$

   Cuando se desconoce los valores de p y q se asume 0.5 para cada uno, asumiendo varianza máxima, por lo tanto, la ecuación se reduce a la siguiente expresión:

$$n = \frac{N}{d^2 x\ N + 1}$$

3. Se selecciona aleatoriamente un número entero i (arranque o inicio aleatorio) comprendido entre 1 y k (1 ≤ i ≥ k).
4. Se mide primero la parcela o unidad de muestreo seleccionada aleatoriamente (i) en paso 2, luego de manera rígida o sistemática tome la unidad i + k, que está k lugares del i-ésimo en la lista, el i + 2k que está 2k después y así sucesivamente hasta completar el tamaño n de la muestra. Note que la tabla de número aleatorios u otro mecanismo de selección se emplea una sola vez, en i.

Cálculos para determinar la unidad de muestreo:

Datos:

- Nivel de confianza: 95 %.
- Precisión (d): 15 %.
- Población (N): 61 centros poblados.
- α : 0.05
- ${Z_{\alpha/2}}^2$: 1.96

Tamaño muestra:

$$n = \frac{61}{0.15^2 x\ 61 + 1} = 25.71 = 26\ centros\ poblados.$$

Unidades muéstrales: 26 centros poblados.

$$N = \frac{63}{26} = 2.42 = 2$$

Utilizando #Ran = 2.

Para la toma de las unidades muestréales se consideraron los centros poblados que tienen incidencia dentro de la subcuenca del río Selegua. En el cuadro 2 se enlistan un total de 63 centros poblados.

Cuadro 2. Centros poblados de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020.

No	Poblados
1	El Rancho
2	Buenos Aires*
3	Candelaria
4	Chiantla*
5	El Carpintero
6	El Mirador*
7	El Pino
8	El Rancho*
9	Ixquiac
10	La Alfalfa*
11	La labor
12	La Unidad*
13	Las Colmenas
14	Las Guayabitas*
15	Las Maravillas
16	Las Tejas*
17	Lo de Chávez
18	Lo de zeta*
19	Los Alva
20	Los Planes*
21	Los regadíos
22	Ojo de Agua*
23	Patio de Bolas
24	Primavera*
25	Quilinco
26	Río Escondido*
27	San Antonio Las Nubes
28	San José*
29	San Martín
30	Santo Tomás El Carpintero*
31	Buena Vista
32	Cambote*
33	Cancelaj
34	Canshac*
35	Chiloja
36	Chimusinique*
37	Chinaca
38	Chola*
39	Colonia Alvarado
40	Colonial El Bosque*
41	Corral Chiquito
42	El Carrizal*
43	El Terrero
44	G y T*
45	Huehuetenango
46	Jumaj*
47	Las Lagunas
48	Llano Grande*
49	Lo de Hernández
50	Ocubilá*
51	Ojecheje
52	Ruinas de Zaculeu*
53	San Lorenzo
54	Segundo Carrizal
55	Sibilá o Cuatro Caminos
56	Sunul
57	Taluca
58	Terrero Alto
59	Tojocaz
60	Tojzale
61	Yerbabuena
62	Zaculeu Capilla
63	Zaculeu El Llano

Fuente**:** elaboración propia. Datos obtenidos del XI censo de la población (INE, 2002).

B. Diálogo semiestructurado

Para la identificación de los principales problemas, se realizaron visitas a los pobladores ubicados dentro del área de estudio, utilizando la técnica de diálogo semiestructurado (Geilfus, 2002), la diferencia entre un diálogo y una entrevista, es que se busca un intercambio. Se elaboró una guía para la entrevista tomando puntos fundamentales para la recopilación de la información, tales como datos generales y ubicación, actividad de producción, manejo y uso de suelos, estrategias de colaboración con otros actores sociales, principales obstáculos para la colaboración, tensiones asociadas a disputas territoriales o de uso del agua, entre otros.

Para la identificación de puntos de muestreo se utilizará mediante un muestreo sistemático (Sáenz López & Tamez González, 2014) con base al mapa de uso de la tierra e información de actividades antrópicas del área de estudio.

C. Talleres participativos

Se realizaron talleres participativos utilizando la técnica de cartografía participativa para la identificación de problemas y buenas prácticas asociados al recurso hídrico y forestal dentro de la subcuenca.

La fase del taller participativo consistió en la apertura del taller con la presentación, instrucción y descripción de trabajo a realizar, definición y presentación de los participantes. En la segunda fase se trabajó sobre la identificación de problemas a través de la cartografía participativa (FIDA, 2009), una vez identificado los problemas se procedió a ordenar los problemas y análisis de posibles soluciones. Se finalizaron los talleres con la redacción de las principales conclusiones obtenidas.

2.4.3. Comparar los acuerdos locales para el manejo de la subcuenca del río Selegua con el marco legal e institucional referente al manejo del recurso hídrico y forestal

Se realizó una revisión de literatura e investigación sobre leyes, reglamentos, tratados, convenios y otros trabajos relacionados con la regulación del recurso hídrico y forestal. Por otra parte, se realizó un análisis de la legislación existente de los diversos actores relacionados con el marco legal e institucional.

- Instituto Nacional de Bosques (INAB).
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Municipalidad de Huehuetenango y Chiantla.
- COCODES.
- ONG´s.
- Comunidades rurales involucradas.

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. La subcuenca hidrográfica bajo estudio

A. Jurisdicción político-administrativa

La subcuenca del río Selegua se encuentra política y administrativamente dentro del departamento de Huehuetenango, y comprende los municipios de Chiantla, Huehuetenango y Aguacatán. En el cuadro 3, se muestra la distribución superficial de cada municipio.

El municipio de Huehuetenango posee una mayor superficie dentro de la subcuenca (62.28 %), seguidamente del municipio de Chiantla (35.73 %), mientras el municipio de Aguacatán únicamente abarca el 2 %. En las figuras 10 y 11 se muestra gráficamente la proporción y ubicación que abarca cada municipio (IGN, 2012).

Cuadro 3. Superficies municipales de la subcuenca del río Selegua.

Departamento	Municipio	Superficie en la subcuenca (km^2)	Porcentaje (%)
Huehuetenango	Aguacatán	3.63	2.00
	Chiantla	64.97	35.73
	Huehuetenango	113.25	62.28
Total		**181.85**	**100.00**

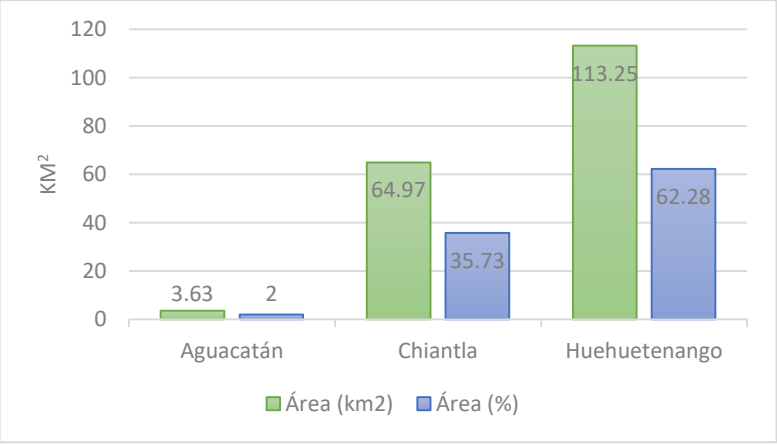


Figura 10. Distribución del área por municipios de la subcuenca del río Selegua.

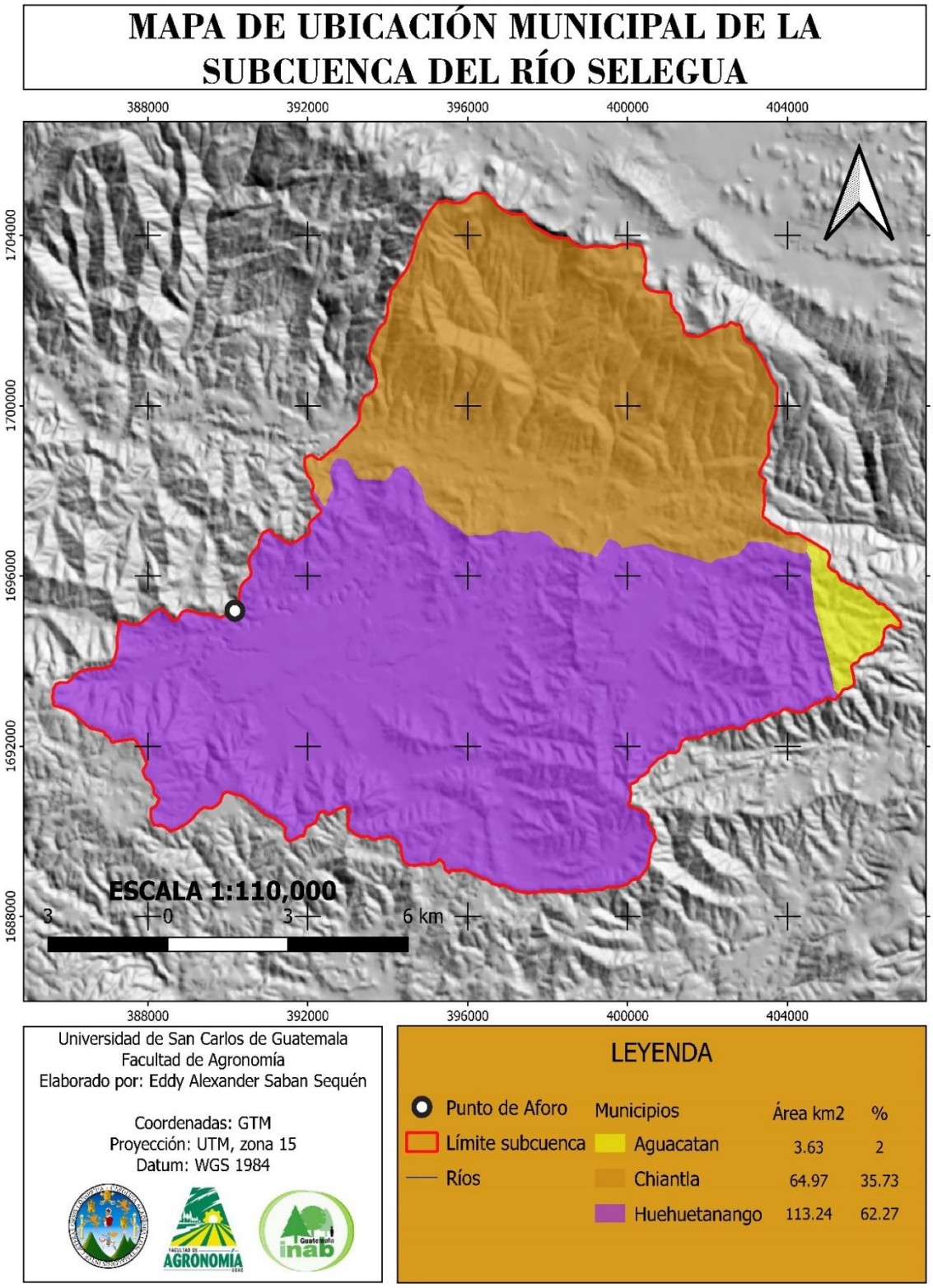


Figura 11. Mapa de ubicación municipal de la subcuenca del río Selegua.

B. Aspectos hidrográficos generales

El río Selegua y sus afluentes constituyen el sistema de drenaje de la subcuenca, su cauce principal inicia al norte del municipio de Chiantla, en la aldea de Ixquiac, en donde lleva su rumbo al suroeste pasando por Chiantla, girando al noroeste hacia la aldea Los Regadíos, luego con dirección hacia el sur llegando a la aldea Zaculeu, finalmente con rumbo hacia la aldea El Llano, donde se encuentra el punto de aforo.

La red de drenaje en la subcuenca del río Selegua está conformada por dos microcuencas, siendo estas: 1) Selegua 84.77 km^2 y 2) San Lorenzo 97.15 km^2. La morfometría fluvial comprende la medida de las propiedades geométricas de la superficie de un sistema de cuenca hidrográfica. En el cuadro 4, se muestran los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Selegua (MAGA, 2012).

Cuadro 4. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Selegua

Símbolo	**Aspectos lineales**	**Magnitud**	**Unidades**
Pk	Perímetro de la cuenca	70.37	km
K	Orden de la cuenca	5	
Rbm	Radio de bifurcación medio	3.61	km
Lu	Longitud media de corriente	22.10	km
Rlm	Radio de longitud medio	1.56	km
La	Longitud acumulada de corrientes	274.34	km
	Aspectos de superficie		
Ak	Área de la cuenca	181.85	km^2
R_f	Factor de corma	0.32	
Rc	Relación circular (Ak/Ac)	0.46	
Re	Radio de elongación (Dc/L)	0.93	
D	Densidad de drenaje	1.51	km/km^2
Fc	Frecuencia de corrientes	0.74	$corr/km^2$
Ac	Área de un circulo con perímetro (Pk)	394.06	km^2
Dc	Diámetro de un circulo de área igual a Ak	22.40	km
L	Longitud sobre el cauce principal desde la estación hasta la divisoria	23.97	km
	Aspectos de relieve		
Sc	Pendiente media de la cuenca (método Alvord)	27.94	%
Scp	Pendiente del canal o cauce principal	6.68	%
E_{axpm}	Elevación máxima en el perímetro de la cuenca	3,450	m s.n.m.
E_{max}	Elevación máxima en la cuenca	3,400	m s.n.m.
E_{min}	Elevación mínima de la cuenca	1,800	m s.n.m.
D_e	Diferencia de elevación (E_{axpm}- E_{max})	1,650	m s.n.m.

En cuanto al análisis de las propiedades morfométricas −las cuales constituyen elementos principales del sistema fluvial como las propiedades lineales, superficiales y de relieve− estos datos representan las características físicas de la subcuenca y proporcionan información de gran utilidad considerando a la cuenca hidrológica como unidad básica de estudio. Entre ellos podemos mencionar: (i) las comparaciones entre cuencas, (ii) la toma de decisiones para el manejo sostenible de los recursos naturales, y (iii) las prácticas dentro de la subcuenca (Salguero, 2016).

La subcuenca tiene un perímetro de 70.37 km, presentando corrientes intermitentes, efímeras y varias corrientes permanentes procedentes de las partes altas y desembocando en el río Selegua. Según Hortón, 1,945 (citado por Salguero, 2016), la subcuenca pertenece al orden 5, presentando varias ramificaciones. Respecto a los aspectos de superficie, la subcuenca cuenta con una extensión de 181.85 km^2, de forma alargada (relación de forma 0.32), con baja densidad de drenaje (1.51 km/km^2), considerándose un área pobremente drenada con respuesta hidrológica lenta.

Entre los aspectos de relieve, la cuenca posee una pendiente de suave a media equivalente al 27.94 %, el cauce corresponde a un relieve suave (6.68 %), presentando una elevación máxima de 3,450 m s.n.m. y una elevación mínima de 1,800 m s.n.m.

2.5.2. Caracterización biofísica

A. Clima

La información meteorológica utilizada se obtuvo de las estaciones del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Para el estudio y análisis de eventos climáticos se utilizó la información con parámetros climáticos relevantes, para ellos se presenta el cuadro 5, donde se muestra la información de las estaciones utilizadas dentro y fuera de la subcuenca.

Cuadro 5. Estaciones meteorológicas utilizadas.

Estación	m s.n.m.	Latitud	Longitud	Años de registro	Parámetro		
					Pp (mm)	T (°C)	ETP
Huehuetenango	1,870	15.317	91.503	19	1088	16.5	1540
Nebaj	1,906	15.398	91.142	19	1799	16.1	1407
Sacapulas	1,180	15.291	91.092	19	901	21.6	1812
Todos Santos	2,460	15.505	91.604	19	1242	13.3	1158

Referencia: P = precipitación pluvial, T= temperatura, ETP = evapotranspiración.
Con base a la información obtenida y analizada proporcionada por el INSIVUMEH, los parámetros utilizados se trabajaron con promedios mensuales.

B. Precipitación pluvial

Las estaciones ubicadas para el análisis correspondiente de la información se encuentran entre 1,180 m a 2,460 m s.n.m. Las estaciones de Huehuetenango, Nebaj, Sacapulas y Todos Santos presentan una precipitación anual de 1,088 mm, 1,799 mm, 901 mm y 1,242 mm sucesivamente. En el cuadro 6 se observa la precipitación tanto en la época seca como en la época húmeda.

En la figura 12 se muestra la variación de la precipitación dentro de la subcuenca del río Selegua. La precipitación es mayor en la parte alta (1,240 mm), mientras en la parte baja es menor (1,050 mm).

Cuadro 6. Precipitación pluvial media mensual en mm.

Estación	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**	**Anual**	**Época seca***	**Época húmeda****
Huehuetenango	2	6	22	52	145	221	97	139	247	120	29	8	1,088	119	969
Nebaj	41	22	33	47	160	296	269	289	320	200	79	43	1,799	265	1,534
Sacapulas	2	1	10	36	105	195	108	134	197	87	19	7	901	75	826
Todos Santos Cuchumatán	13	15	28	64	174	234	135	151	212	127	58	31	1,242	209	1,033

* Época seca: comprende los meses de noviembre hasta abril.

** Época húmeda: comprende los meses de mayo hasta octubre.

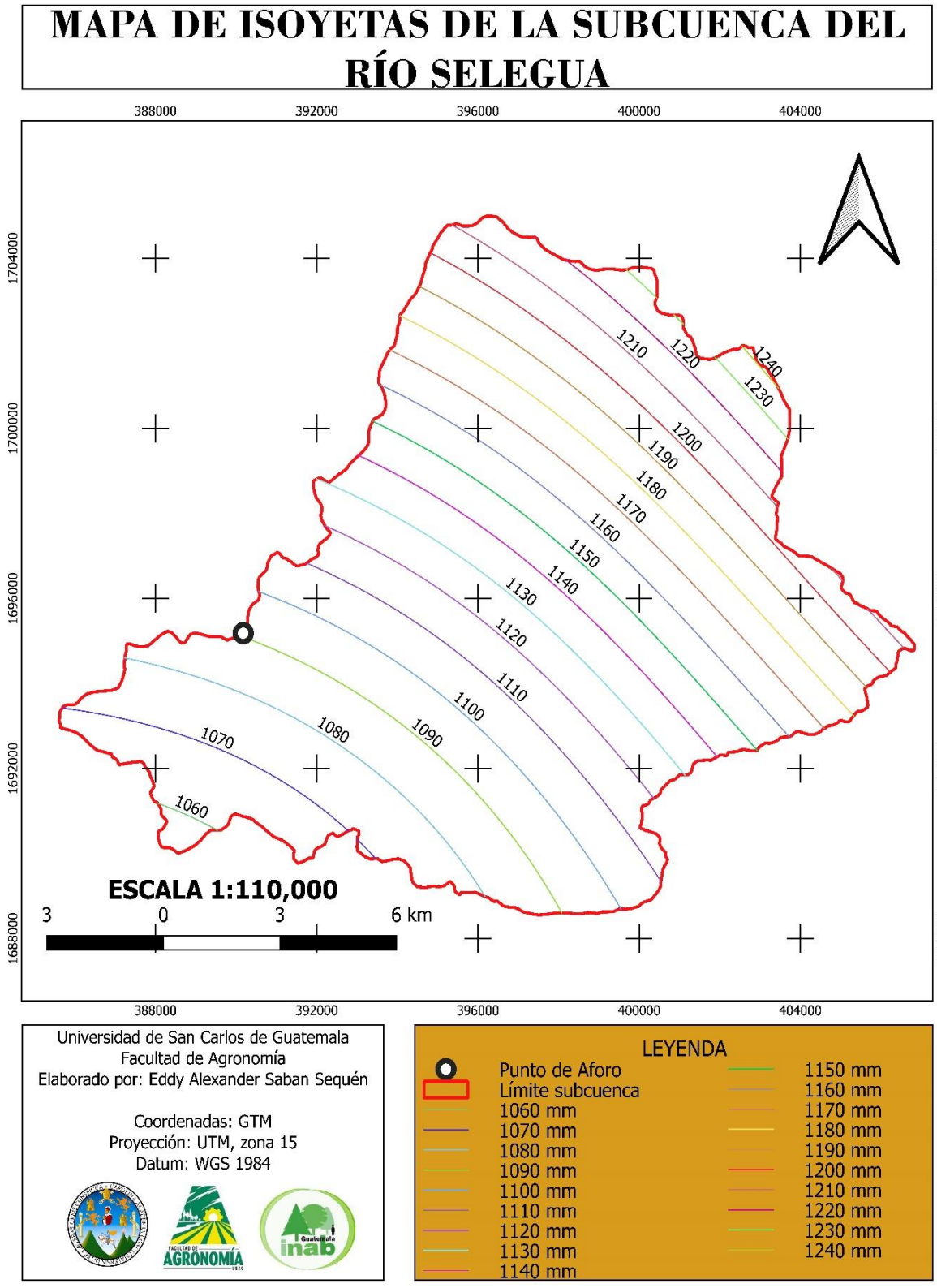


Figura 12. Mapa de isoyetas de la subcuenca del río Selegua.

C. Temperatura

Utilizando la información proporcionada por el INSIVUMEH, en el cuadro 7 se muestra la temperatura media mensual. La temperatura promedio anual se encuentra entre los 13.3 ºC y los 21.6 ºC, correspondiendo la más baja a la estación de Todos Santos y la mayor a la estación de Sacapulas. La variación de la temperatura dentro de la subcuenca de río Selegua se puede observar en la figura 13.

Cuadro 7. Temperatura media mensual en °C.

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual	Época seca*	Época húmeda**
Huehuetenango	17	7.40	19	17	20.30	16	19.20	19.60	15.40	18	14	16.60	16.50	89.70	108.50
Nebaj	12	15	16	18	18.30	18	17.40	17.50	17.40	17	14	13.80	16.10	88.50	105.20
Sacapulas	19	22	23	23	24.40	22	21.60	22	21.70	20	20	19.40	21.60	126.60	132.10
Todos Santos Cuchumatán	11	12	15	15	14.40	14	14.00	14	13.30	13	12	11.10	13.30	75.80	83.20

* Época seca: comprende los meses de noviembre hasta abril.

** Época húmeda: comprende los meses de mayo hasta octubre.

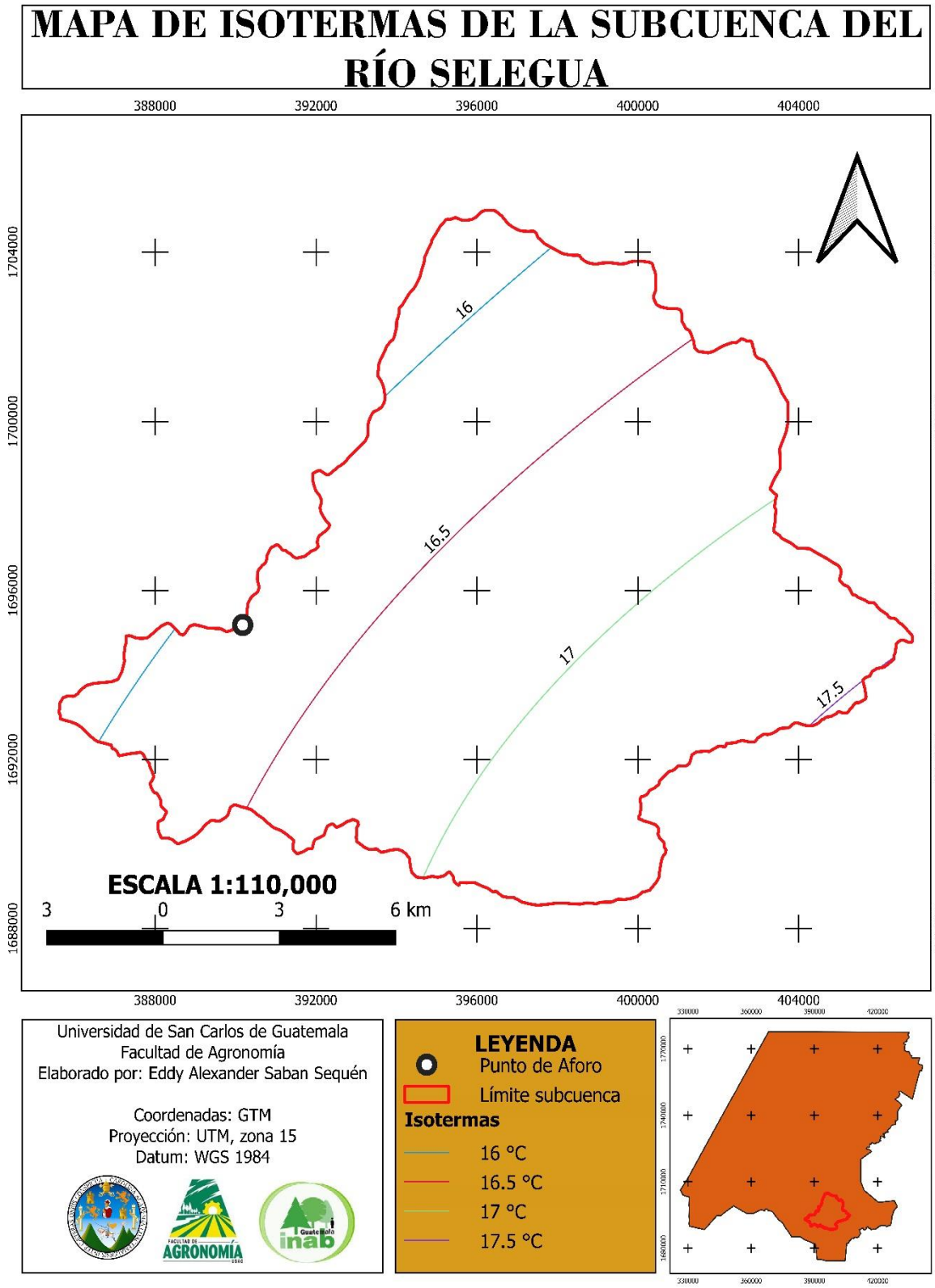


Figura 13. Mapa de isotermas de la subcuenca del río Selegua.

D. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración se refiere al volumen de agua que evaporan las plantas, la cual es requerida para el desarrollo fisiológico de las mismas. La evapotranspiración se estable en base a los parámetros climáticos de temperatura, radiación solar, vientos, humedad relativa, precipitación, disponibilidad de agua y cobertura vegetal (FAO, 1992). La información obtenida de la ETP fue proporcionada por las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH a través del método del tanque. En el cuadro 8 se muestra la variación de la evapotranspiración a lo largo de las dos épocas.

Cuadro 8. ETP media mensual en mm.

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual	Época seca*	Época húmeda**
Huehuetenango	104.05	76.68	161.92	131.83	140.67	86.69	140.75	134.05	101.62	101.81	89.69	109.94	1379.70	674.10	705.60
Nebaj	78.66	82.87	111.07	121.79	128.30	126.26	127.95	125.89	114.30	104.59	78.68	74.05	1274.40	547.10	727.30
Sacapulas	97.41	101.48	132.75	140.23	150.00	142.16	143.38	142.05	128.32	114.68	93.90	87.06	1473.40	652.80	820.60
Todos Santos	74.83	77.08	106.72	110.59	114.33	113.38	115.61	113.46	100.96	94.02	74.80	67.62	1163.40	511.60	651.70

* Época seca: comprende los meses de noviembre hasta abril.

** Época húmeda: comprende los meses de mayo hasta octubre.

Los datos muestran una evapotranspiración anual con un rango de 1,274 mm a 1,473 mm. En la época húmeda ocurre una mayor evapotranspiración con un rango de 651 mm a 820 mm. En la figura 14 se observa la evapotranspiración expresada en mm/anual. En la parte norte (1,600 mm/año) de la subcuenca la evapotranspiración es mayor mientras en la parte sur es menor (1,440 mm/año).

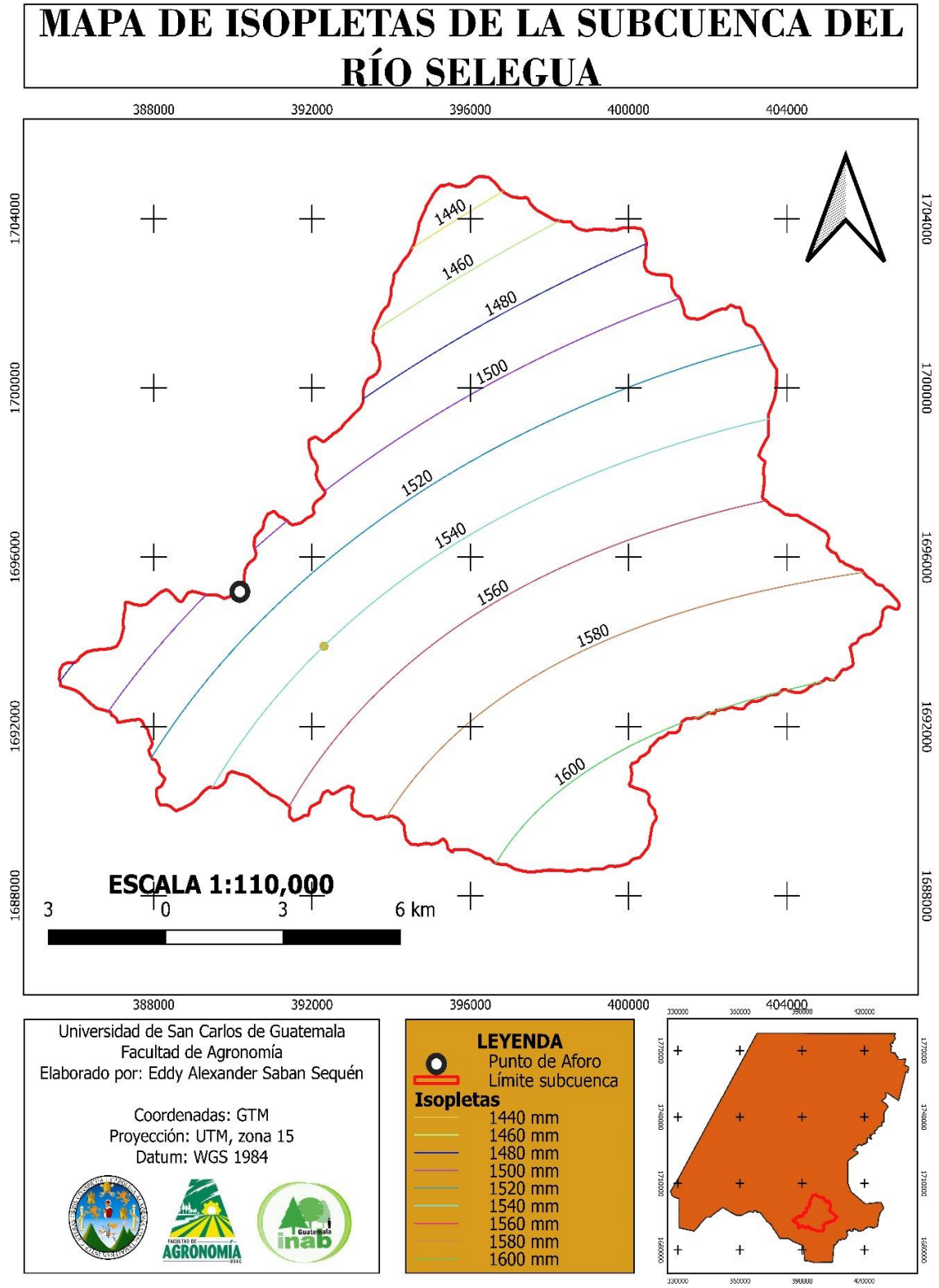


Figura 14. Mapa de isopletas de la subcuenca del río Selegua.

E. Balance hídrico

El balance hídrico muestra la variación significativa dado que, en la parte alta, media y baja de la cuenca pueden observarse meses con déficit de humedad. Según el balance hídrico, la subcuenca presenta déficit hídrico de 5 hasta 10 meses.

El gradiente de déficit de humedad es directamente proporcional a la gradiente de temperatura. Es por ello que dentro de la subcuenca con base a los datos presentados en el cuadro 9, se pueden observar áreas donde la evapotranspiración potencial es mayor a la precipitación pluvial.

Cuadro 9. Balance hídrico.

Estación		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual	Época seca*	Época húmeda**	Meses déficit
Huehuetenango	P	2	6	22	52	145	221	97	139	247	120	29	8	1088	119	969	7
	E	104.05	76.68	161.92	131.83	140.67	86.69	140.75	134.05	101.62	101.81	89.69	109.94	1379.70	674.10	705.60	
	D	-102.05	-70.68	-139.92	-79.83	4.33	134.31	-43.75	4.95	145.38	18.19	-60.69	-101.94	-291.71	-555.11	263.40	
Nebaj	P	41	22	33	47	160	296	269	289	320	200	79	43	1799	265	1534	5
	E	78.66	82.87	111.07	121.79	128.30	126.26	127.95	125.89	114.30	104.59	78.68	74.05	1274.40	547.10	727.30	
	D	-37.66	-60.87	-78.07	-74.79	31.70	169.74	141.05	163.11	205.70	95.41	0.32	-31.05	524.60	-282.12	806.72	
Sacapulas	P	2	1	10	36	105	195	108	134	197	87	19	7	901	75	826	10
	E	97.41	101.48	132.75	140.23	150.00	142.16	143.38	142.05	128.32	114.68	93.90	87.06	1473.40	652.80	820.60	
	D	-95.41	-100.48	-122.75	-104.23	-45.00	52.84	-35.38	-8.05	68.68	-27.68	-74.90	-80.06	-572.42	-577.83	5.41	
Todos Santos Cuchumatán	P	13	15	28	64	174	234	135	151	212	127	58	31	1242	209	1033	6
	E	74.83	77.08	106.72	110.59	114.33	113.38	115.61	113.46	100.96	94.02	74.80	67.62	1163.40	511.60	651.70	
	D	-61.83	-62.08	-78.72	-46.59	59.67	120.62	19.39	37.54	111.04	32.98	-16.80	-36.62	78.61	-302.64	381.25	

P = precipitación pluvial media mensual en mm.

E = evapotranspiración potencial media mensual en mm, calculado por el método Hargreaves.

D = déficit mensual (P-E) en milímetros (mm).

F. Climadiagrama

Los climadiagramas representan gráficamente los datos climáticos y la distribución durante todo el año, facilitando su interpretación y análisis. En las figuras 15, 16, 17 y 18 se muestran gráficamente la variación de la temperatura, precipitación y la evapotranspiración. Las gráficas muestran un déficit de humedad en la época seca comprendida entre los meses de noviembre a abril, mientras para la época húmeda (lluviosa) comprendida entre los meses de mayo a octubre, la humedad se mantiene con un valor positivo. Los datos utilizados corresponden a las estaciones metereológicas de Huehuetenango, Nebaj, Sacapulas y Todos Santos Cuchumatán.

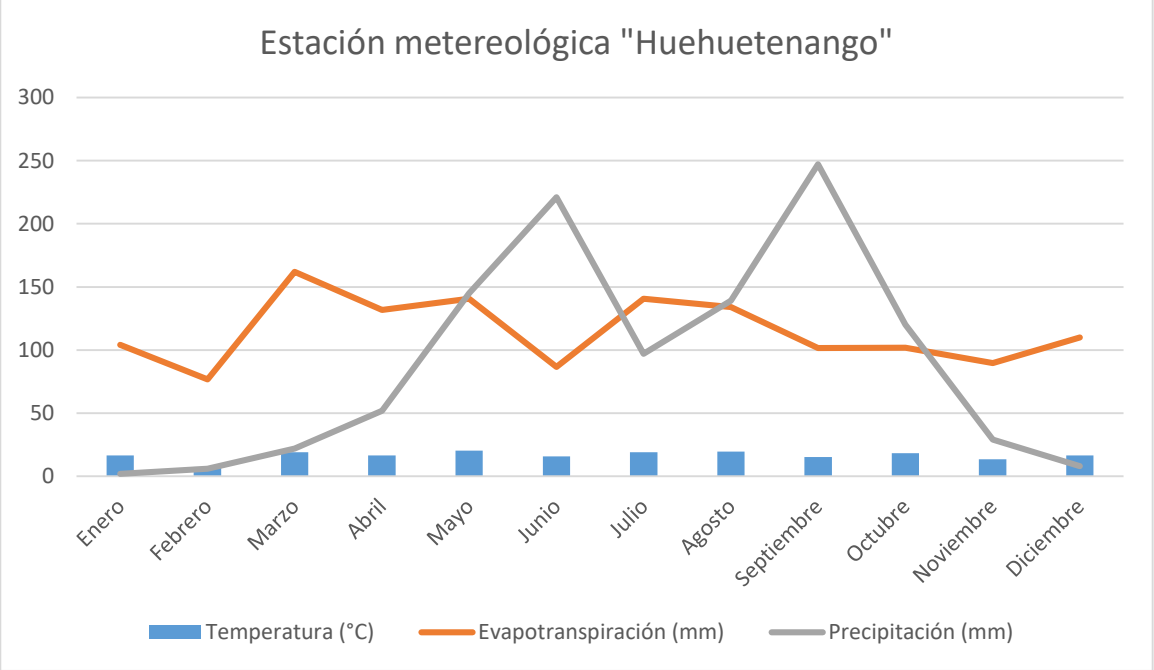


Figura 15. Climadiagrama de la estación meteorológica Huehuetenango.

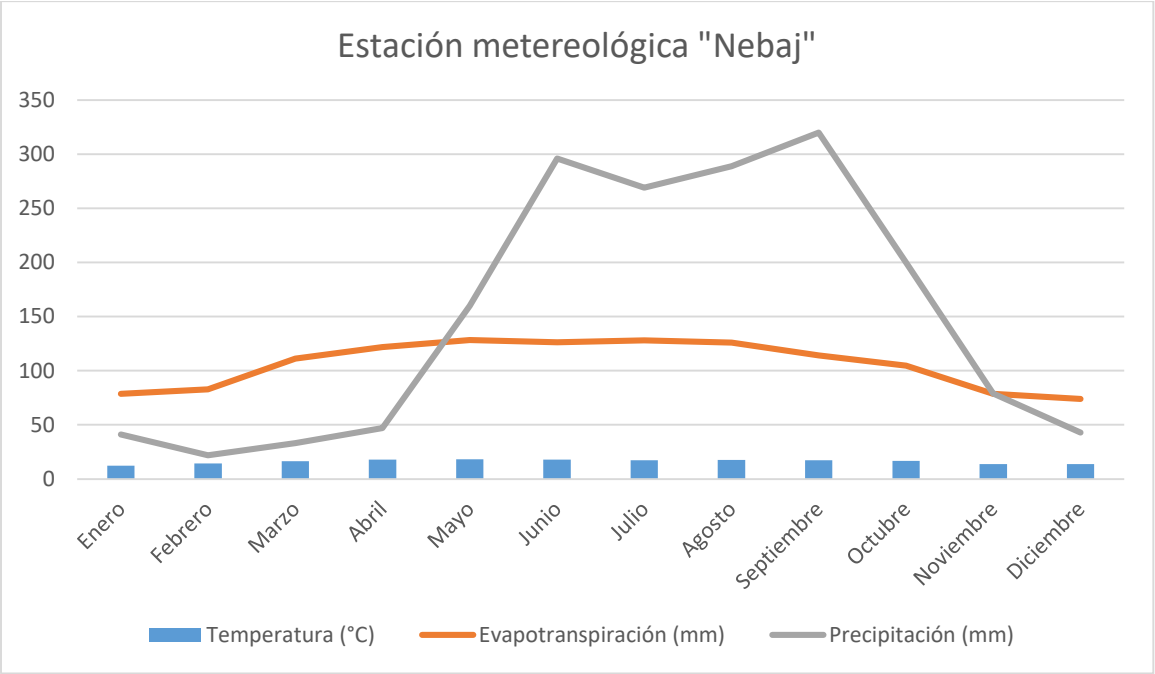


Figura 16. Climadiagrama de la estación meteorológica Nebaj.

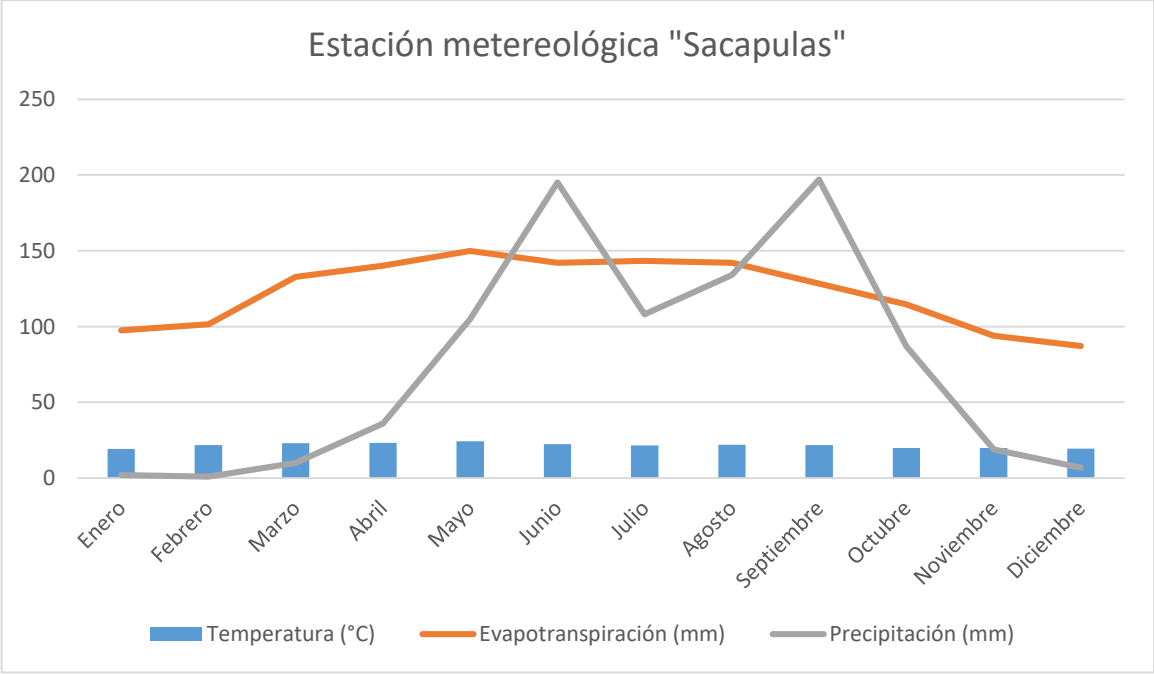


Figura 17. Climadiagrama de la estación meteorológica Sacapulas.

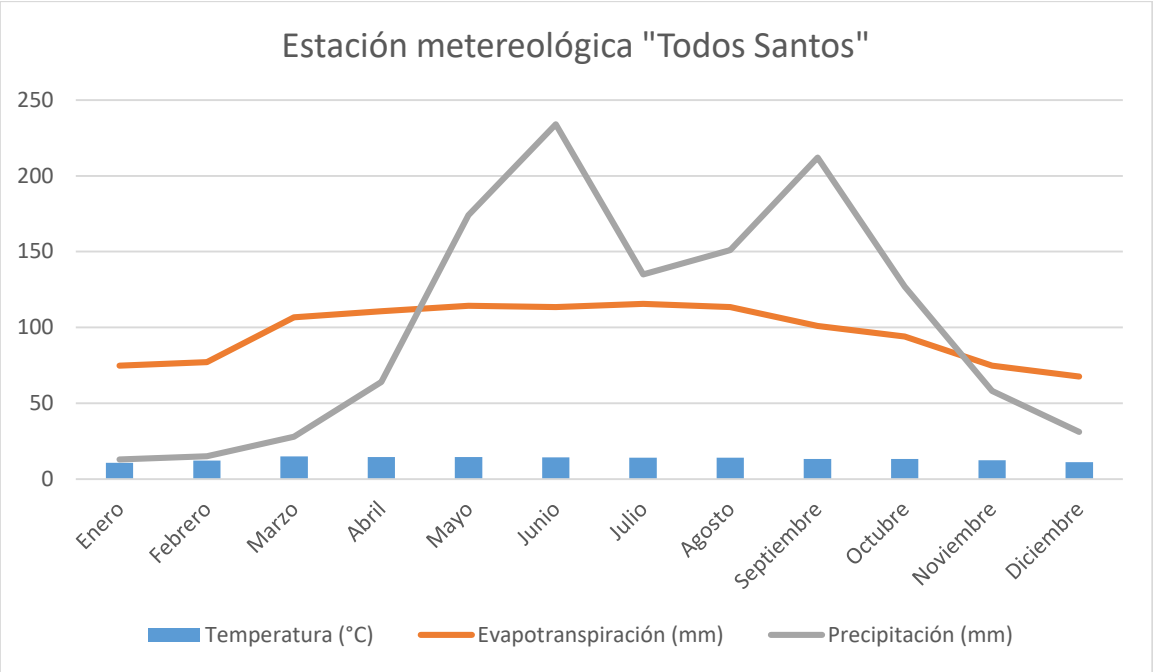


Figura 18. Climadiagrama de la estación meteorológica Todos Santos Cuchumatán.

G. Zonas de vida

Según el sistema clasificación de zonas de vida propuesta por (Holdridge, 1983) y posteriormente modificado por (Pérez, *et al*., 2018), dentro de la subcuenca se identifican dos zonas de vida (figura 19), siendo estos clasificados como, Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) y Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)

a. Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)

Esta zona de vida tiene presencia en varios departamentos, entre ellos se encuentra Huehuetenango. Dentro de las condiciones climáticas, se reporta que las precipitaciones anuales se encuentran entre 901 mm a 2,000 mm al año, la temperatura promedio es de 15.48 °C. Las especies que frecuentan estas zonas se encuentran por mencionar algunas: *Abies guatemalensis, Acacia pennatula, Acaena elongata, Alnus jorullensis, Alsophila salvinii, Arbustus xalapensis,* entre otros (Pérez, *et al.* 2018).

Para el caso de la subcuenca del río Selegua, esta zona de vida abarca un total de 171.82 km^2, es decir el 94.48 % de la superficie total y se encuentra distribuida en toda la subcuenca, siendo esta la parte alta, media y baja.

b. Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)

Esta zona de vida se distribuye al occidente del país, se caracterizan por registrar precipitaciones anuales desde 1,141 mm hasta los 2,059 mm, temperatura promedio de 10.40 °C. Dentro de las especies vegetales que se pueden encontrar en el área están: *Abies guatemalensis, Arctospathylos pyrifolia, Baccharis vaccioniodes, Gimnosperma glutinosa, Gregia steyermarkii,* entre otros (Pérez *et al.* 2018).

Esta zona de vida dentro de la subcuenca abarca la parte más alta, ubicada en el municipio de Chiantla, con una extensión mínima de 10.03 km^2 y un porcentaje del 5.52 % de la superficie total.

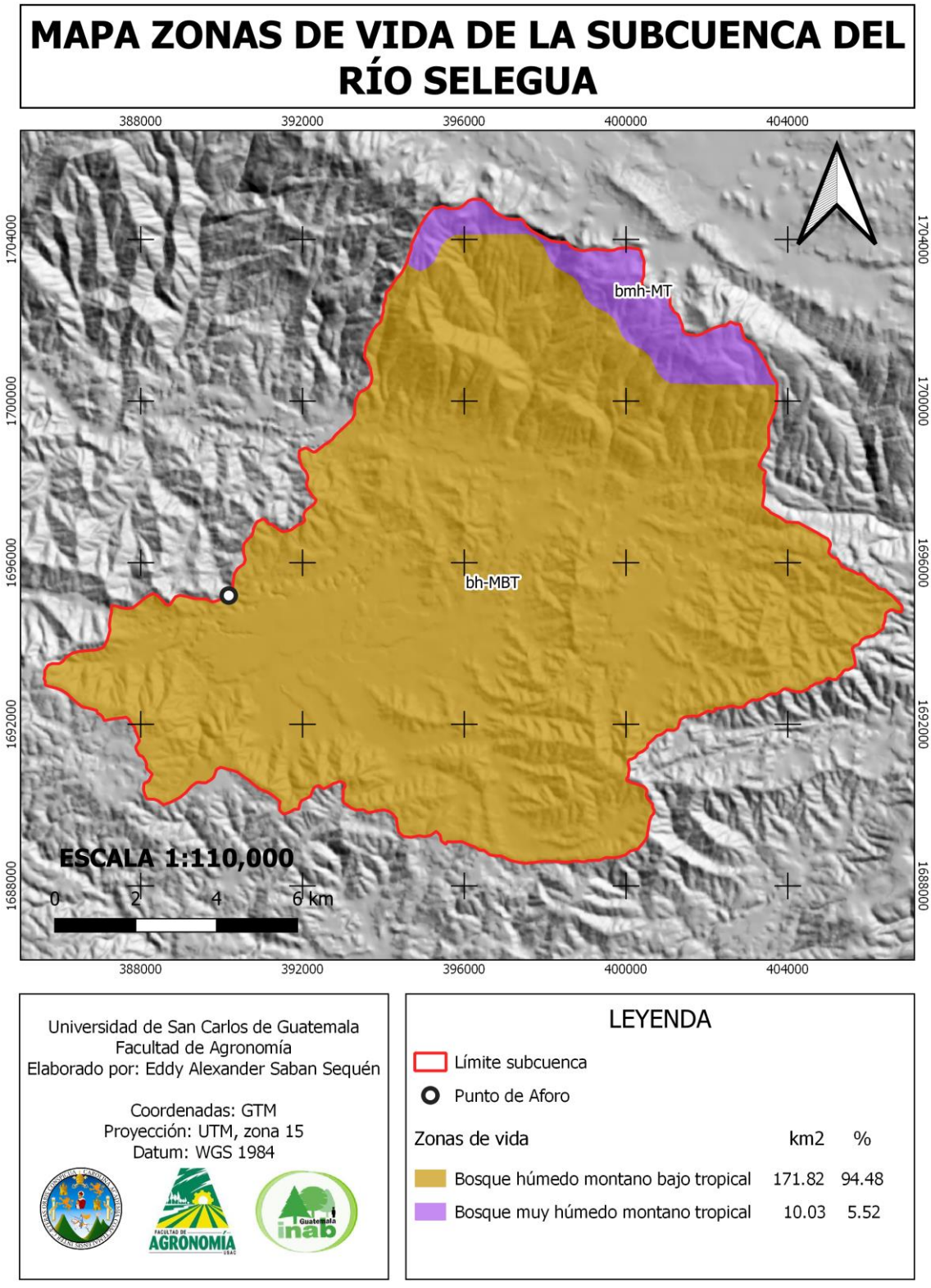


Figura 19. Mapa de zonas de vida de la subcuenca del río Selegua.

H. Biodiversidad

a. Flora

El registro de las diferentes especies de la subcuenca, permite establecer la composición florística de dicha región. Un conocimiento de la composición florística del área permite juzgar la riqueza florística y compararlo con otras regiones. En el cuadro 10 se enlista una serie de especies registradas y que tienen incidencia dentro de la subcuenca del río Selegua (Alvarado Barrios, 2012) y (PDM-OT, 2010.).

Cuadro 10. Mamíferos presentes en la región.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Sabino o árbol de la noche triste	*Taxodium mucronatum*
2	Chulube	*Arbustus xalapensis*
3	Guachipilín	*Dhphysa rubinoides*
4	Miche	*Eritrina berteorana*
5	Taray	*Eysenhardtia adenostilys*
6	Roble	*Quercus brachystachys*
7	Zical	*Quercus conspersa*
8	Palo negro	*Quercus peduncularis*
9	Máchiche	*Quercus tristis*
10	Espino	*Acacia pennatula*
11	Calistemo	*Callistemo lanceolatus*
12	Eugenia	*Eugenia biflora*
13	Fresno	*Fraxinus sp.*
14	Pino macho	*Pinus montezumae*
15	Pino colorado	*Pinus oocarpa*
16	Grevilea	*Grevillea robusta*
17	Sauce	*Salix sp.*
18	Alamo	*Populus alba*
19	Sal de venado	*Rhus terebenthifolia*
20	Timboque	*Tecoma stands*
21	Pelo de ángel	*Calliandra grandiflora*
22	Escobilla	*Dismidium orbulare var. salvinni.*

b. Fauna

La fauna comprende a todos los animales no domésticos, entre los cuales se encuentran los mamíferos aves, reptiles y anfibios, los cuales se desarrollan en un ambiente natural.

Los factores que influyen positiva o negativamente en el desarrollo de la vida de la fauna son la cobertura vegetal, otros animales, el agua y el hombre.

Debido a la ubicación y la alta densidad poblacional del área en estudio que conlleva a tener condiciones ambientales desfavorables, el desarrollo de especies es limitado por lo que algunas especies corren peligro. En cuadros 11 se enlistan algunas especies registradas dentro de la subcuenca del río Selegua y sus alrededores (PDM-OT, 2010).

Cuadro 11. Especies dentro de la subcuenca del río Selegua.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Ardilla	*Sciurus aureogaster*
2	Gatos de monte	*Felis catus*
3	Conejos	*Oryctolagus caniculus*
4	Coyotes	*Canis latrans*
5	Zorros	*Urocyon cinereoargenteus*
6	Comadrejas	*Mustela nivalis*
7	Tacuazines	*Didelphis marsupialis*
8	Cenzontle	*Mimus polyglottos*
9	Lechuza	*Tyto alba*
10	Tocaza	*Zenaida auriculata*
11	Tortolita	*Columbina talpacoti*
13	Ratón de campo	*Apodemus sylvaticus*
14	Coralillo	*Lampropeltis triangulum*
15	Lagartija	*Psammodromus hispanicus*
16	Sapo	*Bufo bufo*
17	Rana	*Pelophylax perezi*

I. Geología, hidrogeología y aspectos económicos

Según el mapa geológico de la subcuenca del río Selegua se identificaron siete tipos de unidades geológicas, teniendo una distribución de manera que las que abarcan mayor superficie se encuentran la unidad geológica (Qp) con 60.74 km^2 , rocas plutónicas sin dividir (I) con 33.26 km^2, rocas sedimentarias del carbonífero y pérmico (CPsr) con 32.87 km^2, (Pzm) con 29.92 km^2, abarcando estas 4 unidades geológicas el 86.22 % de la subcuenca y las unidades rocas ultrabásicas de edad desconocida (Pi), carbonatos del pérmico (Pc) y carbonatos del cretácicos Ksd con el 3.64 km^2, 8.87 km^2 y 12.55 km^2 sucesivamente, abarcando únicamente el 13.78 % de las superficie total de la subcuenca (figura 20) (ING 1968) y (IGN 1981).

El basamento está conformado por grupos de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas). Las rocas sedimentarias comprenden la formación Todos Santos, jurásico superior-neocomiano (capas rojas), carbonatos, llutitas, areniscas, conglomerados y filitas. Las rocas ígneas y metamórficas comprenden rocas volcánicas sin dividir, tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos, rocas plutónicas, granitos, dioritas, rocas ultrabásicas, serpentinitas, filitas, esquistos cloríticos, granatíferos, esquistos, gneises de cuarzo-mica-feldespato, mármol y, migmatitas, rellenos y cubiertas gruesas de ceniza pómez (ING 1968) y (IGN 1981).

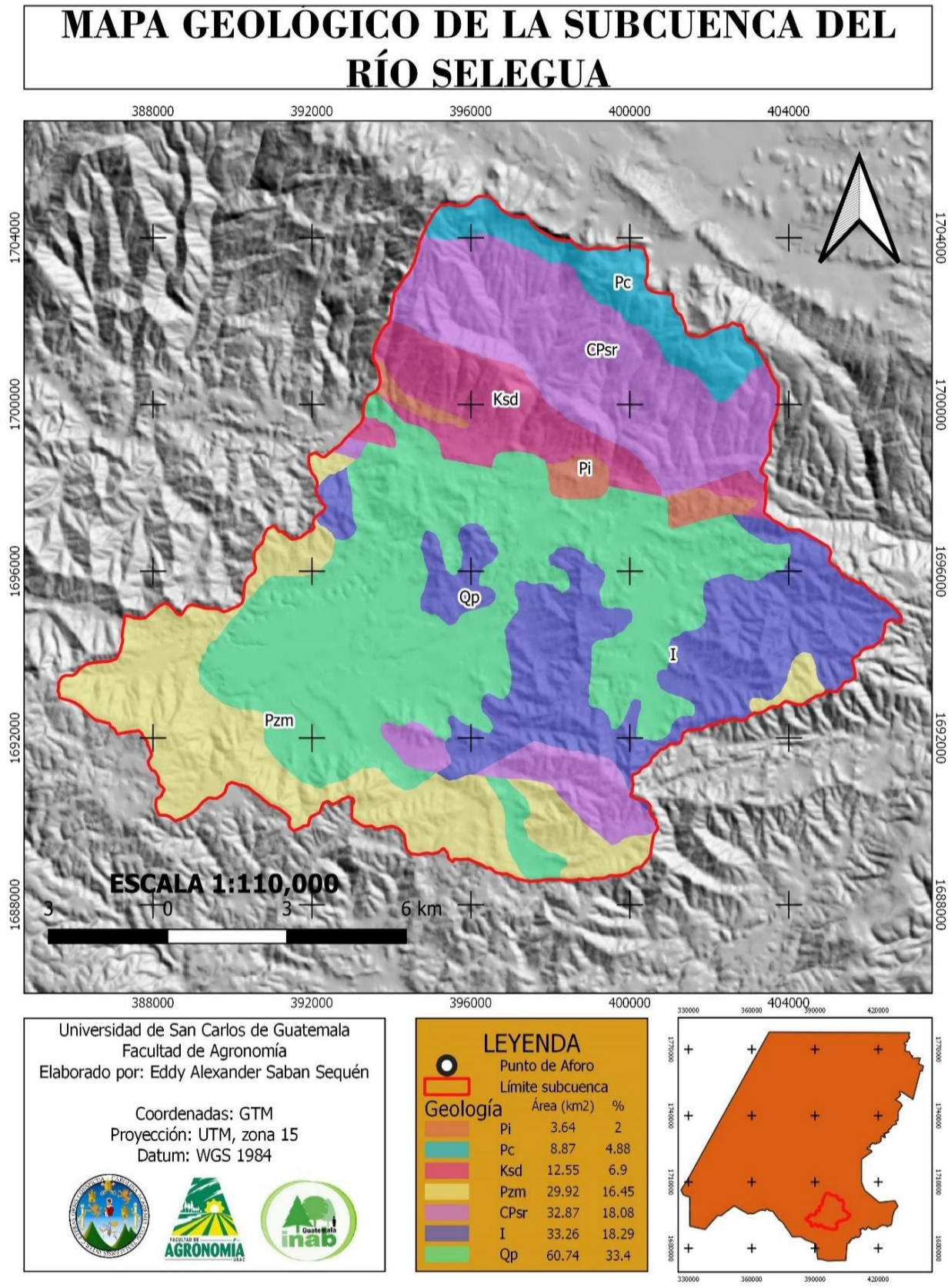


Figura 20. Mapa geológico de la subcuenca del río Selegua.

J. Tierras

La caracterización de tierras tiene como fin la comprensión de las variables pendientes, susceptibilidad a erosión, drenaje, fisiografía y suelos que a continuación se describen.

a. Pendientes

La pendiente es la inclinación o desnivel que presenta un área. Dentro del área de estudio se relaciona con la velocidad de infiltración del agua proveniente de la lluvia y la susceptibilidad a erosión del área. Así mismo, partiendo de la pendiente se pueden priorizar áreas de alto, medio o bajo riesgo, clasificar las áreas según corresponda siendo estos de protección, conservación o aptas para la producción. El gradiente de pendiente aplicado en el área de estudio se encuentra agrupado por clases, de tal manera que estos puedan ser utilizados para su correspondiente análisis (INAB, 1997).

La clasificación para la agrupación de clases de pendientes utilizadas en el presente estudio está basada en la propuesta realizada por el INAB (cuadro 12), el cual consiste en un sistema que agrupa rangos de pendientes cuyas clases se asumen que tienen un comportamiento y respuesta similar a determinadas condiciones de manejo.

Cuadro 12. Clases de pendientes (INAB) por superficie.

Clase	Rango de pendientes (%)	Superficie (km^2)	Porcentaje (%)
A	< 12	47.97	26.38
B	12 - 26	19.31	10.62
C	26 - 36	30.41	16.72
D	36 - 55	55.81	30.69
E	> 55	28.35	15.59
Total		**181.85**	**100.00**

Debido a que el área de estudio se encuentra dentro de un valle y a sus alrededores zonas montañosas, el 26.38 % (47.97 km^2) del área presentan una superficie plana o casi plana apropiados para el desarrollo de cultivos anuales (actualmente se encuentra la zona urbana), el 30.69 % (55.81 km^2) presenta una pendiente fuerte con vocación de sistemas agroforestales o cultivos permanentes, el 16.72 % (30.41 km^2) presenta una pendiente media con vocación de sistemas silvopastoriles o cultivos permanentes, el

15.59 % (28.35 km^2) presenta una pendiente fuerte con vocación forestal y protección y el 10.62 % (19.31 km^2) presenta una pendiente suave de vocación para cultivos anuales. En la figura 21 se puede observar la ubicación de las áreas con mayor y menor pendiente.

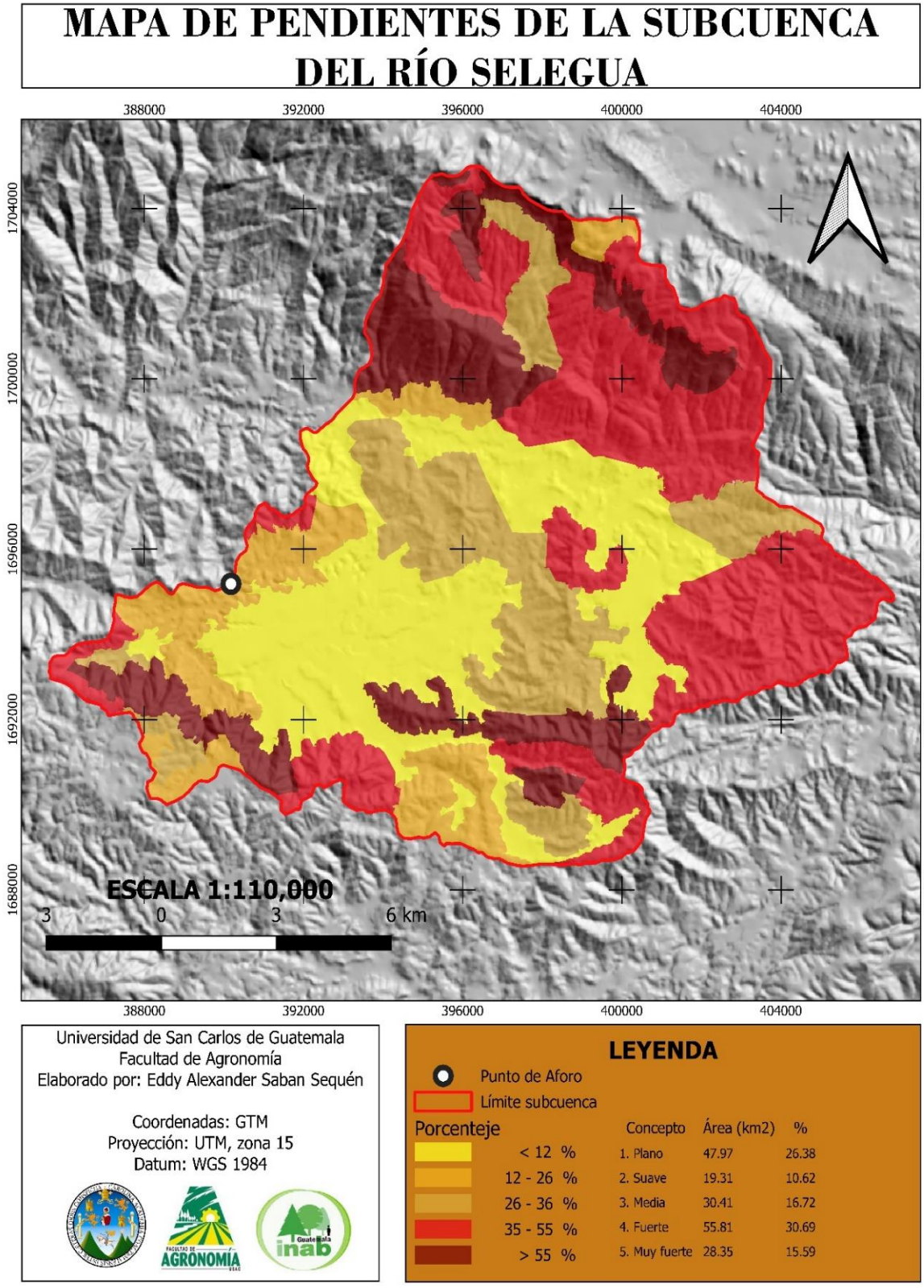


Figura 21. Mapa de pendientes de la subcuenca del río Selegua.

b. Susceptibilidad a la erosión

Un aspecto importante a considerar dentro del área de estudio es la susceptibilidad a la erosión del suelo. La erosión del suelo es causada por diferentes factores, principalmente por el aire (erosión eólica) y el agua (erosión hídrica). La erosión del suelo aumenta cuando en las áreas no existe cobertura vegetal, la pendiente es alta y el tipo de suelo (Escobar, 2016.)

Las áreas con mayor susceptibilidad a erosión del suelo deben de tener un manejo adecuado para evitar que estos pierdan la fertilidad y que conlleven a un desequilibrio en el ecosistema. El mapa de susceptibilidad a la erosión se realizó con base en la consideración de tres variables: pendiente, cobertura vegetal y profundidad del suelo. En los cuadros 13, 14 y 15 el valor 1 corresponde a un riego bajo y el número mayor a una erosión alta.

Cuadro 13. Codificación utilizada para la presentación de la variable pendiente.

Variable	Rangos (%)	Valor
Pendientes	< 12	1
	12 - 26.	2
	26 - 36	3
	36 - 55	4
	> 55	5

Cuadro 14. Codificación utilizada para la presentación de la variable uso de la tierra.

Variable	Rangos	Valor
Uso de la tierra	Tierras boscosas	1
	Centro poblado urbano	2
	Centro poblado rural	3
	Superficies con escasa vegetación	4
	Tierras con cultivos anuales	5

Cuadro 15. Codificación relacionada con la clasificación de susceptibilidad a erosión de la subcuenca del río Selegua.

Código	Sumatoria de valores	Riesgo
1	2 - 4.	Bajo
2	4 - 6.	Medio
3	6 - 8.	Alto
4	8 - 10.	Muy alto

Derivando del traslape de las variables utilizadas, se realizó una codificación para el mapa de susceptibilidad a erosión, teniendo una clasificación de cuatro categorías. En el cuadro 16 se presentan las áreas y porcentajes de cada categoría de acuerdo a la escala de susceptibilidad.

Cuadro 16. Escala de susceptibilidad a erosión.

Susceptibilidad	**Área (km^2)**	**Porcentaje (%)**
Bajo	81.85	45.01
Medio	65.38	35.95
Alto	13.85	7.62
Muy alto	20.77	11.42
Total	181.85	100.00

De acuerdo a las variables de uso de la tierra para el año 2020 y el mapa de pendientes, se elaboró el mapa de susceptibilidad a la erosión (figura 22). La subcuenca presenta una baja susceptibilidad a la erosión en la parte media y baja, en donde se ubican la cabecera departamental. Las superficies planas abarcan un total de 81.85 km^2 equivalentes al 45.01 %. En cuanto a la susceptibilidad ubicada en la categoría 2 (media), el área es de 65.38 km^2 con un porcentaje del 35.95 % del total de la superficie de la subcuenca. En menor porcentaje, la cuenca presenta una susceptibilidad alta y muy alta, presentándose en la parte media a alta de la subcuenca, con un porcentaje del 7.62 % y 11.42 % respectivamente, con una totalidad de 34.62 km^2.

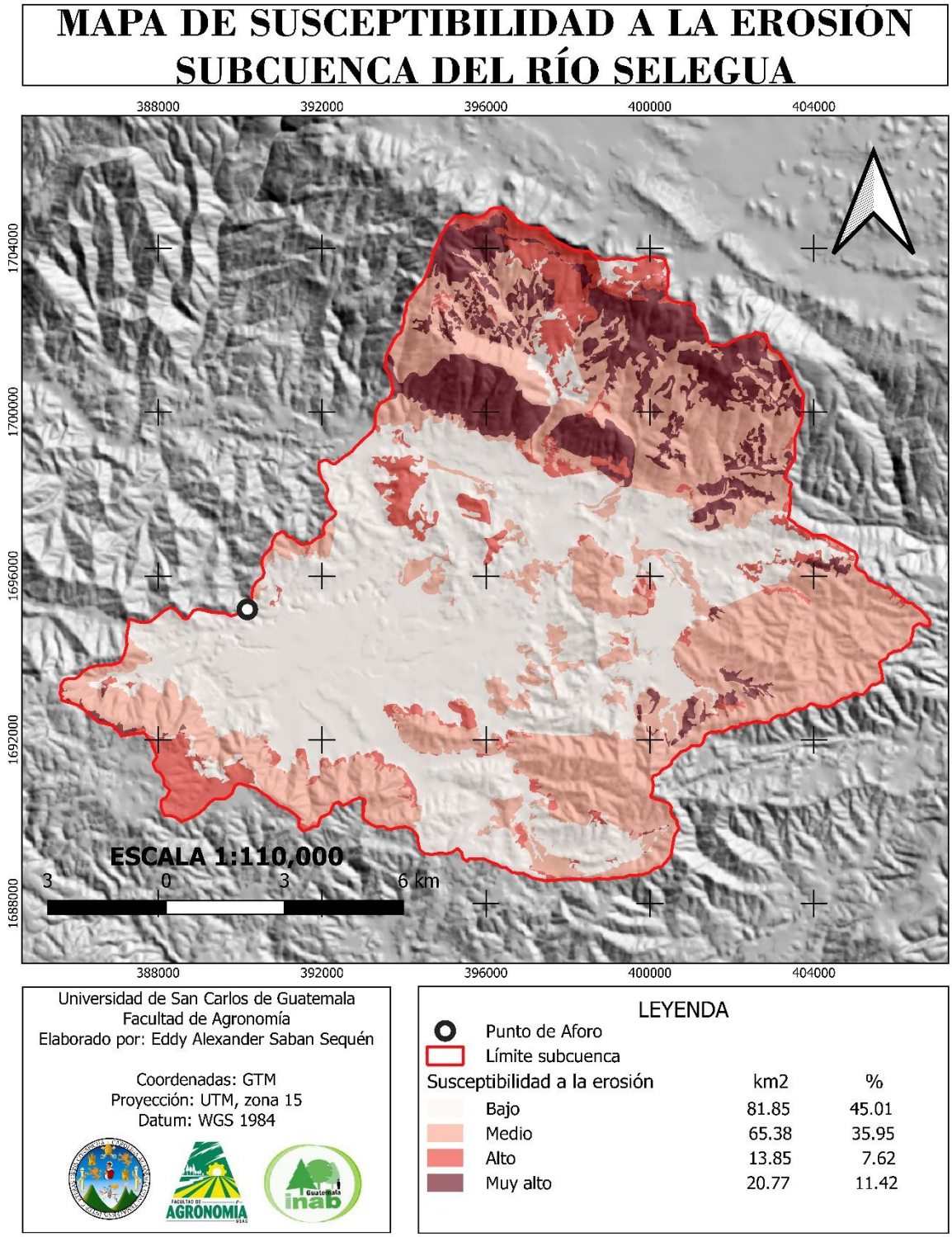


Figura 22. Mapa de susceptibilidad a la erosión de la subcuenca del río Selegua.

K. Fisiografía

La fisiografía como componente de la parte biofísica tiene importancia sobre los elementos y procesos que ocurren dentro de la subcuenca, como, por ejemplo: la susceptibilidad a la erosión, las inundaciones y los deslizamientos. Así mismo la fisiografía tiene una estrecha relación con la parte de la hidrología considerando aspectos de altitud, pendiente, uso de la tierra, cobertura y drenaje, los cuales tienen incidencia dentro de los fenómenos hidrológicos que ocurren dentro de la subcuenca.

En el cuadro 17 se presenta la fisiografía de la subcuenca, partiendo de las dos importantes regiones fisiográficas, tierras altas cristalinas y tierras altas sedimentarias. Esto nos da una perspectiva de los diferentes paisajes, zonas de vida y en general de la composición y estructura del relieve del área. En la figura 23 se muestra la distribución, ubicación y porcentaje de la región fisiográfica dentro de la subcuenca del río Selegua.

Cuadro 17. Leyenda fisiográfica.

Región Fisiográfica	Subregión	Gran paisaje	Zonas de vida	Paisaje	Subpaisaje
Tierras altas cristalinas	Montañas de Cuilco y del Selegua	Laderas muy inclinadas y escarpe de erosión de la Sierra Madre	Bosque húmedo montano bajo subtropical	Valles	Laderas inclinadas
					Planicie
	Sierra de Chuacús	Macizo intrusivo de Huehuetenango Sacapulas		Colinas	Escarpe
		Superficies planas interiores de Chuacús		Montañas	Montaña ligeramente escapada
Tierras altas sedimentarias	Cordillera de los Cuchumatanes	Montañas y laderas de los Cuchumatanes	Bosque húmedo montano subtropical		Altiplanicie
		Altiplanicies de la cordillera de los Cuchumatanes	Bosque muy húmedo montano bajo Subtropical	Laderas	Laderas erosionadas

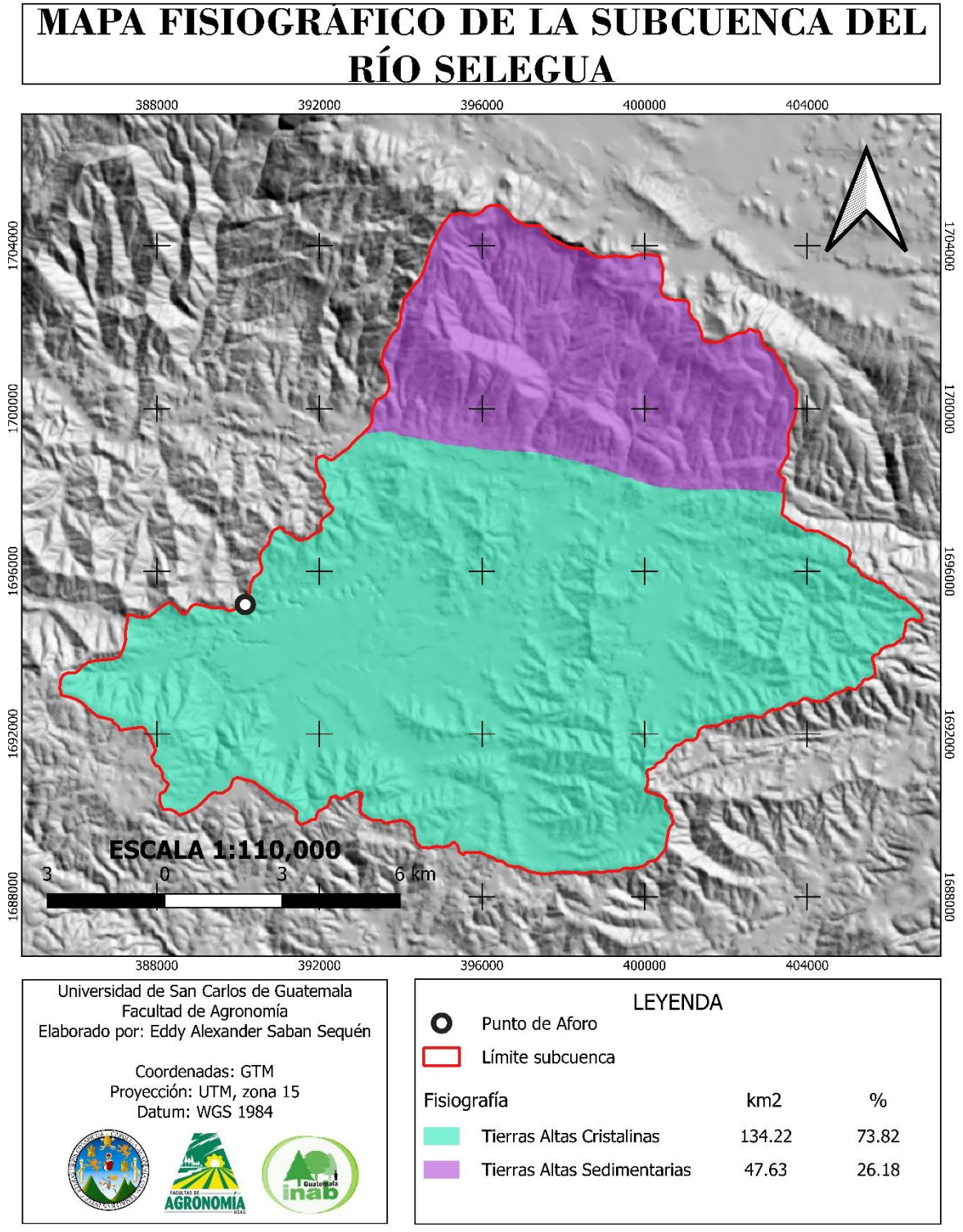


Figura 23. Mapa fisiográfico de la subcuenca del río Selegua.

La subcuenca se encuentra conformada por dos regiones fisiográficas, siendo estas las Tierras altas cristalinas ubicadas al norte de la subcuenca con una extensión de 47.63 km^2, representando el 26.18 % de la superficie total de la subcuenca abarcándola parte del municipio de Chiantla. Las tierras altas sedimentarias abarcan los municipios de Chiantla, Huehuetenango y Aguacatán, cubriendo una extensión de 134.22 km^2 representando el 73.82 %.

L. Cobertura y uso de la tierra

Dentro de la subcuenca del río Selegua se encuentran diferentes categorías de usos de la tierra. Para estas se utilizó la leyenda propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), a nivel de reconocimiento escala 1: 250,000, OEA (año, citado por Salguero, 2018), en la cual se determinaron las categorías de centros poblados urbanos, centros poblados rurales, superficies con escasa vegetación, tierras con cultivos anuales y tierras boscosas.

La clasificación de cobertura y uso de la tierra se muestra en la figura 24, la cual se distribuye de manera espacial de la siguiente manera: en mayor porcentaje se encuentran las tierras boscosas con un total de 107.97 km^2 equivalente al 59.37 %, los centros poblados urbanos y rurales abarcan una totalidad de 39.18 km^2 y 2.20 km^2 respectivamente abarcando un porcentaje del 7.68 % de la superficie total de la subcuenca, seguidamente el uso de tierras con cultivos anuales con 20.74 km^2 y las superficies con escasa vegetación con 11.74 km^2.

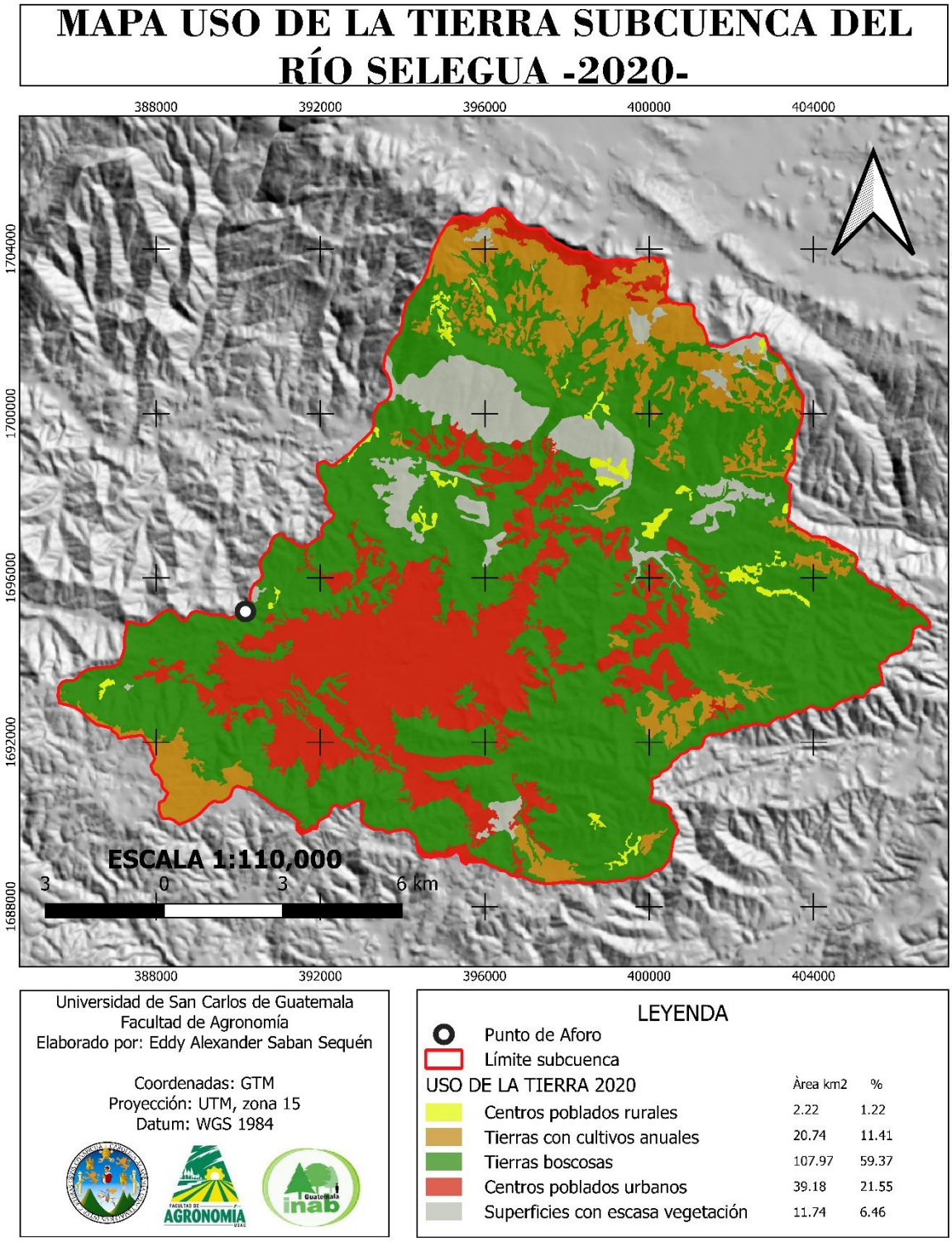


Figura 24. Mapa de uso de la tierra -2020- de la subcuenca del río Selegua.

M. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra se realizó con la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Bosques (INAB, 1997).

a. Sistema INAB

Utilizando la metodología INAB para realizar una primera aproximación de la capacidad de uso de la tierra de la subcuenca del río Selegua con base en la matriz para la región Tierras altas volcánicas. En el cuadro 18 se hace referencia a la cantidad de superficie en extensión y porcentaje de acuerdo a la capacidad de uso.

Cuadro 18. Capacidad de uso de la tierra (INAB).

Categoría	Capacidad	Superficie (km^2)	Porcentaje (%)
Am	Agricultura con mejoras	44.62	24.53
Ap	Agroforestería con cultivos permanentes	55.14	30.31
F	Tierras forestales para producción	2.03	1.16
F/Fp	Tierras forestales para producción/Protección	48.08	26.43
Fp	Tierras forestales para protección	31.98	17.57
TOTAL		**181.85**	**100**

Dentro de la subcuenca se categorizaron cuatro categorías de acuerdo a la capacidad de uso, agroforestería con cultivos permanentes, tierras forestales para producción y protección, agricultura con mejoras y tierras forestales para protección. El 54.86 % de la superficie de la subcuenca del río Selegua se encuentra con capacidad de uso para agricultura con mejoras y agroforestería. Las áreas específicas y de priorización para la implementación de proyectos relacionados a la agricultura con mejoras se encuentran en la parte baja de la subcuenca. Mientras en la parte alta las áreas se encuentran con capacidad de uso para agroforestería.

En el tema forestal el 45.16 % de la superficie de encuentra con capacidad de uso para tierras forestales, tanto de protección como de producción. Estas áreas se encuentran ubicadas a lo largo de toda la subcuenca, debido a que la mayor parte de la subcuenca es zona montañosa con pendientes medias a pronunciadas. En la figura 25 se puede observar con mayor detalle las ubicaciones.

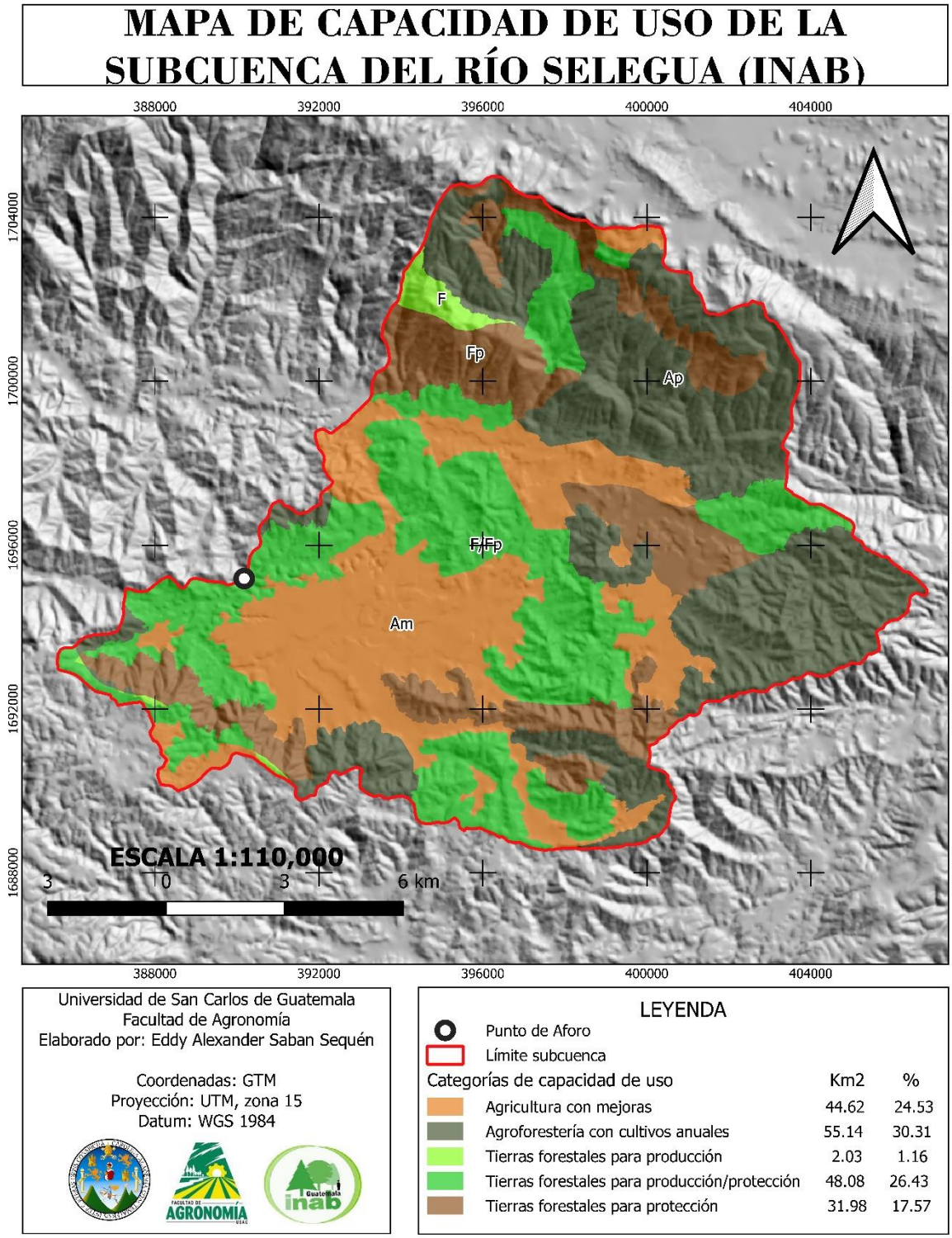


Figura 25. Mapa de capacidad de uso de la subcuenca del río Selegua (INAB).

N. Recursos forestales

Los recursos forestales dentro de la subcuenca se encuentran constituidos por especies latifoliadas y coníferas (PDM, 2010). Entre las especies más comunes se encuentra el pino y encino, sabino o árbol de la noche triste (*Taxodium mucronatum*), este último distribuido en los bosques de galería, especies de importancia como el pinabete (PDM, 2011).

a. Consideraciones respecto a los recursos forestales

Dentro de la subcuenca se han realizado esfuerzos para el incremento de la cobertura forestal, destacando actividades por parte de instituciones como INAB, CARE, PRODEFOR, ASOCUCH, FUNDAECO Y PROCUCH (PDM, 2010). De parte del INAB, se han otorgado incentivos forestales tanto de PINPEP como de PROBOSQUE, de parte de ASOCUCH se han ejecutado varios proyectos en los que se destacan: Restauración ecológica para la conectividad de las cuencas Selegua e Ixcán, Protección de ecosistemas únicos y amenazadas, la implementación de acciones forestales (ASOCUCH, 2020).

O. Recursos hídricos

La subcuenca el río Selegua se encuentra dentro de una importante zona de recarga hídrica, principalmente en la parte norte, en el municipio de Chiantla donde se cuenta con nacimientos de agua que abastecen a todos o a la mayoría de centros poblados ubicados dentro de la subcuenca.

a. Hidrometría –caudales-

Los caudales dentro de la subcuenca dependen de las diferentes características topográficas, geomorfológicas, geológicas, edafológicas y de la cobertura forestal. De acuerdo a la variación de la precipitación dentro de la subcuenca durante todo el año, divido principalmente en época lluviosa y seca. Durante la época lluviosa de mayo a

octubre las cantidades de agua dulce se encuentran disponibles en el río Selegua, estas cantidades se vuelven pequeñas a moderadas de la estación seca de noviembre a abril.

El caudal de la subcuenca del río Selegua de acuerdo a los datos recopilados (cuadro 19) para el mes de noviembre 2020 en el punto de aforo (15°19’28.9’’N 91°31’03.0’W), parte baja de la subcuenca, muestran un caudal de 1.65 m^3/s. En la figura 26 se presenta una gráfica del perfil del punto de aforo.

Cuadro 19. Aforo parte baja de la subcuenca del río Selegua, Huehuetenango.

Distancia (m)	Altura (m)
0	0
0.50	11
1	22.5
1.50	35.5
2	33
2.50	29.5
3	42
3.50	21.3
4	18
4.50	12.5
5	9
5.50	0

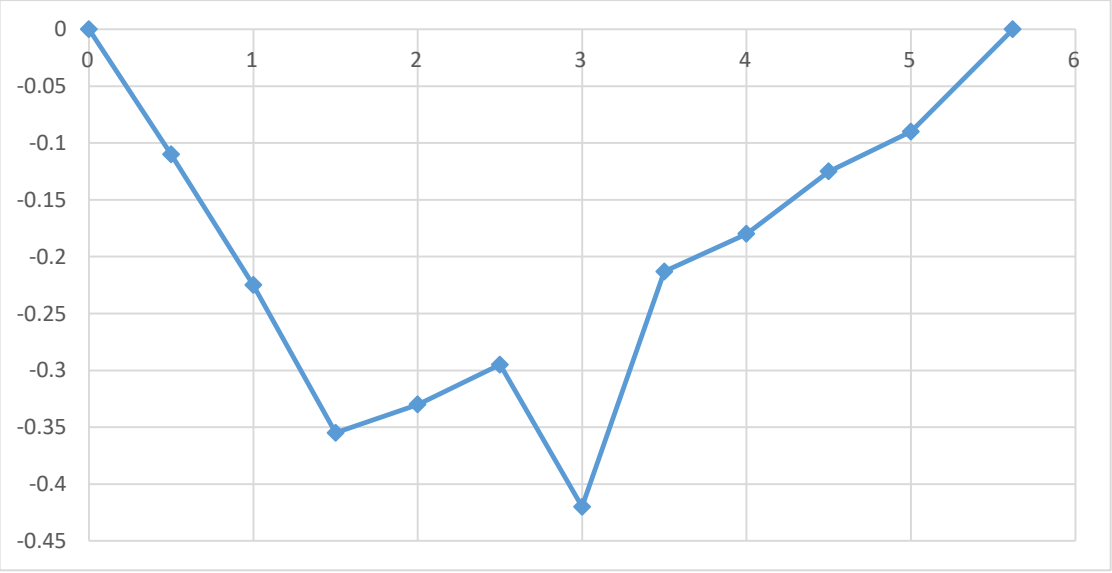


Figura 26. Perfil de la parte baja de la subcuenca del río Selegua, Huehuetenango.

- Determinación del caudal en el punto de aforo

Velocidad = Distanciamiento/tiempo.
Velocidad = 17.99 s/15 m = 1.20 m/s.
Área = 1.374 m^2.
Caudal (Q) = Área x velocidad.
Caudal (Q) = 1.374 m^2 x 1.20 m/s = 1.65 m^3/s.

b. Aguas superficiales

El río Selegua es el más importante dentro de la región, el cual se distribuye dentro de la subcuenca. El nacimiento del río Selegua se encuentra en la parte alta de la aldea Sibilá y recorre los municipios de Chiantla y Huehuetenango. A lo largo de su recorrido se pueden encontrar una gran cantidad de nacimientos. En el cuadro 20 se detallan los más importantes y los centros poblados que reciben un beneficio de estas fuentes de agua.

El río Corona u Ocubilá, nace en Ixquiac y recorre varios centros poblados: entre los cuales se encuentra la aleda Zeta, Buenos Aires y Carrizo. La laguna Ocubilá cuenta con una de extensión de 0.5 km cubierta de cucuyul (*Typha latifolia*) por más de 50 años, el cual cubre el 60 % de la laguna (PDM, 2010).

Cuadro 20. Nacimientos de agua dentro de la subcuenca.

No.	Nacimiento	Abastecimiento
1	Las Campanas, Chonchal	El Carpintero, Regadillos, Chiantla.
2	Cinco Arroyos	El Carpintero, Regadillos, Chiantla.
3	Las Manzanas, Los Cipresales	El Carpintero, Regadillos, Chiantla.
4	Las Presas	Huehuetenango
5	Regadíos	Regadíos
6	Sibilá y Morral	Sibilá, Cerro Grande, Lagunita
7	Río Escondido	Río Escondido
8	Regadillos San Antonio Las Nubes	Regadillos San Antonio
9	El Manzano, aldea La Labor	La Labor, Chiantla

c. Aguas subterráneas

Para el abastecimiento de agua de los diferentes centros poblados ubicados dentro de la subcuenca, se hace uso de las aguas subterráneas mediante la construcción de pozos mecánicos y artesanales. Según el OT-PDM, 2019 y el MSPAS, 2010, la subcuenca cuenta 261 pozos mecánicos y 2,266 pozos artesanales distribuidos en toda el área.

d. Monitoreo de la calidad del agua

La importancia del conocimiento de la cantidad y calidad de agua, radica en la utilización del agua para diferentes actividades, siendo estas, recreativas, uso doméstico, urbano e industrial, así como medio acuático, fuente de agua para animales silvestres y domésticos.

La calidad del agua de forma general es afectada principalmente por la actividad antropogénica, en este caso, todas las poblaciones que se encuentran dentro de la subcuenca que vierten sus desechos y residuos hacia los cuerpos de agua. Todas las actividades que de alguna manera tienen relación directa en la calidad del agua y que la modifican, se reflejan en la transparencia, alcalinidad, pH, dureza, conductividad y oxígeno de los cuerpos de agua.

La evaluación de la calidad de agua en cinco puntos de muestreos, realizados en la subcuenca muestra una alta contaminación, teniendo impactos en la alteración de la calidad de agua superficial, malos olores, alteración de la fauna y flora acuática, toxicidad del suelo. Afectación del agua subterránea mediante la infiltración, daños a la salud por contacto directo al agua superficial y enfermedades trasmitidas por vectores (Monzón *et al.* 2017).

P. Uso del agua

Los centros poblados que se ubican dentro de la subcuenca utilizan las aguas superficiales y subterráneas para consumo humano, uso agrícola y recreación.

a. Consumo humano

Las normas COGUANOR NTG 2901, contiene las especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad de agua para el consumo humano, con base a parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para prevenir y evitar las enfermedades causadas por diferentes patógenos, sustancias y toxinas que se encuentran en el agua. En el diagnóstico realizado por Orozco (2015), se obtuvo como resultado que el tratamiento del agua antes de la ingesta, es hervirla (50 %), filtrarla (30 %) y solamente el 20 % compra garrafones a empresas privadas.

Actualmente las municipalidades ubicadas dentro de la subcuenca abastecen con agua entubada alrededor de 13,100 servicios, los comités atienden a un número mayor a 8,000 servicios a través de proyectos de pozos, sistemas de captación, servicios de llena-cántaros, la mayoría del área rural. Debido a los problemas de abastecimiento algunos hogares cuentan con pozos en el interior de sus hogares, los cuales no tienen ningún control sobre la cantidad y calidad de estos (Gamboa *et al.* 2007). La mayoría de la población que habita dentro de la subcuenca del río Selegua posee chorro exclusivo en sus hogares, pozos, se abastecen de algún choro público o bien acuden a ríos, lagos o manantiales (cuadro 21).

Cuadro 21. Hogares con servicio de agua para consumo humano.

Municipio	Hogares	Chorro			Pozo	Camión o tonel	Río, lago o manantial	Otro tipo
		Uso exclusivo	Hogares varios	Público				
Huehuetenango	15,992	9,356	729	99	5,024	39	381	364
Chiantla	12,291	6,773	250	2,929	1,185	13	816	328
Malacatancito	60	49	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**28,343**	**16,178**	**979**	**3,028**	**6,209**	**52**	**1,197**	**692**

b. Uso agrícola

Los principales centros poblados que hacen uso del recurso hídrico en la agricultura se encuentran: Los Regadillos y Sibila para la producción de hortalizas, Paquix y Chancol para la producción de papa, ovinos y turismo (OT- PDM, 2019), producción de granos básicos en comunidades de La Estancia, Llano Grande, Quiaquixac, Suculque, y Xetenam (OT- PDM, 2019). Añadiendo el incremento de áreas de cultivos de exportación, siendo estos: arveja china, arveja, dulce, arveja de grano y ejote francés (MAGA, 2011). La agricultura bajo riego consume al menos 3 millones de m^3 al año, sin contar el consumo de agua en cultivos tradicionales de aproximadamente de 12 millones de m^3 al año (Gamboa *et al.* 2007).

c. Uso para recreación

Dentro de la subcuenca se encuentran diversos sitios, los cuales hacen uso de las fuentes de agua tanto subterránea como superficial para fines recreativos, entre las cuales se encuentran las incluidas en el cuadro 22.

Cuadro 22. Ubicación de centros recreativos.

No.	Balneario	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
1	Turicentro la Juya	15.364774	91.478889
2	Turicentro El Shadai	15.344226	91.453172
3	Piscinas Aqua Splash	15.324225	91.503717
4	Campamentos Ahuehuetl	15.330244	91.511884
5	Turicentro Bosque Real	15.348925	91.452268
6	Centro Recreativo Los Delfines	15.361964	91.481607
7	Piscinas Fuente de Agua Viva	15.311146	91.529776
8	Centro recreativo el Bambú	15.274804	91.453999
9	Piscinas San Agustín	15.337754	91.456056

Q. Amenazas naturales y antrópicas asociadas

Dentro de la subcuenca existen amenazas hacia los recursos hídricos, principalmente por actividades antropogénicas. El desfogue de drenajes hacia los diferentes cuerpos de agua que conforman la red hídrica de la subcuenca del Selegua, siendo estos: el río Azul,

río Salinas, río Selegua, río Blanco, río Naranjo y río Xacibal (OT-PDM, 2019), añadiendo a estos la existencia de basureros clandestinos, siendo estos puntos para la eliminación de desechos sólidos por parte de la población, los cuales causan un impacto en los recursos (PDM, 2010).

Otra de las amenazas, existentes dentro de la subcuenca, es la pérdida de los bosques (MAGA, 2003). La pérdida de la cobertura forestal debido al avance de la frontera agrícola, deforestación, incendios forestales y cambio de uso de la tierra los cuales repercuten en la disponibilidad de agua (PDM, 2010).

R. Organización y administración del agua

a. Institucional

Dentro de la subcuenca se encuentran diferentes instituciones involucradas en la administración del recurso hídrico. Entre ellas tenemos entidades públicas, privadas y otras organizaciones comunitarias.

El recurso agua dentro de la subcuenca del río Selegua, se encuentra administrado por parte de la municipalidad a través de la Fontanería Municipal en el área urbana. En el área rural la administración se realiza a través de los comités de agua, empresas privadas y COCODEs (OT-PDM, 2019).

b. Legislación y derechos del agua

Actualmente no existe una ley de aguas en el país que regule este recurso, la legislación actualmente se encuentra fragmentada y presenta numerosos traslapes, vacíos y contradicciones.

La base de la legislación actual se encuentra en la Constitución de la República de Guatemala en el artículo 127, establece: “todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorga en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”. En el artículo 128 establece el aprovechamiento del agua, lagos y ríos para diferentes fines, agrícolas, agropecuarios, turísticos y cualquier otra naturaleza que

contribuya al desarrollo de la economía nacional. En el artículo 97 se hace énfasis en la importancia en el empleo de normas para la utilización y aprovechamiento.

La Ley Forestal, Decreto número101-96, en el artículo 47, prohíbe eliminar el bosque en las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en especial las que estén ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial. Ordena que dichas áreas sean sujetas a manejo forestal sostenible. Ley de Áreas Protegidos, Decreto número 489, en el artículo 13, se crea un subsistema de conservación de los Bosque Pluviales para asegurar el suministro y la calidad de agua. La Ley de Protección y Mejoramiento de Medio Ambiente, Decreto número 68-86, que hace mención en su capítulo II sobre el sistema hídrico, su mantenimiento de la cantidad, calidad, aprovechamiento del agua.

S. Intensidad de uso de la tierra

La intensidad de uso de la tierra se obtiene mediante el análisis geográfico de la sobre posición del mapa de uso de la tierra y el mapa de capacidad de uso de la tierra.

Dentro de la subcuenca del río Selegua, se observa una distribución de las áreas conforme a su intensidad de uso (figura 27). Los centros poblados abarcan 41.50 km^2, es decir el 22.77 % de la superficie total de la subcuenca, únicamente 8.21 km^2 se encuentran en sobreuso, abarcando un porcentaje de 4.51 %, en esta categoría el uso para el año 2020 se encuentra superior a la capacidad de uso.

En cuanto a la categoría de subuso, el 18.76 % de la superficie de la subcuenca se encuentra en subuso, con un total de 34.12 km^2, la subutilización implica que el uso de la tierra para el año 2020 se encuentra debajo de la capacidad de uso de la tierra.

El uso correcto dentro de la subcuenca abarca poco más de la mitad con una totalidad del 53.96 %, una superficie de 98.12 km^2, en esta categoría el uso actual corresponde a la capacidad de uso de la tierra según la metodología INAB, por lo tanto, se puede garantizar una sostenibilidad de la producción en el área.

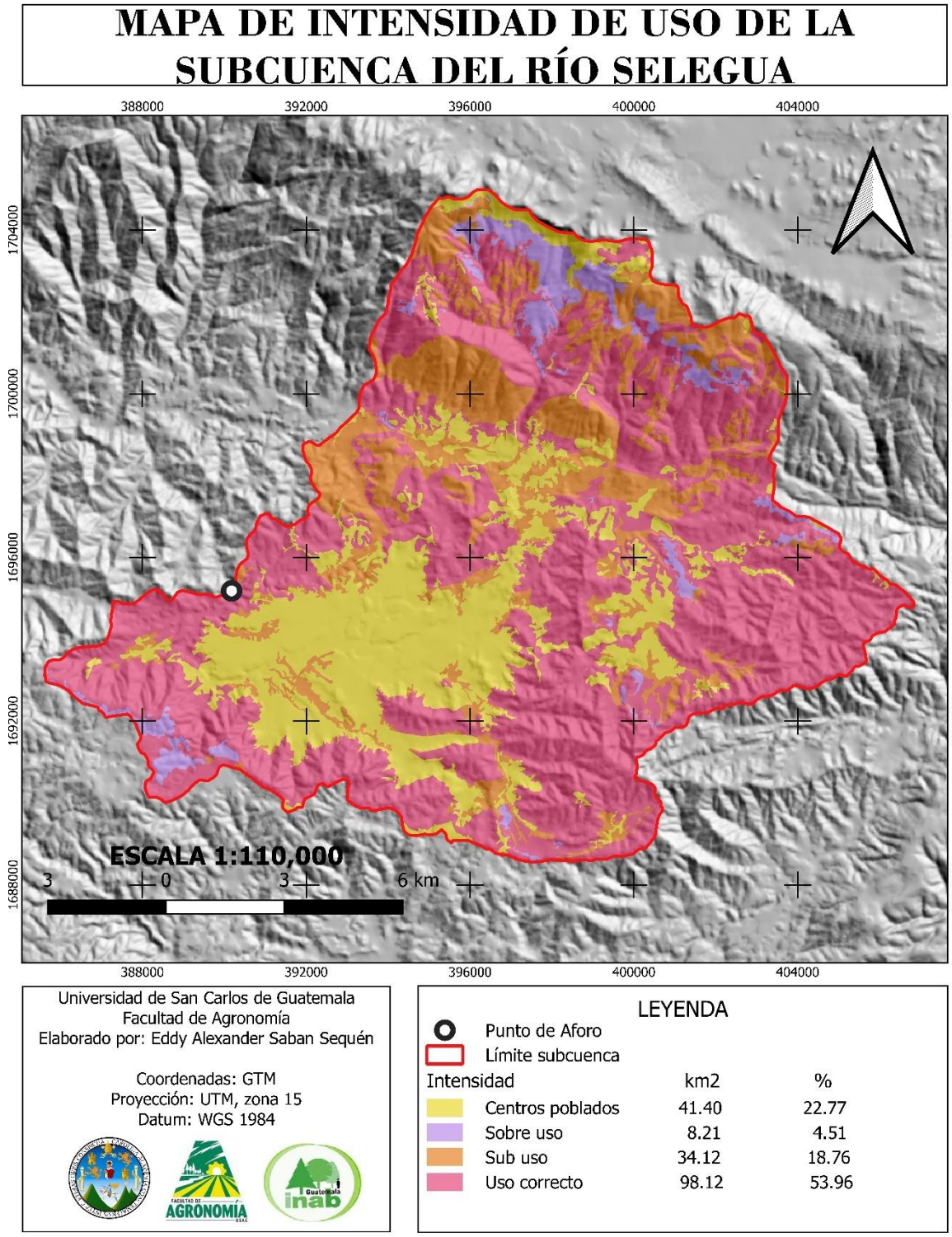


Figura 27. Mapa de intensidad de la subcuenca del río Selegua.

T. Mapa de cobertura forestal

Para la cuantificación de la cobertura forestal dentro de la subcuenca, se elaboraron dos mapas correspondientes al año 2000 y 2020, estableciendo únicamente tres categorías principales: (i) sin cobertura forestal, (ii) cobertura forestal y (iii) centros poblados. La dinámica de la cobertura forestal para los últimos 20 años se puede observar en la figura 28.

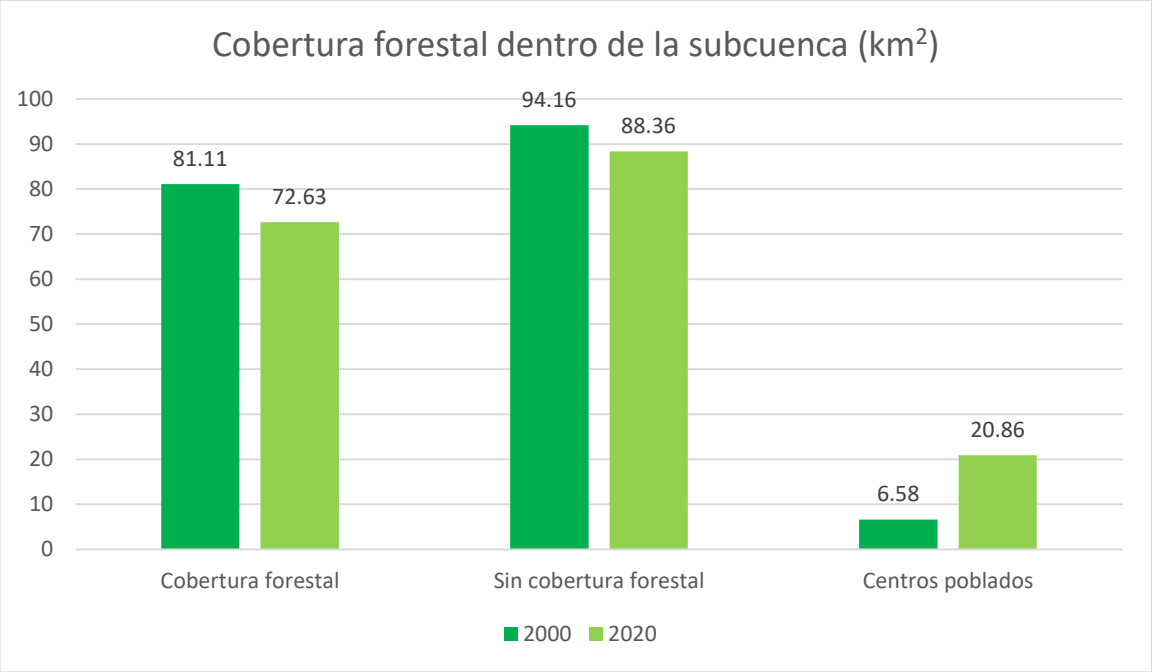


Figura 28. Cobertura forestal de los años 2000-2020.

El análisis registra que durante los últimos 20 años la cobertura forestal dentro de la subcuenca ha tenido una disminución de una extensión de 8.48 km^2, considerando una pérdida del 4.66 %, es decir, una superficie de 0.42 km^2 (0.23 %) anual.

Las áreas sin cobertura forestal también tuvieron una disminución de 5.80 km^2 de superficie. Por el contrario, el área ocupada por los centros poblados pasó del 3.61 % al 11.47 %, el cambio de uso del suelo se ve reflejado en la parte media y baja de la subcuenca, donde la población y la infraestructura se encuentra en constante crecimiento. Esta dinámica se puede observar en las figuras 29 y 30.

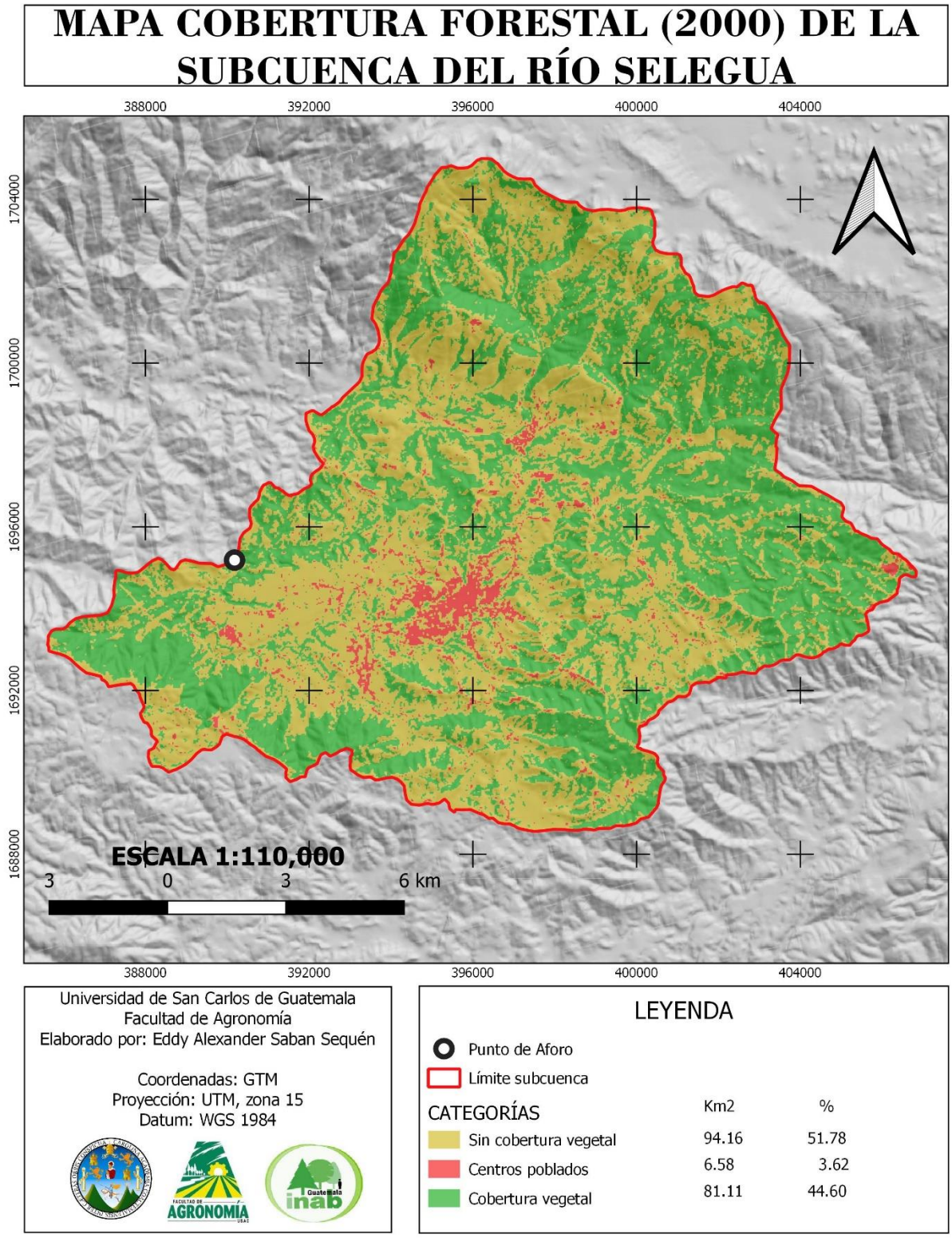


Figura 29. Cobertura forestal del año 2000.

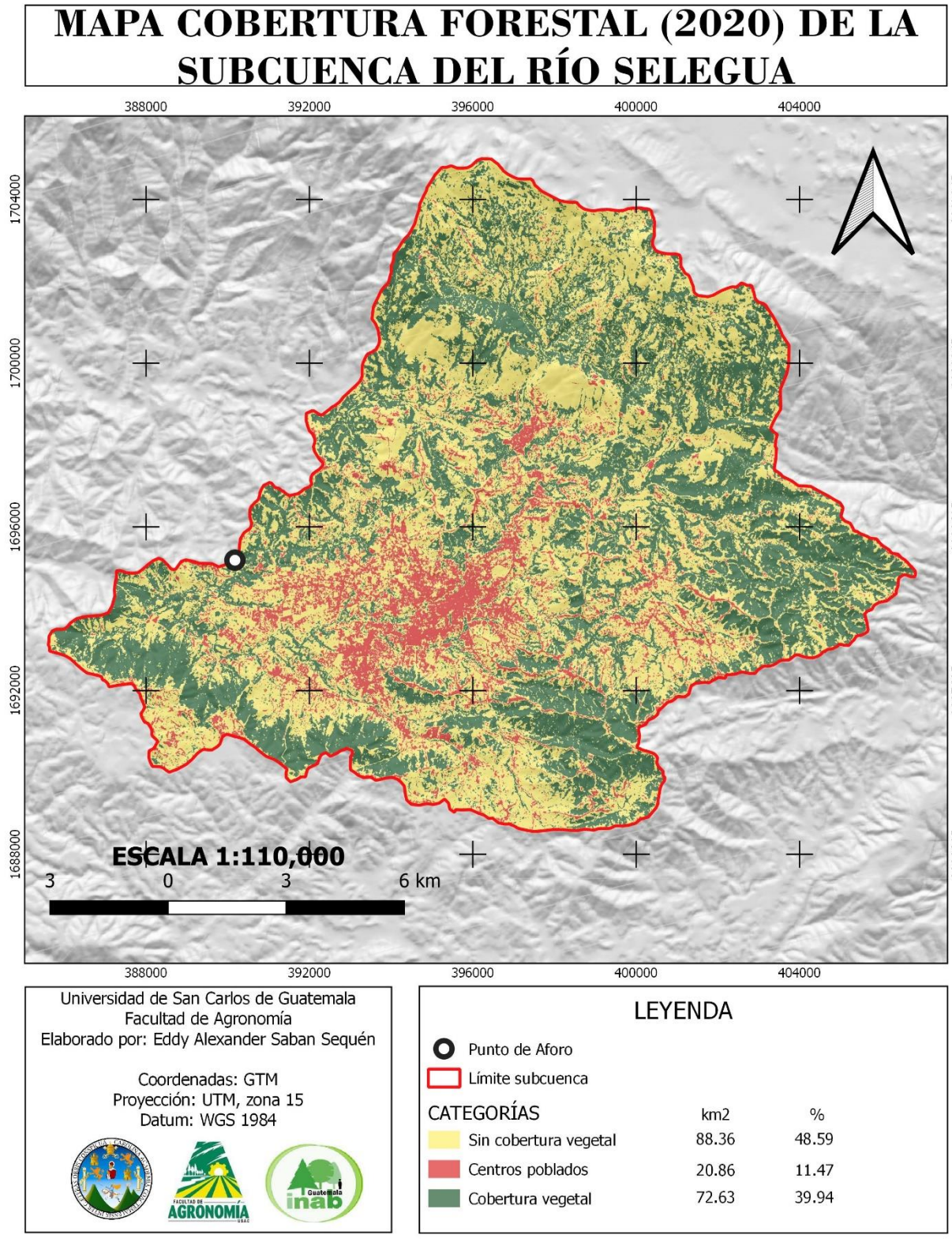


Figura 30. Cobertura forestal del año 2020.

2.5.3. Caracterización socioeconómica

A. Aspectos demográficos

a. Tamaño y distribución de la población

El presente estudio de la subcuenca del río Selegua, abarca una cobertura de tres municipios pertenecientes al departamento de Huehuetenango siendo estos Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán. El municipio de Huehuetenango, tiene un total de 15 aldeas (área rural) y 12 zonas correspondientes al área urbana teniendo un total de 112,533 habitantes, el municipio de Chiantla se encuentra distribuido por 28 micro regiones, de las cuales 11 se ubican dentro de la subcuenca, teniendo un total de 46,596 habitantes y por parte del municipio de Aguacatán el cual posee únicamente un centro poblado, El Rancho con un total de 1,095 personas. Los centros poblados y su correspondiente población se encuentran distribuidos en el cuadro 23, estimando un total de 160,194 habitantes (INE, 2002).

b. Etnias

Según el censo 2,018, la población presenta una composición, donde el 91.74 % es ladina y únicamente el 8.20 % del total pertenecen al pueblo maya, de este último el 43.70 % pertenece a la etnia mam, el 22.29 % a la etnia q'anjob'al, el 18.84 % a la etnia kiche' y el 15.17 % a otras etnias.

c. Idiomas

En el área de estudio, el patrón de comunicación de la población es el español el cual predomina con un 93.49 % del total, el mam con un 2.72 %, el q'anjob'al con un 1.38 %, el k'iche' con un 1.05 % y el 1.36 % distribuidos en otros idiomas. La mayoría de la población se comunica a través del español debido a que se encuentra dentro del área urbana y la población a lo largo de los años ha sufrido una endoculturación.

Cuadro 23. Población total dentro de la subcuenca del río Selegua, proyección 2020.

Municipio	Poblados	Población total	Hombres	Mujeres
Huehuetenango	Cambote	6,434	3,045	3,390
	Cancelaj	501	253	248
	Canshac	1,414	676	738
	Chiloja	577	288	289
	Chimusinique	3,150	1,548	1,602
	Chinaca	7,467	3,605	3,862
	Chola	1,229	550	679
	Colonia Alvarado	566	265	301
	Colonial El Bosque	363	151	212
	Corral Chiquito	5,166	2,469	2,697
	El Carrizal	3,469	1,650	1,819
	El Terrero	7,365	3,545	3,820
	G y T	122	59	63
	Huehuetenango	32,922	15,210	17,712
	Jumaj	5,061	2,396	2,665
	Las Lagunas	5,492	2,881	2,611
	Llano Grande	1,229	550	679
	Lo de Hernández	7,993	3,876	4,117
	Ocubilá	2,120	1,033	1,087
	Ojecheje	1,384	670	714
	Ruinas de Zaculeu	324	166	158
	San Lorenzo	2,057	1,016	1,040
	Segundo Carrizal	3,769	1,820	1,948
	Sunul	1,040	510	530
	Terrero Alto	527	271	256
	Tojocaz	1,244	596	647
	Tojzale	934	422	512
	Zaculeu Capilla	2,869	1,334	1,534
	Zaculeu El Llano	5,746	2,801	2,945
Chiantla	Buenos Aires	3,674	1,717	1,958
	Candelaria	577	260	316
	Chiantla	10,760	5,157	5,603
	El Carpintero	922	450	471
	El Mirador	294	136	158
	El Pino	688	343	345
	El Rancho	590	268	322
	Ixquiac	1,902	913	989
	La Alfalfa	236	111	125
	La labor	2,137	1,086	1,051
	La Unidad	931	465	465
	Las Colmenas	425	208	217

Continuación cuadro 23.

	Las Guayabitas	785	367	417
	Las Maravillas	244	133	111
	Las Tejas	858	432	426
	Lo de Chávez	474	229	245
	Lo de zeta	848	420	428
	Los Alva	185	95	90
	Los Planes	3,268	1,623	1,644
	Los regadíos	2,905	1,420	1,485
	Ojo de Agua	3,174	1,580	1,595
	Patio de Bolas	1,062	504	557
	Primavera	313	154	160
	Quilinco	1,905	932	973
	Río Escondido	745	388	357
	San Antonio Las Nubes	1,123	578	545
	San Martín	1,140	556	584
	San José	438	203	235
	Santo Tomas El Carpintero	977	474	503
	Buena Vista	1,053	535	518
	Sibilá o Cuatro Caminos	1,373	673	700
	Taluca	364	179	185
	Yerbabuena	227	116	111
Aguacatán	El Rancho	1,065	503	562
TOTAL		**160,194**	**76,863**	**83,331**

d. Distribución etarea y población económicamente activa

La figura 31 muestra la pirámide poblacional, donde se observa que la mayor concentración del grupo etario se encuentra entre los niños (0 – 14 años) y adolescentes (15 – 24 años), por lo que es necesario utilizar sosteniblemente los recursos naturales renovables de tal manera que esto puedan estar disponibles en un futuro cercano.

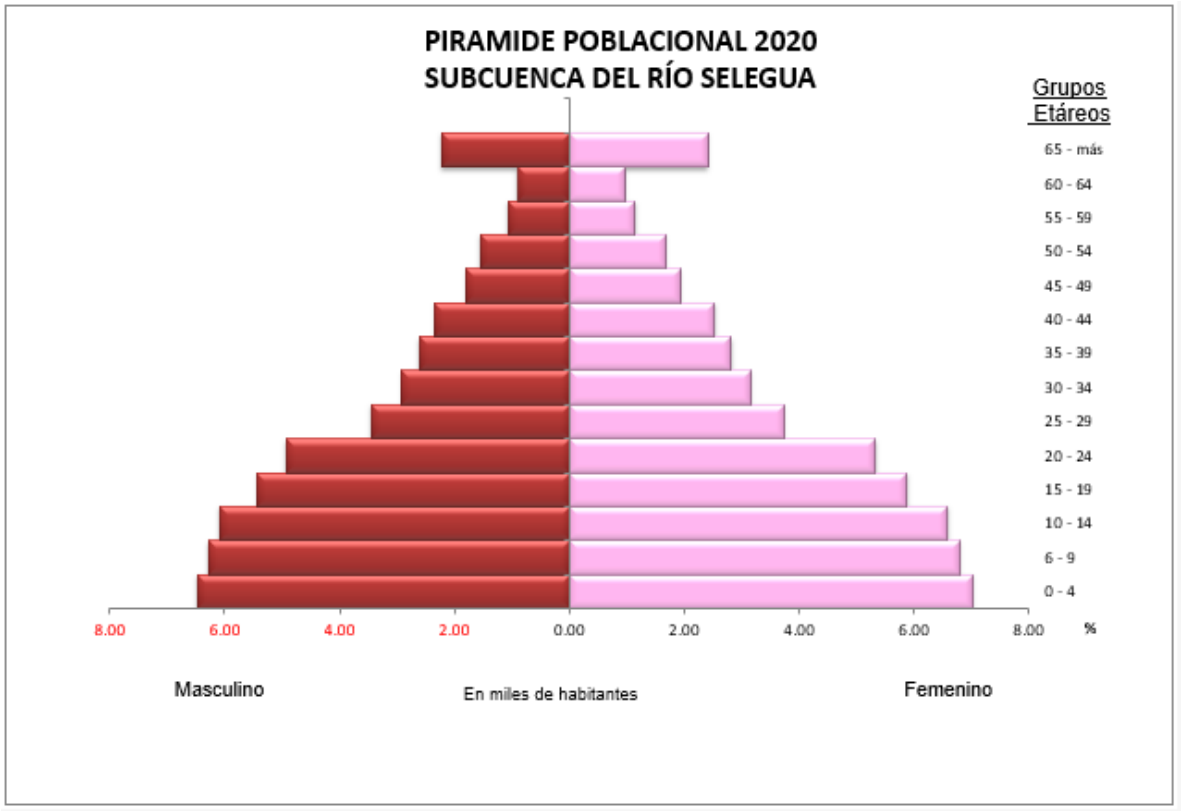


Figura 31. Pirámide poblacional de la subcuenca el río Selegua proyección 2020.

La población económicamente activa (PEA) de la subcuenca del río Selegua es de un 31.80 % distribuido: hombres 71.25 % y mujeres 28.75 % y la población económicamente inactiva es de 48.87 % distribuido: hombres 32.83 % y mujeres 67.17 % (cuadro 24). Estos datos pertenecientes a la población de 7 años en adelante. La población económicamente activa se divide principalmente por la categoría: trabajan por cuenta propia, seguidamente por la categoría de familiar no remunerado, empleado privado, patrono y empleado público (INE, 2002).

Cuadro 24. PEA-PEI de la subcuenca del río Selegua proyección 2020.

Municipio	Poblados	Población total	Económicamente activa		Población total	Económicamente Inactiva	
			Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
Huehuetenango	Cambote	1,965	1,452	513	3,245	1,013	2,232
	Cancelaj	146	120	26	247	75	172
	Canshac	462	301	161	632	221	411
	Chiloja	200	155	45	271	80	191
	Chimusinique	923	739	184	1,723	563	1,159

Continuación cuadro 24.

	Chinaca	2,622	1,793	828	3,346	1,030	2,316
	Chola	108	63	45	110	45	65
	Colonia Alvarado	187	125	62	280	96	184
	Colonial EL Bosque	134	56	78	173	69	104
	Corral Chiquito	1,158	1,144	14	2,572	827	1,745
	El Carrizal	1,042	690	352	1,795	643	1,152
	El Terrero	2,724	1,756	968	3,290	1,078	2,212
	G y T	36	27	9	62	18	44
	Huehuetenango	11,013	6,499	4,514	17,032	6,269	10,763
	Jumaj	2,733	1,846	887	2,325	794	1,531
	Las Lagunas	2,089	1,629	459	2,454	804	1,650
	Llano Grande	392	267	125	657	200	456
	Lo de Hernández	2,733	1,846	887	3,792	1,315	2,477
	Ocubilá	611	464	148	1,107	349	757
	Ojecheje	432	306	126	660	221	438
	Ruinas de Zaculeu	102	77	26	170	63	107
	San Lorenzo	667	476	191	988	327	661
	Segundo Carrizal	949	709	239	2,098	745	1352
	Sunul	321	253	68	526	169	357
	Terrero Alto	200	137	63	211	65	146
	Tojocaz	343	254	89	623	200	423
	Tojzale	304	200	104	452	131	321
	Zaculeu Capilla	822	586	236	1,396	462	934
	Zaculeu El Llano	1,836	1,235	601	2,920	1,048	1,872
Chiantla	Buenos Aires	1,119	810	309	1,879	589	1,290
	Candelaria	206	122	84	264	72	191
	Chiantla	3,274	2,155	1,119	5,775	2,147	3,627
	El Carpintero	268	235	33	462	114	348
	El Mirador	60	60	0	142	35	107
	El Pino	176	161	15	370	111	259
	El Rancho	139	128	11	337	86	251
	Ixquiac	390	360	30	1,033	321	712
	La Alfalfa	57	50	8	128	38	90
	La labor	486	459	27	1,054	318	736
	La Unidad	236	232	5	425	90	334
	Las Colmenas	99	98	2	217	56	161
	Las Guayabitas	164	157	8	471	140	331
	Las Maravillas	63	63	0	125	39	86
	Las Tejas	282	209	72	385	119	267
	Lo de Chávez	122	95	27	250	75	175
	Lo de zeta	247	191	56	373	113	260
	Los Alva	47	44	3	111	35	77

Continuación cuadro 24.

	Los Planes	1,077	991	86	1,432	236	1,196
	Los regadíos	1,104	858	245	1,191	256	935
	Ojo de Agua	1,033	789	244	1,259	358	900
	Patio de Bolas	268	230	38	519	137	382
	Primavera	68	60	8	160	50	110
	Quilinco	566	535	32	845	154	691
	Río Escondido	264	260	3	310	51	259
	San Antonio Las Nubes	173	163	11	666	259	407
	San Martín	301	291	11	494	102	392
	San José	251	236	15	233	56	178
	Santo Tomas El Carpintero	238	211	27	547	164	382
	Buena Vista	113	110	3	235	74	161
	Sibilá o Cuatro Caminos	379	363	17	611	139	473
	Taluca	86	81	5	209	66	143
	Yerbabuena	66	63	3	93	14	80
Aguacatán	El Rancho	271	223	48	527	167	360
TOTAL		**50,948**	**36,298**	**14,650**	**78,287**	**25,702**	**52,585**

e. Familia modal

Dentro de la subcuenca las familias se encuentran constituidas por un promedio de 5 miembros (dos padres y 3 hijos), el rango de hijos por familia se encuentra entre 2 a 7 hijos (INE, 2002).

f. Crecimiento poblacional

La concentración de la población se encuentra entre los 0 a 14 años (niños) con un 39.25 % y entre las edades de 15 - 24 años un 21.57 % es decir que del total de la población el 63.82 % pertenece a la población joven, con un crecimiento promedio de 2.13 % para 2020, la cual se considera alta (INE, 2002).

g. Densidad poblacional

La densidad poblacional es de 880.91 habitantes/km^2 y se observa que la misma es demasiada alta en comparación con la media nacional que es de 158.40 habitantes/km^2, esto debido a que la mayoría de la población pertenece al área urbana y su concentración en la misma es alta. Por ello se tiene una dotación de los recursos naturales, el cual es incongruente con el rápido crecimiento poblacional, en consecuencia, los medios de subsistencia para la población, son cada vez más escasos.

Densidad poblacional (2020) $= \frac{160{,}194 \text{ habitantes}}{181.85 \text{ km2}} =$ 880.91 habitantes/km^2

h. Migración, emigración y desplazamiento

Dentro de la subcuenca las principales causas de la migración se deben a la falta de empleos, bajos salarios en el mercado local y el minifundio. En el área existe una migración temporal en la parte norte (Chiantla) hacia la parte sur (cabecera municipal) donde se concentra la mayor cantidad de comercios y servicios del área en estudio., fincas de la costa sur y Estados Unidos donde según el PDRL en el 2,008 se estimó que para el presente año un 19 % (aproximadamente 19,124 personas) migró hacia el país norteamericano. Según el estudio de la PDRL, de la población migrante externa el 36 % son mujeres y 64 % son hombres, con una tasa de migración proyectada de 25.84 %.

En cuanto al fenómeno de emigración el cual es causado por el crecimiento comercial de la parte sur de la subcuenca específicamente en la cabecera municipal de Huehuetenango donde las personas de provenientes de otros lugares tales como Totonicapán, Quetzaltenango, Guatemala, municipios como Soloma y Chiantla así mismo aldeas del municipio que viajan hacia la cabecera departamental (PDM, 2010).

B. Infraestructura y servicios públicos

A. Aspectos educativos

a. Educación formal

La educación formal según el Ministerio de Educación -MINEDUC- comprende a la población de 5 a 18 años de edad, correspondientes a los niveles de preprimaria de (5-6 años), primaria (7 a 12 años), básico (13 a 15 años) y diversificado (16 a 18 años).

i. Nivel pre primario

En el nivel pre primario comprende los niños de 5 a 6 años de edad, el cual es una etapa para la incorporación de los niños a nivel primario. En el área de estudio se encuentran 148 centros educativos de la categoría párvulos y bilingüe ubicados principalmente en las cabeceras municipales, la población escolar que se encuentra en este nivel es de 2,882 niños y 2,816 niñas teniendo un total de 5,698 representando el 3.56 % de toda la población.

ii. Nivel primario

En este nivel se encuentra la población entre 7 a 12 años de edad, dentro del área de estudio se encuentran un total de 147 establecimientos contando con un total de 20,610 estudiantes representando el 12.87 % de la población total, donde 10,604 (51.45 %) son hombres y 10,006 (48.55 %) mujeres.

A pesar que existen varias instalaciones dentro de la subcuenca del río Selegua aproximadamente el 12.69 % de los estudiantes llegan culminar el sexto grado, el 51.68 % hombres y el 48.32 % mujeres, esto debido a que algunos se dedican al trabajo o no cuentan con los recursos necesarios.

iii. Educación básica

Perteneciente a la población comprendida de 13 a 15 años de edad, según el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2019), el total de establecimientos para educación tanto públicas y privadas es de 104, con una totalidad de 9,450 estudiantes, donde el 49.71 % son hombres y el 50.29 % mujeres.

iv. Educación diversificada

El nivel diversificado comprende la población de 16 a 18 años de edad. Para este nivel se tienen una cantidad de 87 instalaciones tanto públicas como privadas, la población estudiantil de educación diversificada es de 8,023 donde el 50.24 % son hombres y el 49.76 % son mujeres y de estos según el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2019), el 93.42 % logran culminar sus estudios.

v. Otros servicios educativos

Dentro del área de estudio también existen servicios educativos de parte de otras instituciones y de otras áreas, entre estos se destacan: la escuela regional de marimba “Gumercindo Palacios Flores” (música), la escuela regional de arte “Rafael Pereyra” (música, escultura y pintura), Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -INTECAP- (repostería, electricidad, computación, panadería, hotelería, etc.) y la escuela de música Casa de Chiantla.

b. Educación informal

La educación informal son servicios para personas que no recibieron formación escolar en orden cronológico (formal) o que la tuvieron de forma insuficiente, en lo que algunos denominan educación de adultos o popular. En el área de estudio se tienen 9 establecimientos donde imparten este tipo de educación siendo estos: EOPA tipo federación, EOPA para obreros, PEAC, liceo cristiano Nuevos Horizontes, colegio evangélico el Shaddai, colegio privado Hermano Pedro, colegio Nuevo Amanecer,

Escuela de niños sordomudos y EOPA, en donde el nivel educativo se encuentra a nivel primario, todas ellas ubicadas en el área urbana con horarios accesibles. El total de estudiantes es de 306, el cual representa 0.19 % de la población total siendo el 50 % hombres y el otro 50 % mujeres (INE, 2018).

c. Perfiles curriculares

A nivel nacional, la calidad y cantidad de la población con educación primaria, media y superior dependerá de la tasa de cobertura educacional del área, de tal manera que aseguren la formación de la población. En Guatemala, los índices de educación son bajos por el limitado acceso al mismo, esto impide que exista una competitividad y éxito. El desarrollo de una educación bilingüe ha tenido poco avance, donde como segundo idioma se tiene el inglés.

C. Aspectos de salud

Tanto en el área de estudio, así como a nivel nacional la prestación de servicios es ineficiente y de mala atención a la población, esto se ve reflejado en los indicadores de salud y las estadísticas tales como la desnutrición, mortalidad, natalidad, esperanza de vida, etc.

a. Estadísticas de salud

A nivel nacional la esperanza de vida es de 71 años, hombres con 69 años y mujeres con 76 años para el año 2020, la tasa de natalidad y mortalidad es de 25.40 % y 4.80 % respectivamente (INE, 2018).

b. Causas prevalecientes (Principales enfermedades)

Dentro del área de estudio, existen diversas enfermedades relacionadas con las condiciones sociales de la población, siendo estás la vivienda, agua potable, alimentación adecuada y saneamiento ambiental (OT-PDM, 2019).

Para el año 2019, según el sistema de información gerencial de salud -SIGSA-, las principales enfermedades más comunes se encuentran en el cuadro 25, siendo la principal enfermedad de morbilidad el resfriado común (rinofaringitis aguda) con un total de 20,795 personas, seguidamente amigdalitis aguda con un total de 13,507 y gastritis y duodenitis con un total de 8,135.

Cuadro 25. Enfermedades más comunes.

No.	Enfermedades comunes	Total
1	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	20,795
2	Amigdalitis aguda	13,507
3	Gastritis y duodenitis	8,135
4	Amebiasis	7,972
5	Otros trastornos del sistema urinario	5,988
6	Parasitosis intestinales, sin otra especificación	5,357
7	Gastritis y duodenitis	8,135
8	Otros trastornos del sistema urinario	5,988
9	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	4,466
10	Cefalea	3,354

c. Servicios e infraestructura

Referente a los servicios de salud dentro de la subcuenca del río Selegua, estos se encuentran localizados en las cabeceras municipales tanto en la Villa de Chiantla como en la zona urbana de Huehuetenango. Ubicando en la parte alta (Chiantla) 2 puestos de salud localizados en las comunidades de Buenas Aires, La Capellanía y Chochar, 2 puestos municipales de salud localizados en San Nicolás y Escautzí. Además, existen centros de convergencia atendidos por IMDI y KANIL en la Labor, El Rancho, El Pino, Capellanía y 1 centro de salud ubicado en la cabecera municipal.

En la parte baja de la subcuenca (Huehuetenango), se encuentran ubicados dos Centros de salud, uno en la zona 5 y la otra en la zona 3, 6 puestos de salud ubicados en Llano Largo, Xetenam, Chinaca, San Lorenzo, El terrero y Zaculeu, además ACODIHUE presta servicios de salud a través de 25 centros de convergencia. Dentro de la cuenca también se cuenta con un centro de atención materno infantil y 1 hospital nacional. Así mismo

según el plan de desarrollo municipal se cuenta con aproximadamente 80 comadronas capacitadas por el MSPAS prestando servicios en el área rural. En la parte privada 1 puesto de APROFAM, varios centros de prestación de servicios y laboratorios ubicadas en el área urbana de la subcuenca (OT-PDM, 2019).

D. Aspectos religiosos

En el aspecto religioso se observó que la mayoría de la población ubicada dentro de la subcuenca pertenecen la religión católica con un 62 % y 35 % profesa la religión evangélica-cristiana y otras religiones el 3 % (INE, 2018).

En cuanto a la religión católica, se realizan actividades, siendo estas las procesiones realizadas durante la semana santa, el día de la cruz donde las familias elaboran cruces para colocarlos en pozos, pilas y nacimientos con el único motivo que este se encuentre disponible durante todo el año, la celebración en honor a San Isidro realizada en la aldea EL Naranjo, celebración en honor a San Juan donde se colocan arco de flores en los pozos, arroyos, ríos y nacimientos de agua.

E. Aspectos culturales e identidad

En la subcuenca del río Selegua en la actualidad la fiesta más importante a nivel nacional realizada en la cabecera municipal de Huehuetenango denominada “fiestas julias” celebrada del 12 al 18 de julio, siendo el 16 el día principal en honor a la virgen del Carmen, la fiesta en honor a la virgen de Concepción realizada del 6 al 8 de diciembre y La feria patronal de la Villa de Chiantla llevada a cabo en el mes de febrero en honor a la virgen de Candelaria.

Las tradiciones ancestrales tales como los convites que recorren las principales calles, el plato tradicional denominado “cute” elaborado con carne de oveja es parte de la cultura e identidad del lugar.

F. Vivienda urbana y rural

La vivienda es parte importante y un derecho de cada ciudadano del país, según los resultados del censo del INE del 2018, en promedio las personas poseen una vivienda con paredes de ladrillo (2.55 %), block (63.88 %), concreto (2.66 %), adobe (28.10 %), madera (0.88 %), lamina (1.16 %) y otros materiales (0.77 %). El promedio de casa por con techo de concreto (41.22 %), lámina (42.46 %), asbesto (1.12 %), teja (14.91 %), paja o palma (0.07 %) y otro material (0.22 %) y según el tipo de piso: cerámico (37.99 %), cemento (18.40 %), barro (0.70 %), torta de cemento (36.76 %), parqué o vinil (0.17 %), madera (0.11 %), tierra (5.56 %) y otro tipo de material (0.32 %).

G. Agua potable y drenaje

En la parte sur de la subcuenca (municipio de Huehuetenango) el 63.70 % de las viviendas cuentan con servicios de agua potable y el 61.50 % cuenta con servicio de saneamiento básico, en cuanto a la cobertura de agua la población que cuanta con agua es del 60.92 %, la población que no posee agua es del 39.08 %, en donde el 64 % de las viviendas cuentan con agua y el 36 % de las viviendas no cuentan con agua.

La cobertura genera de los servicios de agua potable en su mayoría es atendida por el servicio municipal de Huehuetenango (63.37 %), por los comités comunitarios que se encuentran organizados (20.87 %) y las personas que no cuentan con servicios de agua corresponden al 15.76 %. Las fuentes de agua son a través de pozos, nacimientos y por medio de pipas ubicadas dentro y al norte de la subcuenca. El 35 % del agua proviene de pozos artesanales y más de 10 pozos electromecánicos, pipas municipales entre otros. Uno de los principales problemas en el sistema de agua potable es la contaminación por *Ercherichia coli* y minerales pesados no aptas para consumo humano (OT-PDM, 2019).

En cuanto al drenaje de la parte sur de la subcuenca, en el área urbana existen drenajes formales, pero en sus alrededores parte del área urbano existe una ineficiente infraestructura con respecto a los drenajes ya que la mayoría mantienen una descarga hacia los distintos afluentes y riachuelos que componen la red del río Selegua

provocando un grave impacto a través de la contaminación de estos. Los puntos de contaminación dentro de la cuenca se encuentran en río La Viña, Las Culebras, San Lorenzo, Río Naranjo que se conectan al río principal de la subcuenca del río Selegua.

En la parte norte de la subcuenca (Chiantla), la cobertura de agua es del 85 % para el año 2009 tanto intradomiciliar y chorro público, para el servicio de agua el precio por paja ($30m^3$/mes) es de Q. 10.00, este es abastecido por pozos de captación ubicados en cantón La Lagunilla, Vista Hermosa y nacimiento localizados en Quilinco, Sibilá y Chochal. El total de servicios de agua potable por vivienda es del 81 % (PDM, 2010).

En cuanto al servicio de drenajes es ineficiente el cual al fue construido para una población pequeña que con el paso de los años y el incremento de la población se encuentran en un estado obsoleto, por lo que muchas de estas tuberías descargan hacia riachuelos y ríos que se unen río Selegua. El servicio de drenaje únicamente la parte urbana, la aldea Chuscaj y Buenos Aires (OT-PDM, 2019).

H. Industria

Dentro de la subcuenca existen varias industrias principalmente en la zona urbana, entre ellas se encuentran:

a. Alimento

Embotelladora El manantial, dulces Doña Flora (galardonada con el Orden de los Cuchumatanes en el 2006), Pan del Trigo, panadería San Rafael, cafetería Monte Alto, cafetería Doña Estercita, entre otras panaderías. INAPLASA planta deshidratadora de ajo y cebolla ubicada en la aldea Chuscaj (PDM, 2011).

b. Construcción

SBH Industrias, La Montaña, productores de herraduras del Segundo Carrizal.

c. Industrias artesanales

Fabricación de colchas y cohetes en la aldea Las Lagunas, producción de quesos, crema y mantequilla artesanal en la aldea Chivacabé, elaboración de anzuelos en la aldea Corral Chiquito, Fabricación de tejas y ladrillos en la aldea Segundo Carrizal, la industria de carpinterías y mueblerías se encuentra mueblería El Arte y mueblería Luky, fábricas de estructuras metálicas y fabricación de ollas, jarros y comales de barro en Canabaj (PDM, 2011).

d. Minería

Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en el área de estudio se encuentran industrias mineras que extraen oro, plata y otros minerales. En el cuadro 26 se mencionan las industrias mineras que tienen incidencia dentro de la subcuenca del río Selegua.

Cuadro 26. Industria minera que inciden en el área de estudio.

Nombre	Área (km^2)	Tipo	Titular	Fecha	Mineral	Municipio
Nannie	0.24	Explotación	Minas de Guatemala, S.A.	1/10/1906	Plomo	Chiantla
Los Alisos	0.145	Explotación	Higinio Rodríguez	30/11/2001	Caliza caliza dolomítica	Chiantla y Huehuetenango
Cata Santa María	0.124	Explotación	Minera Quetzal, S.A.	5/05/1995	Cromita y asociados	Aguacatán y Huehuetenango
El Manzanillo	0.013	Explotación	Estuardo Nanne Villagrán	6/09/1995	Caliza dolomítica	Chiantla y Huehuetenango
La Severa	0.25	Explotación	Exploradora Esperanza, S.A.	18/05/1906	Plomo	Chiantla
La Quebradilla	0.08	Explotación	Teodoro Recinos	25/10/1908	Plomo	Chiantla
La Esperanza	0.23	Explotación	Minas de Guatemala, S.A.	1/11/1997	Plomo	Chiantla
Victoria	0.3	Explotación	Virgilio Recinos	4/05/1910	Plomo y Plata	Chiantla

En el área de estudio también existe una serie de industria artesanal o a pequeña escala siendo estos pequeños viveros forestales, turismo, pieles, artesanías de cuero, barro y bronce, mueblerías y aserraderos.

I. Energía y telefonía

En relación al aspecto de energía eléctrica, en la parte sur de la subcuenca, esta es distribuida por el servicio de la Empresa Eléctrica Municipal de Huehuetenango el cual compra la energía a la Empresa Generación de Energía Eléctrica -EGEE- propiedad del Instituto Nacional de Electrificación -INDE- (PDM, 2011). En la parte norte el servicio es distribuido por medio de la Empresa Eléctrica Municipal de la Villa de Chiantla el cual es comprado a la Distribuidora de Energía Eléctrica de Occidente -DEOCSA- (PDM, 2010).

La principal fuente de energía para cocinar y utilizada para alumbrado se encuentra distribuida de acuerdo a la figura 32 y 33 (INE, 2018).

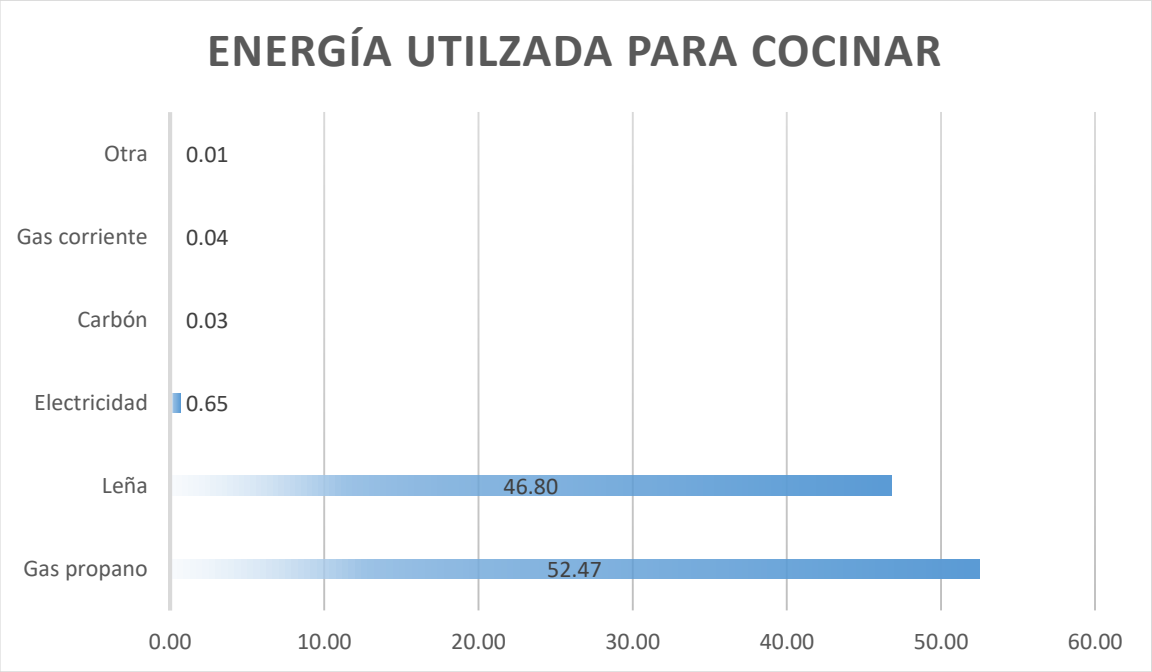


Figura 32. Utilización de la energía para cocinar.

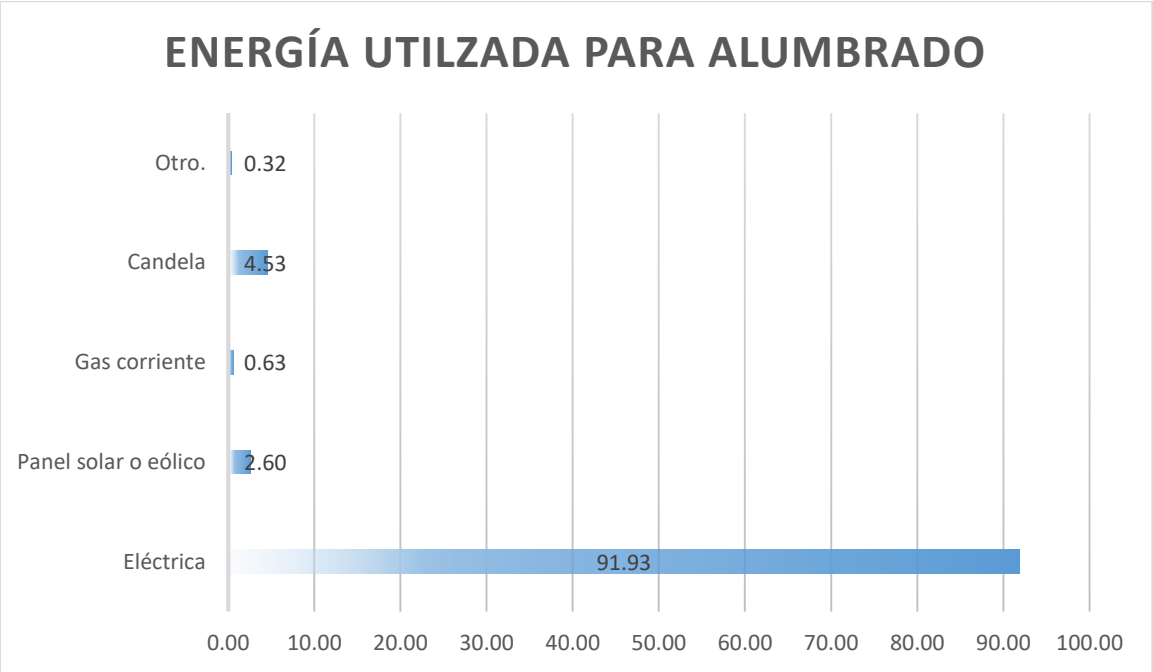


Figura 33. Tipo de alumbrado.

Actualmente la cobertura de telefonía es prestada por dos empresas siendo estas, Claro y Tigo que cubren el 100 % del área.

J. Transporte de pasajeros

Las líneas de transporte extraurbano que operan dentro de la subcuenca que comunican a toda el área, cabeceras municipales con el resto de aldeas y municipios se encuentran en el cuadro 27. Además, el trasporte de pasajeros es prestado por línea de buses, microbuses, taxis y pickups hacia las aldeas y caseríos del área (PDM, 2011).

Cuadro 27. Rutas de transporte urbano.

No. Ruta	Recorrido
1	Hospital Nacional zona 10 - 2 calle y 7a avenida Zona 1
2	Zaculeu Central Zona 9 -2 calle y 7 avenida Zona 1
2.1	Zaculeu Central zona 9 - sector iglesia Señor de Esquipulas - 2 calle y 7 avenida Zona 1
3	Zaculeu Ruinas zona 9 -2 calle y 7 avenida zona 1
4	Aldea San Lorenzo -Sunul 7 calle y 4 avenida zona 1
5	Puente San Lorenzo -7 calle , entre 6 y 7 avenida zona 1
6	Edificio Tribunales zona 8 - 2 calle y 7 avenida zona 1
7	Proyectos San José Zona 8 -2 calle y 7 avenida zona 1

Continuación cuadro 27.

8	Cambote zona 11 - Rastro Nuevo - ciudad Victoria -6 calle y 7 avenida zona 1
9	Zaculeu Capilla zona 9 -Terrero zona 4 - 2 calle y 7 avenida zona 1
10	San Valentín - Carrizal Tajahuaquix - terminal zona 5
11	Terminal zona 5 - centro - calvario zona 3
12	Terminal zona 5 - calvario zona 3 - Minerva zona 2
13	Terminal zona 5 - centro - Jumaj zona 6
14	El Naranjo - Hospital Nacional zona 10 - 6 Calle y 7 avenida zona 1
15	Aldea Ojechejel - 6 calle y 7 avenida zona 1
16	Aldea Chinacá - mercadito zona 2
17	Terminal zona 5 - centro - Lo de Hernández zona 7
18	Terrero Alto zona 4 - 3 avenida zona 5
19	Cerrito del Maíz zona 4 - terminal zona 5
20	Aldea Talmiche - Suculque - colonia Alvarado zona 5
21	Aldea Quiaquixac - Jumaj zona 6 - 5 Calle y 4 av. Zona 1
22	Aldea Canelaj - Sunul San Lorenzo - 3 calle y 9 avenida zona 1
25	Aldea la Estancia Chinacá - mercadito zona 2
27	Sector Cholá - Terrero zona 4 - 1 avenida y 4 calle zona 1
28	Aguacatillos zona 2 - centro - terminal zona 5
31	Aldea Buena Vista Shetenam - mercadito zona 2
32	Aldea San Lorenzo -Sunul - Paíz - 5 calle y 9 avenida zona 1
33	Caserío el Valle - La Estancia Ocubilá - calvario zona 3
34	Aldea Ocubilá - calvario zona 3

Las asociaciones de transportistas que se encuentran en el área son: ASMISUE, ATRANCAHUE, Asociación de Transportistas Urbanos Rutas No. 5, 8 y 15, Asociación de Microbuses de Chinacá y la Asociación de Transportistas Urbanos Rutas No. 1, 2, 2.1, 3, 6, 7, 9, 18 y 27.

Existen otros servicios prestados por parte de microbuses, buses y picoperos que se trasladan desde la parte urbana hacia las áreas rurales, municipios o departamentos cercanos.

K. Mercados existentes

En las cabeceras municipales existen varios tipos de mercados tanto en el municipio de Chiantla como en el municipio de Huehuetenango siendo estos de menor o mayor importancia, clasificándolos de la siguiente manera:

a. Mercados locales

En la cabecera departamental en el área urbana del municipio de Huehuetenango parte sur de la subcuenca se cuentan con 5 mercados locales siendo estos: mercado central, La Placita, mercado la terminal, el mercado de Minerva y mercado del hospital que tienen una función diaria, así mismo se cuenta con un mercado en la aldea San Lorenzo. La dinámica en relación a la producción y comercio donde algunos centros poblados juegan un papel importante tales como, Chinacá (carnes), Llano grande y Chinacá (huevos), Jumaj (pollo en pie), Zaculeu (madera), Las Lagunas (cohetes, colchas y cubrecamas) (PDM, 2011).

b. Mercados departamentales

Los mercados departamentales son los lugares donde se llevan a cabo las negociaciones directas entre las unidades productivas al comprador directo o intermediario, normalmente estos se llevan a cabo en las cabeceras municipales siendo estos en los mercados de Huehuetenango (mercado central y mercado la terminal) (PDM, 2011) y el mercado municipal de Chiantla (PDM, 2010).

L. Centros turísticos y arqueológicos

Dentro de la subcuenca del río Selegua se encuentran centros turísticos de importancia nacional (cuadro 28), entre ellos se pueden mencionar el sitio arqueológico ruinas de Zaculeu el cual tiene un valor histórico, ya que fue en el pasado al capital del pueblo mam antes de la llegada de los españoles, Chiantla Viejo y Cueva del Mamut

Cuadro 28. Ubicación de centros turísticos y arqueológicos dentro de la subcuenca.

Nombre de lugar	Categoría	Ubicación	Coordenadas	
Laguna Ocubilá	Turístico	Aldea Ocubilá	15.3414	-9143572
Laguna Zaculeu	Turístico	Aldea Zaculeu	15.3218	-91.5150
Ruinas de Zaculeu	Arqueológico	Aldea Zaculeu	15.3360	-91.4966
Cueva del Mamut	Paleontológico	Aldea La Laguna	15.3123	-91.5477
Centro histórico Huehuetenango	Turístico	Zona 1	15.3215	-91.4699
Hotel Unicornio Azul	Turístico	Aldea Chancol	15.3947	-91.3795
El Mirador	Turístico	Aldea El Mirador	15.4009	-91.4386
Chiantla Viejo	Turístico	Aldea Río Escondido	15.3858	-91.4602
Iglesia católica de Chiantla	Turístico	Zona 5	15.3547	-91.4581

M. Organización comunitaria e instituciones

a. Descripción de los tipos de organización identificados

En la subcuenca existen diversas organizaciones tales como: asociaciones, cooperativas, comités, comisiones, congregaciones religiosas, Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODES-, cofradías, organizaciones políticas, las cuales son creadas de forma permanente y en otros casos de forma definida, es decir que desaparece cuando concluyen los proyectos, cuyas funciones se basan en la resolución de conflictos de diferente índole, así mismo indispensables para la organización y participación social las cuales forman la base para el empoderamiento y participación en la toma de decisiones en diferentes aspectos sociales, ambientales, económicas y políticas (PDM, 2011).

b. Administración pública

En el área de estudio el gobierno local está representado por el gobernador departamental y un suplente, el cual es nombrado por el presidente de la nación, a través de una terna propuesta por el Consejo de Desarrollo Urbano y Rural según la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, Decreto Número 11-2002. Cuyas funciones es velar la coordinación de las políticas, rendir informes a la presidencia, control y supervisión de la PNC, velar por la ejecución correcta del presupuesto, por mencionar algunas, según la ley del organismo ejecutivo, Decreto Número 114-97.

De acuerdo con la Ley del consejo de desarrollo urbano y rural y su reglamento, Decreto número 11-2002, el Consejo Municipal (COMUDE) se encuentra presidido por el alcalde y la corporación municipal integrada por dos síndicos titulares y 1 suplente;7 concejales titulares y dos suplentes cuyas funciones las de apoyar a los COCODES, promover, garantizar y ejecutar las políticas, entre otras. Según el artículo 36. Del Código Municipal las comisiones que integran el consejo municipal son: educación, salud, servicios, fomento económico, descentralización, finanzas, probidad, derechos humanos y de la familia. De manera que en el área de estudio se encuentra dos Consejos Municipales siendo estos los del municipio de Chiantla y Huehuetenango).

Los Consejos Comunitarios de Desarrollo Urbano y Rural (COCODES) cumplen la función de representar a la población, por lo que en la parte norte de la subcuenca (Chiantla), los COCODES están conformados de segundo nivel por micro regiones. En el municipio de Huehuetenango en total existen 80 COCODES de primer nivel y 14 de segundo nivel.

En el área también existen alcaldías auxiliares en ciertos poblados quienes se encargan de aspectos propios del área, que tienen una representación a nivel local y que de alguna manera sirven de comunicación con el gobierno local.

c. Organización comunitarias y cooperativas

Dentro de la subcuenca se encuentran algunas organizaciones comunitarias y cooperativas cuya finalidad se ha centrado en ejecución de proyectos en beneficio de la población. En los cuadros 29 y 30 se detallan la ubicación y una breve descripción de cada una.

Cuadro 29. Asociaciones dentro de la subcuenca del río Selegua.

Nombre	Ubicación	Descripción
Asociación de Desarrollo Integral Vida y Esperanza	La Capellanía	Proceso de lana ovina para la fabricación de ponchos.
Asociación para el Desarrollo Sostenible de la Juventud -ADESJU-	Chiantla	Disminución de problemáticas existentes en la niñez, adolescencia y juventud.
Asociación de organizadores de Los Cuchumatanes - ASOCUCH-	Chiantla	Asistencia técnica y apoyo de proyectos de beneficio de asociados.
Asociación Semillas de Ayuda	Chiantla	Actividades relacionadas al tema ambiental
Asociación Mujer tu Puedes	Chuscaj	Capacitación técnica a mujeres por medio de formación integral.
Asociación Fe y Alegría	Aldea Chuscaj	Educación popular integral y promoción social.

Continuación cuadro 29.

Asociación de Comunidades Rurales para el Desarrollo Integral ACORDI	La capellanía	Procesamiento y comercialización de carne de cordero.
Asociación de Silvicultores ASILVO CHANCOL	Aldea Siete lagunas	Manejo sostenible del recurso forestal.
Asociación de Proyectos de Mini-riego	Aldea Sibilá	Mejorar la producción agrícola a través del sistema de riego.
ACODIHUE	Huehuetenango	Dedicada al desarrollo integral.
ASDECOHUE	Huehuetenango	Reúne varias cooperativas de Huehuetenango.

Cuadro 30. Organización por cooperativas.

Nombre	**Nombre**
Cooperativa Agrícola Integral Los Cuchumatanes.	Desarrollo en forma integral sobre la agricultura.
Cooperativa Agrícola El Buen Sembrador.	Comercialización de hortalizas, otorga crédito y asistencia técnica.
Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral Esperanza Chiantleca R.L.	Mejoramiento económico social a través de concesión de créditos para proyectos productivos, comercio y vivienda.
Cooperativa Agrícola Integral Buenos Aires.	Producción y comercialización de café.
Cooperativa Paquixeña R.L.	Comercialización de papa, zanahoria y coliflor, mejoramiento genético de ovinos (Dorsel), distribución de artículos de consumo diario e insumos agrícolas, servicio de teléfono comunitario y taller de bicicletas.
Cooperativa San Bartolo R.L.	Comercialización de hortalizas, asistencia técnica agrícola, capacitación, concesión de créditos y parcelas demostrativas, coordina acciones con el INAB para PINFOR.
Cooperativa Agrícola Joya Hermosa.	Producción de semilla de papa, servicio de teléfono comunitario.
Cooperativa Chuscaj.	Cooperativa Chuscaj.

Continuación cuadro 30.

Cooperativa Santiago de Coatepeque R.L.	Ahorro y crédito.
Cooperativa de Ahorro y Crédito la Inmaculada Concepción R.L.	Servicios financieros de ahorro y crédito, servicio de biblioteca, becas de estudio, jornadas de salud.
Cooperativa San Andrés R.L.	Ahorro y crédito.
Cooperativa Integral Agrícola Río Limón R.L.	Producción y comercialización de café.
Cooperativa de Ahorro y Crédito El Terrero R.L.	Ahorro y crédito.
Cooperativa de Ahorro y Crédito Rubén Darío R.L.	Ahorro y crédito.
Cooperativa de Ahorro y Crédito Unión Huehueteca, R.L.	Ahorro y crédito.
Cooperativa de Ahorro y Crédito Magisterial, R.L.	Procurar el mejoramiento social y económico a través de la realización de proyectos y servicios financieros.
Cooperativa de Producción Café de la Sierra, R.L.	Producción, venta y distribución de café.
Cooperativa de Vivienda Bienvivir, R.L.	Construcción de viviendas.

N. Aspectos de tenencia y actividades productivas

a. Tenencia de la tierra y concentración de la tierra

De acuerdo al censo agropecuario 2004, la tenencia de la tierra se encuentra distribuida según la superficie ocupada a) propia (99.42 %), b) arrendamiento (0.40 %), c) colonato (0.10 %), d) usufructo (0.02 %), e) ocupada (0.05 %) y f) otra (0.004 %).

b. Tamaño de las unidades productivas

De acuerdo a la extensión de las unidades productivas, el Instituto Nacional de Estadística (INE) divide en cuatro categorías, microfinca 0 mz a 1 mz, subfamiliares 1 mz a 10 mz, familiares 10 mz 64 mz y multifamiliares de 1 cab a más caballerías.

La categoría que predomina en el área con relación a las unidades productivas y extensión se encuentran las micro fincas con un porcentaje de 64.50 %, seguidamente

de las sub familiares con un porcentaje del 31 %, las familiares con el 4 % y 0.50 % (Pinol, 2007) (Portillo, 2007).

c. Caracterización de los sistemas

En la subcuenca del río Selegua se identificaron diferentes sistemas de producción entre los cuales destacan la producción de maíz y frijol principalmente para el autoconsumo (90 %) y para la venta (10 %). (Pinol 2007). Además de ello otros sistemas tales como hortalizas (papa, ajo, brócoli, coliflor, zanahoria, alverja) flores y frutales (PDM, 2011).

O. Otros sistemas de producción

Dentro de las principales actividades productivas en el área de estudio se encuentra la crianza y engorde de ganado ovino, coprino, porcino y avícola (Pinol, 2007).

a. Sistema pecuario

Las actividades dentro de la subcuenca del río Selegua relacionadas a la producción pecuaria, constituye una fuente de ingresos a la población (Portillo, 2007), en las micro fincas se desarrollan niveles de producción bajas con un nivel tecnológico tradicional, la actividad pecuaria ovina es considerada de importancia económica (Pinol, 2007), principalmente en las aldeas Chancol, Capellanía, Paquix, Agua Alegue, San Nicolás, Potrerillo, El Rosario y Las Majadas (USAID, 2016). Entre otras actividades se encuentra la crianza de ganado bovino para la producción de leche y derivados, crianza y engorde de porcinos y pollos (Ávila, 2007)

En los últimos años se han introducidos especies mejoradas (USAID, 2016), principalmente para elevar el valor y la producción de subproductos, tales como longanizas, chorizos, jamón, chuletas y otros cortes (Pinol, 2007).

b. Sistemas forestales

Dentro de la subcuenca se encuentran diversas actividades relacionadas con el recurso forestal, siendo estas de importancia económica que de alguna manera se encuentran estrechamente relacionadas con la conservación y protección de áreas de recarga hídrica de donde se obtiene bienes y servicios ambientales.

Actividades relacionadas con la producción y transformación forestal, en el área se vincula con las carpinterías, aserraderos y otras industrias madereras, es por ello que la existencia de instituciones para la formación en el ámbito forestal es importante, cabe mencionar que dentro las principales instituciones para la formación técnica y profesional sobre el tema forestal se encuentra el CUNOROC y el INTECAP (PDM, 2011), además de ello un ejemplo para el manejo comunitario de áreas es ASILVO CHANCOL, es una asociación encargada de la reforestación y regeneración natural de los bosques, encargados de la producción de escritorios, roperos, trinchantes, plateros, sillas, puertas, mobiliario para escuelas (Pinol, 2007).

En cuestión de estadísticas, según el Sistema de Información Forestal de Guatemala (SIFGUA), la cobertura forestal dentro de la subcuenca del río Selegua para el año 2010 era de 16,747 ha, teniendo un aumento para el año 2016 de un total de 17,711 ha, teniendo un cambio positivo neto del año 2010 - 2016 de 964 ha, y un cambio anual de 169 ha/año.

Los incentivos forestales han sido parte de la estrategia del Instituto Nacional de bosques (INAB) para la protección, conservación e incremento de la cobertura vegetal dentro de la subcuenca, actualmente se cuenta con un total de 105 incentivos para PROBOSQUE y por parte de los incentivos de PINPEP un total de 44 proyectos para plantaciones forestales, 1,388.49 ha para M.B.N. protección y M.B.N. producción 5.13 proyectos (SIFGUA 2019, 2019).

2.5.4. Identificación y sistematización de prácticas agrícolas y forestales dentro de la subcuenca del río Selegua

A. Identificación de prácticas agrícolas y forestales

Para la identificación de las prácticas dentro de la subcuenca del río Selegua, se realizaron diversos recorridos, observaciones y entrevistas a los actores principales, técnicos y personas que se encontraban vinculadas al tema agrícola y forestal, utilizando como unidades de muestreo los centros poblados y para tener un mejor desarrollo de la investigación previamente, se realizó un listado sobre las diferentes prácticas encontradas en la caracterización de la subcuenca.

B. Paisajes agrícolas y forestales encontradas en la subcuenca del río Selegua

El concepto de paisajes agrícolas y forestales, planteado desde una perspectiva para el conocimiento del territorio de las relaciones existentes entre la naturaleza y la sociedad, logrando de esta manera analizar las estructuras y la funcionalidad de los diferentes paisajes (Fragoso S., 2009).

a. Paisaje del maíz

- Conservación de semillas criollas.
- Manejo tradicional de maíz.
- Producción orgánica o natural de maíz.

b. Paisaje de hortalizas (papa, haba, frijol, brócoli, rábano y remolacha)

- Conservación de semillas criollas.
- Manejo de las hortalizas.
- Manejo impacto de heladas y sequías.

c. Paisaje de bosques comunales, municipales y privados

- Reforestación con árboles nativos y no nativos.
- Manejo forestal tradicional (podas y raleos).
- Sistema de control de vigilancia.

d. Paisaje de nacimientos agua

- Protección de las fuentes de agua.
- Ubicación de los nacimientos de agua.
- Uso de las fuentes de agua.

e. Paisaje de pastos

- Manejo de pasto para ganado.
- Áreas sin aprovechamiento, tierras ociosas.
- Áreas destinadas a la venta de tierras.

f. Paisaje de cuerpos de agua (lagunas)

- Valor turístico y recreativo.
- Cuerpos de agua en degradación.
- Inexistencia del consumo del agua.

g. Paisaje geocultural

- Centros ligados a manifestaciones culturares (lugares sagrados).
- Zonas arqueológicas.

h. Paisaje de áreas protegidas

- Ubicación y manejo de las áreas protegidas.
- Presencia de bosques de protección.

- Identificación de zonas de protección.

i. Paisaje del bosque de galería

- Protección del curso de los ríos.
- Conservación de especies nativas (*Taxodium* sp, *Quercus* sp. y *Pinus* sp.).
- Valor paisajístico y corredores biológicos.

j. Paisaje pecuario y ovejas

- Ganadería a pequeña escala (Cabras y vacas).
- Manejo de ovejas.
- Producción de avena para alimento.
- Producción de animales de traspatio.

k. Drenajes

- Poblados sin acceso a red de drenaje
- Aguas grises y desechos sólidos descargadas hacia los ríos.
- Tuberías conectadas hacia a los cuerpos de agua.

l. Plantas de tratamientos de aguas residuales

- Planta de tratamiento en la aldea Chuscaj sin funcionamiento.
- Planta de tratamientos en Los Regadillos en funcionamiento.
- Inexistencia de plantas de tratamientos de aguas residuales dentro de los municipios.

m. Basureros

- Ríos como puntos de desecho de basura.
- Ubicación y manejo de la basura.
- Contaminación.

C. Sistematización de prácticas agrícolas y forestales dentro de la subcuenca del río Selegua

a. Paisaje I: Cultivo de maíz

El paisaje del maíz es uno de los más representativos dentro de la subcuenca, siendo el maíz un grano básico y fundamental, destinado mayormente al autoconsumo y el sustento diario dentro de los hogares. La actividad agrícola es practicada en la parte alta, media y baja de la subcuenca (figuras 34 y 35), al tener parcelas pequeñas los pequeños productores, no requieren de maquinara para realizar los trabajos, sin embargo, se utilizan algunas herramientas (azadón y machete).

Las familias cultivan en parcelas menores a 2 ha, las cuales se encuentran dentro de su propiedad o cercanas a ellas. Para la producción se utiliza la mano de obra familiar, en donde participan los hijos y algunos familiares, se realizan hasta dos ciclos productivos por año, en la parte media y baja de la subcuenca, la primera se inicia entre los meses de mayo - junio aprovechando la época de lluvias y el segundo ciclo entre los meses de septiembre - octubre, para este último, únicamente se realizan trabajos mecánicos y fertilización. Las familias no disponen de asistencia técnica, por lo que no aplican técnicas de conservación, asocio o agricultura orgánica. Menos del 5 % de los productores asocian el cultivo de maíz con otros (calabazas y fríjol), únicamente se practica la agricultura tradicional, aplicando plaguicidas y fertilizantes.

Las semillas utilizadas provienen de semillas criollas almacenadas y elegidas de cosechas anteriores. Dentro del área de estudio, existe un esfuerzo por parte de algunas comunidades que se han organizado con el objetivo conservar semillas de maíz de variedades nativas, para la multiplicación, almacenamiento y emplear mecanismos de intercambio, una red de bancos de semillas comunitarias, conformada en el año 2008, dos de ellos, se encuentran en Quilinco y Los Regadillos (Ducker, *et al.* 2018).



Figura 34. Parcelas de maíz ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua.



Figura 35. Parcelas de maíz ubicadas en la parte media de la subcuenca del río Selegua.

b. Paisaje II: hortalizas (papa, haba, frijol, brócoli, rábano y remolacha)

La producción de hortalizas, se encuentra representado como paisaje en la parte media y alta de la subcuenca (figuras 36 y 37). Según el mapa de uso de la tierra para el año 2020, el paisaje de hortalizas comprende una extensión de 15 km^2, catalogadas como áreas de cultivos. En la parte alta, el clima es frío y proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo de papa, haba, frijol, brócoli, rábano y remolacha, cultivos que son representativos del área. En la parte media, el clima es frío a templado, por lo tanto, los pequeños productores se dedican al cultivo de cebolla, ajo y tomate.

Las siembras se realizan en parcelas menores a 1 ha, cuyos ciclos varían dependiendo de la hortaliza, que van desde los 20 días hasta los 100 días. En su mayoría, para el cultivo de las hortalizas, los pequeños productores aún se basan en la agricultura convencional, utilizando fertilizantes químicos y plaguicidas, por el contrario, un escaso número de productores realizan prácticas para la conservación de la tierra. En la parte alta, el 95 % de la población se dedica a la agricultura, sin embargo, en la parte media la población dedicada a la agricultura disminuye a únicamente el 50 %.

La producción de hortalizas se comercializa localmente, la producción en gran escala es enviada hacia los mercados centrales de los municipios de Huehuetenango y Chiantla,

cuando la producción es mínima la producción, una parte es destinada para el autoconsumo y otra para el comercio local.



Figura 36. Parcelas de hortalizas ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua.



Figura 37. Invernaderos para la producción de tomates.

c. Paisaje III: bosques comunales, municipales y privados

Según el mapa de cobertura vegetal para el año 2020, los bosques representan una extensión de 72.63 km^2, dentro de los cuales se ubican los bosques comunales, municipales y privados, logrando abarcar el 39.94 % de la superficie total de la subcuenca. En el área de estudio, se encuentran 8 de los 1,307 casos de tierras comunales (TICCAs), identificados a nivel nacional. Las tierras comunales constituyen una superficie de 1,091 ha, las cuales se enlistan a continuación: Bosque municipal Terrero Alto, Bosque Patio de Bolas, Chuscaj, Los Regadíos y Cerro Grande, Bosque municipal San Antonio Las Nubes, Aguacatillo, Bosque Baldío Chimusinique, Caserío La Zeta, Cerro Negro y Tierra comunal Chimusinique (CONAP, 2009).

Los programas de incentivos forestales (figura 38) cuentan con una superficie total de 386.98 ha, distribuidos entre 176 proyectos de PROBOSQUE (119.16 ha) Y PINPEP (267.82 ha). Los incentivos forestales dentro de PINPEP, el 90 % se encuentra dentro de la modalidad manejo natural con fines de protección y el 10 % corresponde a modalidad de plantaciones forestales. Dentro del área de estudio se han realizado varios esfuerzos por parte de las municipalidades y de los pobladores, un ejemplo de ello es el centro poblado Los Regadíos y El Mirador (figura 39), en donde realizando diferentes reforestaciones con especies de pino, encino, ciprés y eucalipto, con la finalidad de proteger los nacimientos y obtención de leña.



Figura 38. Plantaciones forestales en la parte media de la subcuenca del río Selegua.



Figura 39. Reforestaciones realizadas en la parte alta de la subcuenca del río Selegua.

d. Paisaje IV: nacimientos de agua

Dentro del paisaje se encuentran numerosos nacimientos de agua, estos se encuentran ubicados en la parte media y alta de la subcuenca (figuras 40 y 41). Según Velásquez, (2004), en el área, hay un total de 62 nacimientos de aguas, las cuales alimentan al río Selegua y algunos son aprovechados por la población del área urbana de los municipios de Chiantla y Huehuetenango. La subcuenca se encuentra ubicada dentro de una zona recarga hídrica, donde el 45 % de la superficie se encuentra dentro de la categoría recarga hídrica alta y el 55 % dentro de la categoría recarga hídrica baja. Las familias aledañas a los nacimientos aprovechan el agua para consumo humano y para la

agricultura, se pueden observar canales y mangueras, utilizados para el transporte de agua desde los nacimientos hacia las casas y parcelas.

Se tienen varias amenazas hacia los nacimientos de agua, principalmente el incremento de la frontera agrícola, cambio de uso del suelo, drenajes y contaminación por basura.



Figura 40. Nacimiento del río Selegua.



Figura 41. Canales y mangueras utilizadas para el transporte de agua.

e. Paisaje V: pastos y matorrales

Los pastos y matorrales conforman un paisaje significativo dentro de la subcuenca, estas áreas se distribuyen a lo largo de toda la subcuenca, en extensiones que van desde 0.5 ha hasta más de 3 ha. Las áreas se encuentran utilizadas para la crianza de vacas y ovejas, por otra parte (figura 42), en pequeñas extensiones se encuentran disponibles a la venta, esta última se ubica en la parte baja de la subcuenca, en las periferias del centro del municipio de Huehuetenango (figura 43).

En cuanto a los matorrales se distribuyen en la parte media y alta de la subcuenca en donde se observan áreas con pequeños arbustos y plantas herbáceas. Se han realizado acciones en conjunto con la población, COCODES y otras instituciones para la recuperación de áreas a través de reforestaciones, por el contrario, muchas de estas áreas se encuentran sin uso alguno.



Figura 42. Pastos en la parte alta de la subcuenca del río Selegua.



Figura 43. Pastos en la parte baja de la subcuenca del río Selegua.

f. Paisaje VI: cuerpos de agua (lagunas)

Este paisaje únicamente la conforman dos lagunas: laguna Zaculeu y laguna Ocubilá (figuras 44 y 45), las cuales tienen una extensión de 0.01 km^2 y 0.50 km^2. Las dos lagunas se encuentran en la parte baja de la subcuenca. La primera se encuentra localizada en las coordenadas 15°19'19.04" N; 91°30'54.06" W y la segunda en las coordenadas 15°20'31.29"N; 91°26'6.73" W.

Las dos lagunas poseen un valor paisajístico y recreativo, en donde se realizan actividades pesqueras, en la categoría de pesca artesanal. Utilizando únicamente anzuelos y atarrayas. Por parte de los locales también se tienen disponibles botes que ofrecen recorridos cortos a los visitantes como parte del turismo.

La superficie de la laguna Ocubilá se encuentra cubierta en un 60 % - 70 % de *Typha latifolia,* desde hace más de 50 años. Otra parte se encuentra cubierta por especies de la familia Poaceae (pastos) y *Eichornia* sp. El espejo de agua de la laguna se encuentra en la parte norte abarcando menos del 20 % de la superficie total y puede ser visto del puente que pasa por el lugar (Fernández, 1976). Mientras que la laguna Zaculeu tiene una superficie sin presencia de plantas acuáticas de poco más del 95 % y el resto está cubierto por pastos.

El agua no es consumida por parte de la población debido a la contaminación, con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, así también por coliformes fecales (Tejeda, 2012) & (PDM, 2010).

Dentro de las amenazas que ponen en riego estos cuerpos se encuentra la deforestación causada por el cambio de uso de la tierra pasando de bosque a parcelas de cultivo de hortalizas y milpa que pueden observarse a las periferias de las lagunas. La contaminación a través de drenajes que llegan al lugar causando problemas de salud y mal olor. Así como botaderos de basura en las periferias y en los cuerpos de agua que disminuyen el valor paisajístico del área.



Figura 44. Laguna Zaculeu.



Figura 45. Laguna Ocubilá.

g. Paisaje VII: geocultural y arqueológico

Dentro de los sitios arqueológicos que poseen un valor cultural por su historia y origen se encuentran Zaculeu, Chiantla Viejo y Cambote. Pertenecientes al pueblo mam. El pueblo más grande que habito en el área. Zaculeu (figura 46) se ubica entre el río Selegua y la aldea Zaculeu, a una altura de 1,940 m s.n.m. (15°20'0.93"N 91°29'34.68"W) con una superficie de 0.07 km^2 (Flores, 2007). El sitio arqueológico se encuentra en la aldea El Pino a una altura de 2,350 m s.n.m. (15°23'14.94" N 91°27'39.67" W) ubicada en una planicie elevada con una longitud de 350 m por 120 m de ancho. Alrededor de dos ríos, el Selegua también llamado Sibilá y El Pino conocido como Saquichá (Castillo, 2017) y el sitio arqueológico Cambote. Este se encuentra dentro de propiedad privada en el centro de la cabecera departamental. Se ubica sobre una meseta de 25 m de

profundidad a una altura de 1,901 m s.n.m. entre las coordenadas 15°18'30.19" N y 91°30'20.68" W con una superficie cuya longitud es de 350 m por una anchura de 300 m. Alrededor del sitio se encuentra el río Zacuma y el río San Lorenzo (De León, 2018).

Si bien los tres sitios arqueológicos comparten algunas características en común. Tales como la construcción estratégica de los mames en relación a la obtención de recurso hídrico, es decir cercanas a ríos. Como también alrededor de las tierras fértiles para la agricultura.

Los asentamientos de Zaculeu iniciaron en el período Clásico Temprano, pero con mayor importancia en períodos posteriores. Su construcción se realizó en el año 1480, donde actualmente se encuentra. Rodeado de barrancos y cercana al río Selegua.

La ubicación de Chiantla Viejo construida en el período Postclásico tiene la característica de estar una zona de recarga hídrica, donde los antiguos y nuevos habitantes siguen aprovechado los recursos para la agricultura. A los alrededores aún se observan las áreas boscosas compuestas de coníferas y latifolias. Aunque estos en los últimos han disminuido por el incremento poblacional y cambio de uso de la tierra (agricultura).

Otras áreas de importancia cultura cercanas a Chiantla Viejo (figura 47) se encuentran en las partes bajas del cerro Xacax se encuentran algunas cuevas que son de importancia cultural. Al ser un es un centro ceremonial donde convergen numerosos peregrinos y visitantes. El nacimiento del río Selegua es otro lugar importante para los locales probablemente considerado sagrado, esto con base a las peregrinaciones y rituales que se siguen realizando en el cerro. (Castillo, 2017).

El sitio arqueológico Cambote construido en el período preclásico. El más antiguo y poco conocido. En comparación a los otros sitios se encuentra en completo deterioro, ya que no se le ha dado manejo e interés adecuado para su protección añadiendo a este la construcción de edificaciones en el área.

El mirador Juan Diéguez Olaverri es un sitio ubicado en la parte alta de la subcuenca. Es parte de un área de importancia cultural donde convergen distintos visitantes y donde se llevan a cabo una serie de actividades por parte de la población local, sin embargo,

recientemente se ha realizado la construcción de infraestructura de trasporte de energía (torres) por parte de la Trasportadora de Energía de Centroamérica (TRECSA), que ha tenido un impacto en la calidad y valor paisajístico en el área.



Figura 46. Sitio arqueológico Zaculeu.



Figura 47. Sitio arqueológico Chiantla Viejo.

h. Paisaje VIII: áreas protegidas

Este paisaje representa el 10 % de la superficie total. Conformado por dos áreas ubicadas en la parte alta de la subcuenca. El área protegida Los Regadillos y el área de protección especial Sierra de los Cuchumatanes (figuras 48 y 49). Los dos sitios tienen la particularidad de ubicarse en zonas de alta recarga hídrica y con numerosos nacimientos de agua.

El área protegida Los Regadillos cuenta con una superficie de 0.30 km^2. Declarada área protegida debido al alto número de nacimientos que se pueden encontrar en la zona. Así como importancia al abastecer con agua a las familias cercanas al área y a cerca del 50 % de la población del área urbana del municipio de Huehuetenango. Él área tiene una cobertura boscosa del 50 %, mientras que el resto se divide en categorías (guamil. tierras improductivas, invernaderos, cultivos y centros poblados). Por otra parte, el área de conservación especial Sierra de los Cuchumatanes, cubre una extensión de 19.39 km^2. Donde el 50 % se encuentra constituido por tierras de cultivo. Un 35 % de bosque y el resto compartido entre las categorías de centros poblados, tierras improductivas o zonas rocosas.

El cambio de uso de la tierra, la deforestación y el crecimiento poblacional en estas zonas. Son de las principales amenazas que tienen un impacto en los ecosistemas y en la biodiversidad. El aumento de la frontera agrícola que tiene efectos en la erosión y degradación de suelos al ser zonas con altas pendientes. Por otra parte, la utilización desmedida de agroquímicos. El crecimiento poblacional que tiene efectos en la demanda por los recursos naturales Y la deforestación que trae consigo incremento de riesgos a deslaves, aumento de las zonas vulnerables y escasa infiltración de las lluvias impactando en la recarga de acuíferos.

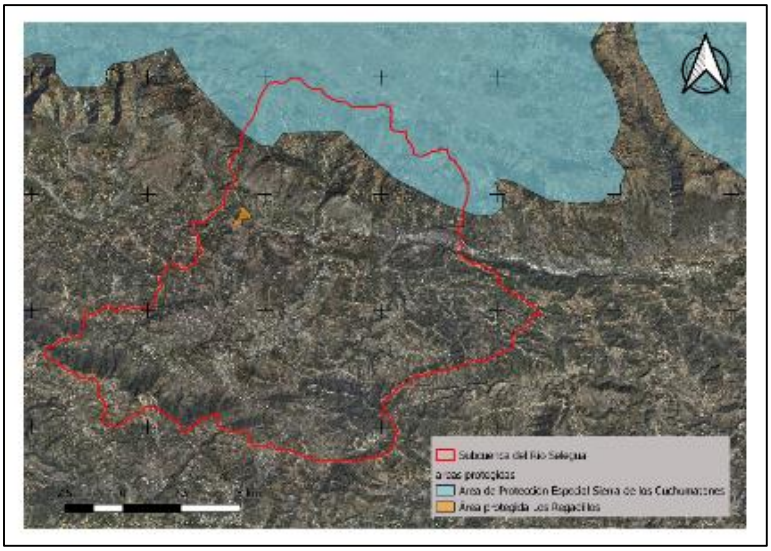


Figura 48. Ubicación del área de protección especial de la Sierra de los Cuchumatanes.



Figura 49. Área protección especial de la sierra de los Cuchumatanes.

i. Paisaje IX: boques de galería o riparios

Los bosques de galería ocupan entre el 5 % de la superficie dentro de la subcuenca. Brindando bienes y servicios ambientales, entre ellos materia y energía (madera, leña y semillas). Sirven como refugio de la fauna. Y además cumplen funciones de estabilización de los bordes, regulación de temperatura, conexión entre paisajes y disminuyen la erosión (Romero et al. 2014).

Considerando los ríos principales y una franja de 20 m (FAO, 2015) del total de ríos que conforman la subcuenca del Selegua. La superficie de los bosques de galería o bosques riparios en total, mantienen en un 60 % la cobertura boscosa. Por el contrario, el 40 % de la superficie se encuentra sin cobertura boscosa, con parcelas de cultivos o

edificaciones. En la parte alta de la subcuenca. Los bosques de galería aún conservan entre un 50 % a 60 % la cobertura boscosa en donde predominan en su mayoría las coníferas (*Pinus* sp.) y latifoliadas. Mientras los ríos atraviesan las zonas urbanas de Chiantla y Huehuetenango la cobertura de los bosques de galería disminuye.

En la parte media de la subcuenca se puede encontrar entre el 40 % a 50 % de cobertura boscosa, en su mayoría especies de *Quercus* sp. Y *Pinus* sp (figura 50). Mientras que en la parte baja, aproximadamente el 50 % de la superficie del bosque de galería aún se encuentra con cobertura boscosa, en donde predominan especies de *Quercus* sp. y *Taxodium* sp. (figura 51)



Figura 50. Bosque de galería de *Taxodium* sp. parte baja.



Figura 51. Bosque de galería de *Quercus* sp. parte media.

j. Paisaje X: animales de traspatio

Este paisaje comprende la producción de vacas, ovejas, pollos, patos y cerdos. La producción de animales de traspatio es destinada en mayor parte al autoconsumo y una mínima parte a la generación de ingresos a través de la venta. El comercio de estos animales se realiza de manera local o en mercados centrales ubicados en el centro de Chiantla y Huehuetenango.

Los pequeños productores de ovejas se encuentran ubicados en la parte alta y media de la subcuenca (figura 52). El número de ovejas ronda entre los 30 a 50 (producción extensiva) por rebaño. En la parte alta se realizan pastoreos en áreas abiertas y en la

parte media se mantienen en pequeños corrales, con cantidades de 10 a 15 animales. La producción de vacas se realiza en toda la subcuenca. El mayor número de productores se encuentra en la parte media y baja, manteniendo entre 2 a 5, hasta 8 vacas, destinadas en su mayoría a la producción de carne. Otra parte de los productores se dedican a la producción de leche y/o doble propósito (figura 53).

La producción de gallinas, patos, cerdos y otros animales, también forman parte de la producción de animales de traspatio. Estimando un número de 4 a 10 gallinas y patos, y entre 1 a 3 cerdos por productor. Otros de los beneficios que reciben los productores, aunque muy pocos, son los abonos orgánicos procedentes de las heces que luego son incorporados en parcelas para la producción de hortalizas.

En la parte alta relacionada a la producción de ovejas, al tener un número grande de ovejas. Se tiene un impacto en la zona, debido al sobrepastoreo, destruyendo la poca flora que crecen en estos lugares. Añadiendo a esto el impacto en la producción de vacas en áreas cercanas a ríos o en áreas donde no se tiene un manejo adecuado provocando una compactación y degradación de los suelos.



Figura 52. Producción de ovejas parte media de la subcuenca.



Figura 53. Producción de vacas, parte media de la subcuenca.

k. Paisaje XI: infraestructura de servicios

El porcentaje de hogares con servicio de drenajes en la parte alta (Chiantla) es del 22 %, mientras en la parte baja (Huehuetenango) es del 71 % (INE, 2018). El número de

servicios de drenajes dentro del área urbana ha tenido un incremento del 32.31 % a 63.26 % para los años 1981 – 2002. Por el contrario, para el área rural ha pasado de 2.58 % a un 4.65 % (INE, 2002).

Los hogares que cuentan con acceso a la red de drenajes se encuentran ubicados en el casco urbano de Chiantla y Huehuetenango. Ojechel, Tojocaz, Chuscaj, Los Regadillos y Buenos Aires son las únicas aldeas que cuentan con una red de drenaje, sin embargo, no reciben un tratamiento, exceptuando a la aldea los Regadillos. En las áreas donde no se tienen acceso a la red de drenajes, en su mayoría el área rural. Las aguas residuales son envidas hacia las cunetas ubicadas a las orillas de los caminos, esparcidas por canales que se dirigen a las periferias del área o directamente hacia los ríos (figuras 54 y 55).

Más del 95 % de los drenajes desembocan hacia los ríos sin tratamientos alguno. Esto se ve reflejado en la alta contaminación de los ríos, y mucho más cuando estos pasan por la zona urbana. La contaminación se realiza a través de tuberías o zanjas que se encuentran conectadas directamente al cauce principal. Añadiendo a esto la red de drenajes, la cual se encuentra obsoleta y no tienen la capacidad de cubrir la demanda de la población. Cabe resaltar que las construcciones de estas redes fueron realizadas hace más de 25 años.



Figura 54. Drenajes conectados directamente al cauce principales la parte alta.



Figura 55. Tuberías encontradas a las orillas de los cauces.

Todo esto tiene un impacto negativo en la biodiversidad acuática, degradación del recurso hídrico y en la salud de la población actuando como focos de propagación de enfermedades. El 1.5 % de todos los centros poblados ubicados del área de estudio poseen una planta de tratamiento. El 98.5 % de los centros poblados no cuentan con plantas de tratamientos. Los únicos centros poblados que cuentas con una planta de tratamiento son Los Regadillos y Chuscaj. El primero se encuentra en uso, mientras el segundo se encuentra abandono.



Figura 56. Planta de tratamiento ubicada en la aldea Chuscaj.



Figura 57. Planta de tratamiento de la aldea los regadillos.

Las construcciones de las dos plantas de tratamientos se realizaron con ayuda de los mismos pobladores, municipalidad y organizaciones. La planta de tratamiento de la aldea Los regadillos beneficia a más de 100 familias ubicadas dentro del área, aproximadamente el 1 % de toda la población dentro de la subcuenca. La planta de tratamientos de aguas residuales, el cual en su momento se tenía planificado para tratar las aguas de cinco descargas provenientes de colonia Primavera hacia El Terrero. Ubicada en Chuscaj, no se encuentra en funcionamiento debido al costo del mantenimiento y falta de voluntad política.

I. Paisaje XII: basureros

La mayor parte de la generación de basura se encuentra en el área urbana de Chiantla y Huehuetenango. Aunque exista un servicio de recolección de basura, no se tiene un tratamiento final, únicamente es trasladada hacia los depósitos municipales.

La población que no tiene acceso a servicios de recolección de basura. Una parte, la quema y la otra parte la deposita en diferentes puntos, teniendo preferencia por los puentes, ríos, barrancos o áreas desoladas. La terminal zona 5, puente hacia Jumaj, cruce hacia San Lorenzo, puente y parte alta de Canshac, Partes de la Minerva, iglesia Zaculeu, puente Arrollo (figura 58), La zeta, Ixquiac, puente Corona, son de principales basureros ilegales que tienen una mayor área (500 m^2 – 2,500 m^2). Puntos con una menor área (5 m^2 - 16 m^2) se encuentra en toda la subcuenca y se pueden observar a lo largo de las carreteras, como el puente Las Lagunas zona 10, camino hacia Chiantla Viejo, INTECAP y Laguna Ocubilá (figura 59).



Figura 58. Basurero ilegal en laguna Ocubilá.



Figura 59. Basurero ilegal en puente Arroyo.

D. Propuesta de construcción de paisajes sostenibles de la subcuenca del río Selegua

A lo largo de la investigación surgieron algunas propuestas para la construcción de prácticas sostenibles dentro de los paisajes, a partir del análisis social, económico y ecológico. Las propuestas tienen como objetivo recuperar o bien crear acciones que contribuyan al aumento de la conectividad hídrica y forestal de la subcuenca del río Selegua. De tal manera que en estos paisajes se desarrollen actividades que permitan un equilibrio a través de la sostenibilidad ambiental, equidad social y la viabilidad económica (Fragoso, 2009).

En relación a la subcuenca del río Selegua, es necesario implementar una planificación que permitan la toma de decisiones y que se contemplen medidas necesarias para el

desarrollo de prácticas sostenibles en áreas donde existe una explotación de los recursos naturales. En la búsqueda de la conservación, preservación y manejo sostenible de los recursos naturales se obtienen múltiples beneficios. Para potenciar estos beneficios es necesario comprender los elementos naturales y estructuras paisajísticas desde un punto de vista integral. Las principales propuestas se detallan en el cuadro 31.

Cuadro 31. Propuesta para la construcción de prácticas sostenibles dentro de los paisajes de la subcuenca del río Selegua.

Paisaje	Propuesta
Cultivo de maíz	• Practicar el sistema milpa, cuyo objetivo es diversificar las especies (policultivo). En este sistema la principal especie es el maíz en asocio con otras especies, entre ellas, las cucurbitáceas (güicoy y otras calabazas), leguminosas (fríjol y haba) y algunas hortalizas. • Implementar sistemas de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), esencialmente en áreas con pendiente de media a alta, manteniendo un arreglo espacial de frutales con surcos de milpa. • Aplicar curvas de nivel en parcelas o áreas con pendientes mayores al 10 %. • Establecer parcelas orgánicas, que incluyen el manejo integrado de plagas, control biológico y la utilización de fertilizantes orgánicos.
Hortalizas	• En áreas con pendiente media a alta establecer parcelas con prácticas de conservación, terrazas, curvas a nivel, barreras vivas, labranza mínima y acequias. • Diversificar las parcelas estableciendo un asocio entre plantas medicinales, aromáticas y hortalizas. • Establecer planes de manejo integrados de plagas, control biológico y aprovechamiento de recursos locales. • Mantener el suelo de las parcelas con una cubierta vegetal, aumentando la materia orgánica, humedad y fertilidad del suelo. • Implementar la rotación de cultivos con base a criterios donde la sucesión de plantas corresponda a diferentes familias, sistemas radiculares diferentes, cultivos donde se aprovechen distintas partes (fruto, hoja, raíz, tallo). • Fermentar el agroecoturismo dentro de la parte alta de la subcuenca, intercambiando experiencias sobre el manejo ecológico, desarrollando actividades de intercambio y creación de banco de semillas nativas. • Establecer parcelas con sistema de riego por goteo, haciendo uso racional y controlado del agua.

Continuación cuadro 31.

Bosques comunales, municipales y privados	• Aumentar el número de áreas con incentivos forestales brindados por el INAB. • Reforestar con especies nativas en zonas con alta recarga hídrica, áreas con alta pendiente y en áreas con escasa cobertura vegetal. Se recomiendan las siguientes especies, *Taxodium mucronatum, Arbustus xalapensis, Dhphysa rubinoides, Erythrina berteorana, Quercus brachystachys, Q. conspersa, Q. peduncularis, Q. tristis, Pinus montezumae, P. oocarpa, Salix sp., Rhus terebenthifolia,* y *Tecoma stands.* • Impulsar el ecoturismo, estableciendo actividades de avistamientos de aves, recorridos micológicos y senderos interactivos y elaborar planes de manejo sostenible de los bosques para el aprovechamiento de los mismos. • Crear un banco de semillas de plantas forestales nativas.
Nacimientos de agua	• Reforestar con especies nativas y endémicas alrededor de los nacimientos, especialmente en la parte media y alta de la subcuenca del río Selegua. Los nacimientos de agua deben de delimitarse a una distancia de al menos 20 m. • Construcción de estructuras para el almacenamiento y protección de las fuentes de agua. • Crear una asociación cuyo objetivo sea implementar acciones dedicadas a la protección de las fuentes de agua, monitoreo de la calidad y aprovechamiento eficiente del agua. • Implementar un diseño de sistema de pago por servicios ambiental enfatizando en la protección de nacimientos. • Realizar cambios de uso de la tierra en áreas donde existe una explotación (uso de agrotóxicos, monocultivo, compactación del suelo) que amenazan el recurso hídrico y forestal.
Pastos y matorrales	• Reforestar áreas con escasa cobertura vegetal, empleando árboles nativos. • Establecer plantaciones forestales para el aprovechamiento de áreas ociosas. • Desarrollar sistemas agrosilvopastoriles para la producción animal rentable.
Cuerpos de agua (lagunas)	• Impulsar la creación de nuevas áreas protegidas que contemplen las lagunas. • Fomentar el desarrollo del ecoturismo dentro de las áreas con cuerpos de agua. • Promover concursos de proyectos de investigación para la recuperación de los cuerpos de agua. • Realizar jornadas de concientización y educación ambiental dirigidas a la población loca a través de talleres, reforestaciones, ponencias, actividades culturales. • Impulsar mecanismos para el desarrollo de pesca artesanal y deportiva dentro de las áreas.

Continuación cuadro31.

Geocultural y arqueológico	• Implementar espacios para la concientización, sensibilización y educación ambiental.
Áreas protegidas	• Aumentar las extensiones de las áreas protegidas ubicadas en la parte alta, esencialmente las que contemplan los nacimientos de agua.
Bosques de galería o riparios	• Implementar corredores ecológicos que sirvan para el desplazamiento de la fauna. Estos corredores se deben implementar a lo largo de la red hídrica de la subcuenca del río Selegua. • Aumentar la cobertura forestal a lo largo de los ríos que conforman la subcuenca, estableciendo franjas de una distancia mínima de 20 m. Se recomienda utilizar especies endémicas y nativas. (*Pinus* sp. *Quercus* sp. y *Taxodium mucronatum*). • Conectar fragmentos de montaña (parta alta) con fragmentos forestales de la parte media y baja que se encuentren a lo largo de los ríos.
Animales de traspatio	• Incrementar la capacitación zootécnica para el cuidado y manejo animal con la finalidad de garantizar que los pequeños agricultores obtengan conocimiento sobre técnicas de manejo sostenible, evitando problemas de compactación del suelo, manejo de excretas y sobrecarga animal, sobre todos en áreas cercanas a cuerpos de agua. • Establecer barreras físicas para delimitar el área de pastoreo. • Utilizar las excretas de los animales para la creación de composta.
Infraestructura de servicios	• Aumentar el número de plantas de tratamientos de aguas residuales en las áreas urbanas para el propiciar la reutilización o devuelta a los causes en condiciones adecuadas con base a las leyes y normas establecidas. • Ampliar y mejorar la red de drenajes utilizando sistemas efectivos y duraderos que puedan satisfacer una necesidad básica. • Reactivar la planta de tratamientos de aguas residuales ubicado en la aldea Chuscaj. • Implementar plantas de tratamientos de aguas residuales artesanales dentro de las áreas rurales, entre ellas, ciclo de banano, fosas sépticas y humedales de tratamientos.

Continuación cuadro 31.

Basureros	• Implementar plantas de tratamientos de desechos sólidos en diferentes puntos estratégicos, para la recolección, separación y su respectivo tratamiento. • Realizar jornadas de limpieza a lo largo de los cauces de los ríos y áreas con alta contaminación. • Realizar jornadas de sensibilización y concientización de la importancia de un ambiente libre de contaminación. • Crear propuestas para la disminuir el uso de plásticos de un solo uso comenzando con el área de mercados municipales y locales. • Sensibilizar a la población a través de talleres, reuniones y actividades sobre la importancia de la clasificación de la basura y los beneficios de la disminución de plásticos de un solo uso.

2.5.5. Marco legal institucional y de políticas relacionadas al recurso hídrico y forestal

A. Instrumentos legales

Dentro de la legislación de Guatemala se cuenta con diferentes instrumentos legales relacionadas al recuso forestal y su regulación. Sin embargo, en el caso de la regulación del recurso hídrico no existe una ley como tal, únicamente se cuenta con algunas políticas e instrumentos legales que intentan regular este recurso. Donde se resaltan algunos aspectos de conservación, aprovechamiento y uso. Estos instrumentos se detallan a continuación.

B. Constitución de la República de Guatemala

En el artículo 64, se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación, para lo cual hace énfasis en la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales. En el artículo 97 se motiva al desarrollo social, económico y tecnológico siempre y cuento exista un equilibrio ecológico y se evite la contaminación. En el artículo 125 se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques, enfatiza el aprovechamiento sostenible de los bosques y la protección de las riberas de los ríos, lagos y las fuentes de agua. En los artículos 127 y 129, se hace mención a la regulación y aprovechamiento del recurso hídrico.

C. Leyes o decretos

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86) reformado por el Decreto 90-2000. En el artículo 15, en los incisos a y b, menciona la evaluación de la calidad de agua, su posibilidad en el aprovechamiento y los análisis químicos, físicos y biológicos periodos. Para lograr ejercer el control eficiente en el aprovechamiento y uso del agua. El artículo 79 obliga a las municipalidades el abastecer con agua potable a las comunidades dentro de la jurisdicción territorial.

En la ley de Áreas protegidas en su artículo 13, se menciona la creación por parte del SIGP del Subsistema de Conservación de los Bosque Pluviales, con el objetivo de asegurar el suministro de agua.

En la Ley Forestal, Decreto 101-96, en el artículo 1 se presentan las políticas importantes que tienen una relación con la reducción de la deforestación y el avance de la frontera agrícola. Con el artículo 6 se crea el Instituto de Bosques (INAB), se menciona las diferentes atribuciones para la promoción y fomento del desarrollo forestal, la reforestación, industria y artesanía. En el artículo 47 hace referencia a la conservación de las cuencas hidrográficas, fomentando la conservación y la protección de las partes altas. Así como programas para regeneración y rehabilitación de las áreas.

Se han elaborado otras leyes donde se le atribuyen bonificaciones a la población con el objetivo de incrementar la cobertura forestal dentro del territorio, Ley de incentivos forestales para los poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (PINPEP). Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (PROBOSQUE) y la Ley reguladora del registro, autorización y uso de motosierras.

La ley de minería y su reglamento, decreto número 48-97, en su artículo 71 regula el uso, aprovechamiento y tratamiento de las aguas de dominio nacional y de uso común.

En el Código Civil, Decreto Ley 106, el artículo 458 hace referencia a la zona marítima territorial, aprovechamiento industrial de nacimientos y las aguas no aprovechadas por particulares. En el artículo 579 se hace mención a las aguas de dominio privado. Mientras que los artículos de 580 al 583 se refieren a la regulación de la extracción y aprovechamiento de las aguas subterráneas a través de los pozos. En el artículo 587 se menciona las aguas en propiedad de concesionarios mineros. En los artículos 588, 752 y 760 se hace énfasis en el aprovechamiento, uso y disfrute de las aguas públicas y particulares.

En el Código Municipal en su artículo 68 menciona el abastecimiento domiciliario de agua potable y la formulación de políticas, planes y programas relacionadas con la recolección, tratamiento y disposición de desechos y residuos sólidos.

El Código de Salud, Decreto Legislativo No. 90-97, en su artículo 79 menciona la obligación de las municipales de abastecer con agua potable a las comunidades, en el artículo 80 hace énfasis en la protección, conservación, protección y uso racional de las fuentes de agua. En el artículo 84 regula la prohibición de la tala de árboles en las riberas de ríos, lagos, lagunas y fuentes de aguas hasta una distancia de 25 m de sus riberas. Del artículo 86 al 88 hace referencia a las normas sobre la administración,

mantenimiento, manejo y abastecimiento del agua potable. En el artículo 90 prohíbe la utilización de aguas contaminadas para riego de cultivos.

D. Acuerdos Gubernativos

La política de promoción del riego 2013-2023, Acuerdo Gubernativo 185-2013. Creada con la finalidad de establecer estrategias para el desarrollo del riego en Guatemala. Contribuyendo de manera significativa con la generación de empleo y desarrollo integral de las familias. Impulsando la sostenibilidad ambiental y gobernabilidad del uso del agua.

Política Nacional de Cambio Climático, Acuerdo Gubernativo 329-2009. En él se establece la promoción de planes para la prevención de incendios forestales y planes para el manejo forestal sostenible. El aprovechamiento de los recursos forestales como beneficios a nivel local, nacional y global. La gestión integrada de los recursos hídricos, para la protección y aprovechamiento del agua y las zonas de recarga hídrica.

Política Nacional de Desarrollo Rural Integral –PNDRI-, Acuerdo Gubernativo 196-2009. Dentro de sus objetivos se encuentra el fortalecimiento de la gestión socio-ambiental, el uso racional de los recursos naturales, entre ellos el bosque y el agua.

Política de Energética 2013-2027, Acuerdo Gubernativo 80-2013. Dentro del marco estratégicos, el quinto eje establece objetivos para la reducción del uso de la leña en el país, incrementando el uso de estufas ahorradoras, uso de leña en industrias, fomento de uso de plantaciones energéticos, sustitución del uso de la leña por otras fuentes energéticas.

Política Nacional de Seguridad Alimentaria y nutricional, Acuerdo Gubernativo 278-1998. Establece que el Estado se compromete a mejorar las condiciones alimentarias de la población. Para ello hace mención dentro de sus ejes, la promoción de reformas normativas para el mejoramiento del acceso y utilización racional del agua, el fortalecimiento de la calidad del agua y el saneamiento ambiental.

Política Nacional de Producción Más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010. Esta política tiene como propósito el mejoramiento de la gestión ambiental promoviendo la introducción de patrones de consumo y producción que tengan un mejor impacto en el ambiente.

Política Marco de Gestión Ambiental, Acuerdo Gubernativo 79-2001, tiene como objetivo que los diferentes sectores de la población participen en la gestión ambiental y manejo de los recursos contribuyendo con el desarrollo sostenible.

Política Nacional de Producción Más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010, que integra las estrategias ambientales para que se realicen procesos productivos, productos y servicios con reducciones del uso del agua, mitigación y control de su contaminación.

E. Legislación referente al marco internacional

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, realizada en el Mar de Plata, Argentina, 1977.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro en junio de 1992.
- Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible (CIAMA), realizada en Dublín en enero de 1992.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), llevada en Río de Janeiro, Brasil en junio 1992.
- Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES), realizada en el año 1994.
- Declaración de la Cumbre del Milenio, llevada a cabo en el año 2000.
- Declaración de la Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica en el 2002.
- Declaración de la Asamblea General de las Naciones Unidas, No. A/RES/64/292, promulgada en el año 2010.
- Convenio sobre la protección y utilización de los cursos de agua trasfronterizos y de los lagos internacionales, aprobado en Helsinki, Finlandia el año 1992.
- La convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación (CNULD), llevada a cabo en el año 1994.

2.6. CONCLUSIONES

1. La subcuenca del río Selegua cuenta con un área de 181.85 km^2, ubicada dentro de tres municipios (Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán). El clima posee una variación de entre 13.3 °C en la parte alta y 21.6 °C en la parte baja con precipitaciones de hasta 1,799 mm anuales. Se encuentra conformada en una mayor parte por pendientes de entre 36 % a 55 %. La susceptibilidad a erosión es baja a media, considerando que el 60 % del área posee cobertura boscosa, sin embargo, en los últimos 20 años la cobertura ha tenido una diminución de un 4.66 %. El 75 % de la superficie posee una capacidad de uso en la categoría de tierras forestales y agroforestería. Se encuentra dentro de una región donde se concentra una cantidad importante de nacimientos de agua que abastecen a la población.

2. Dentro de la subcuenca del río Selegua se estima que habitan un total de 160,194 personas, mayoritariamente ladina (92 %) y cuyo patrón de comunicación es el español (93 %). La mayor parte de la población tiene una edad de entre 10 a 24 años, con un crecimiento poblacionales del 2.13 %. Las familias se encuentran conformadas en promedio de 5 integrantes. La densidad poblacional es de 880.91 hab/km^2 superando a la media nacional. El nivel educativo primario es del 12.87 %, disminuyendo al 5 % de estudiantes que logran culminan el nivel diversificado. La población utiliza energía proveniente del gas propano (52 %) y leña (47 %) para cocinar, y el 92 % hace uso de la energía eléctrica para el alumbrado. Las tierras se encuentran dividas en microfinca, fincas subfamiliares, familiares y multifamiliares donde existen diferentes sistemas de producción, principiando con maíz y frijol, hortalizas, flores, frutales y bosques.

3. Se categorizaron a través de paisajes y sistematizaron doce prácticas más importantes observadas dentro de la subcuenca del río Selegua, que tienen una estrecha relación con el recurso hídrico y forestal, paisaje del cultivo de maíz, hortalizas (papa, frijol, rábano, tomate), bosques comunales municipales y privados, nacimientos de aguas, pastos y matorrales, cuerpos de agua (lagunas), geocultural y arqueológico, áreas protegidas, bosques de galería o riparios, animales de traspatio, infraestructura de servicios y basureros. Posteriormente se realizaron propuestas para el mejoramiento de los paisajes.

4. El marco legal e institucional referente al recursos hídrico y forestal, principia con la Constitución de la República de Guatemala en los artículos 64, 97, 125, 127 y 219 que hacen énfasis en la protección y uso de los recursos naturales. Dentro de las leyes se mencionan la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, Ley de áreas protegidas y Ley forestal. Se añade un listado de la legislación a nivel internacional.

2.7. RECOMENDACIONES

1. Es necesario la conformación de un grupo multidisciplinario e interdisciplinario para el estudio de cuencas con la finalidad de obtener criterios desde distintos puntos de vista y para facilitar el trabajo.

2. Se recomienda realizar un plan de manejo integral de la subcuenca del río Selegua tomando de base la información recopilada en este documento.

3. Considerar la realización estudios relacionados específicamente a la calidad del agua, hidrogeología, índices de sostenibilidad y flora. Así como estudios y propuestas relacionados a la conservación de bosques riparios y corredores biológicos.

4. Se recomienda impulsar líneas de investigación con base a cada uno de los paisajes propuestos en este trabajo.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado Barrios, R.A. (2012). *Creación de un manual de reforestación, cuidad y proteción de los ríos diriido a la población de la aldea Lo de Hernandez, zona 7, Huehuetenango. Guatemala*. [Archivo PDF]. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_3557.pdf
2. ASOCUCH (Asociación de organizaciones de los Cuchumatanes), Guatemala. (2020). *Restauración ecológica para la conectividad en las cuencas Selegua e Ixcán, Huehuetenango*. https://www.asocuch.com/proyectos/
3. Ávila, F.R. (2007). *Financiamiento de la producción de unidades pecuarias (producción de leche y sus derivados) y proyecto de arveja china*. Tesis de licenciatura. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 265 p.
4. Basterrechea, M. (1988). Caracterización limnológica preliminar de 32 lagunas de Guatemala. Revista de biológica tropical. 36 (1). 115-122.
5. Batista, J. (2002). *Notas para acompanhar a disciplina: LCF 724 Métodos de amostragem em levantamentos florestais. Departamento de Ciencias Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, SP.* [Archivo PDF]. http://lmq.esalq.usp.br/syllabvs/lcf5764/notas.pdf
6. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), Chile. (1994). *La gestión del agua y las cuencas en América Latina. Revista de la CEPAL*, 19. [Archivo PDF]. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11953/1/053111127_es.pdf
7. Castillo, V. (2017). *Proyecto de investigación arqueológica en el sitio Chiantla Viejo, Chiantla, Huehuetenango*. Informe de las actividades de campo y laboratorio. Guatemala, Guatemala.
8. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas), Guatemala. (2015). *Plan Maestro Parque Regional Municipal "K´OJLAB´L TZE´TE TNOM" Todos Santos Cuchumatán*. Documento técnico No. 06-2016. 175 p. [Archivo PDF]. http://conap.gob.gt/wp-content/uploads/2019/10/PM-PRM-Todo-Santos.pdf
9. _____. (2009). *Diagnóstico de la conservación y manejo de los recursos naturales en tierras comunales*. Informe final. 122 p. [Archivo PDF]. https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/7023F81E-EFBD-F578-8B84-4E4045E2E8A3/attachments/Diagnostico%20tierras%20comunales.pdf

OAE

10. Constitución de la República de Guatemala. Guatemala. 31 mayo (1985). [Archivo PDF]. https://www.minfin.gob.gt/images/downloads/dcp_marcolegal/bases_legales/Constitucion_politica_de_la_republica_de_guatemala.pdf
11. De La Cruz, J. (1982). *Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento de Guatemala, DIGES-INAFOR.* 36 p.
12. De León, M.F. (2018). *Propuesta con enfoque educativo para la puesta en valor del sitio arqueológico Cambote, Huehuetenango, Guatemala.* Tesis M.Sc. Guatemala, Guatemala. USAC. 207 p.
13. Drucker, A; Alonzo, S; Ramírez, M; Vernooy, R. (2018). *Bancos Comunitarios de Semillas y el uso de Recompensas por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad: primeras experiencias de la Sierra de Cuchumatanes, Huehuetenango, Guatemala.* Guatemala. 14 p. [Archivo PDF]. https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Bancos_RESCA_2019.pdf
14. Duque, E; Gonzalo, Escobar, P; Carlos, E. Universidad Nacional de Colombia. 2016. GEOMECÁNICA. http://galeon.com/geomecanica.
15. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura), Italia. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas.* Roma. https://books.google.com.gt/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&dq=cuencas+hidrografica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiE-_qpu4zpAhVqdt8KHXYoCQsQ6AEIMTAC#v=onepage&q=cuencas%20hidrografica&f=true
16. _____. (2007). *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas.* Roma. [Archivo PDF]. http://www.fao.org/3/a0644s/a0644s00.pdf
17. _____. (2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala.* Guatemala. [Archivo PDF]. https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820628912320/fao20manejo20de20cuencas.pdf
18. _____. (2015). *Evaluación de los recursos forestales.* 253 p. Roma. [Archivo PDF]. http://www.fao.org/3/i4808s/i4808s.pdf

OAE

19. _____. (2015). *Objetivo 7: Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente.* [Archivo PDF]. http://www.fao.org/3/a-az955s.pdf
20. Faustino, J. (1996). *Gestión ambiental para el manejo de cuencas.* 137 p.
21. Fernández Pérez, CR. (1976*). Estudio ecológico de la laguna de Ocubilá para su habilitación confines de piscicultura extensiva.* Tesis Lic. Ciudad de Guatemala, Guatemala, USAC. 49 p. [Archivo PDF]. http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-00209.pdf
22. FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola), Guatemala. (2009). *Buenas prácticas en cartografía participativa.* https://www.academia.edu/4358003/Cartografia_Participativa
23. Flores, P. (2007). *Zaculeu, Ciudad posclásica en las Tierra Altas Mayas de Guatemala.* Primera edición. Guatemala. 48 p. [Archivo PDF]. https://www.sicultura.gt/wp-content/uploads/2020/01/Zaculeu.pdf
24. Fragoso Saba, J. (2009). *Reconstrucción del paisaje agrario mediante métodos participativos, en áreas agrícolas de la zona de amortiguamiento del Parque Natural de Castril.* Tesis M.Sc. España, Universidad Internacional de Andalucía. 193 p.
25. Gamboa, G; García, R; Mendoza, J; Fernando, R; González, J.D; Sánchez, G. (2007). *"Esto no es un castigo de Dios" Gestión local del agua en Guatemala: el caso de los municipios de Chiantla y Huehuetenango.* Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol. 6: 62-82. https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/303/176
26. García Charria, W. (2003*). El Sistema complejo de la cuenca hidrográfica.* 22. Bogotá, Colombia.
27. Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo.* San Salvador, El Salvador.
28. Gómez Gutiérrez, C. (2013). *El desarrollo sostenible: Conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación.* [Archivo PDF]. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf
29. Herrera, I. I. (2014). *Manual de hidrología.* Guatemala.
30. IARNA (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad), Guatemala. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala. Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo.* Guatemala. [Archivo PDF]. http://www.infoiarna.org.gt/wp-

FACULTAD DE AGRONOMIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
USAC
DAE

content/uploads/2017/10/Libro6.BalancehidrolgicodelassubcuencasdelaRepblicadeGuatemala.Basesfundamentalesparalagestindelaguaconvisinalargoplazo.-1.pdf

31. IDEG (Infraestructura de datos espaciales de Guatemala), Guatemala. (2013). *Cuencas Hidrográficas, Escala 1:50000 (en línea)*. Guatemala, UPGGR, MAGA. Consultado en 2020. http://ideg.segeplan.gob.gt/geoportal/
32. IGN (Instituto Geográfico Nacional), Guatemala. (1968). *Mapa geológico de Chiantla*. Primera edición. Guatemala. Guatemala. 1:50,000. 1 h. Color.
33. _____ (1981). *Mapa geológico de Huehuetenango*. Primera edición. Guatemala. Guatemala. 1:50,000. 1 h. Color.
34. INAB (Instituto Nacional de Bosques), Guatemala. (1997). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la República de Guatemala*. Guatemala. Guatemala. 96 p.
35. INE (Instituto Nacional de Estadística), Guatemala. (2002). *Censos integrados: características de población y vivienda a nivel de lugar poblado*. Guatemala. 1 CD.
36. _____. (2004). *Características Generales de las fincas censales y de productoras y productores agropecuarios. IV Censo Agropecuario. Tomo 1*. Guatemala, Guatemala. 163 p. [Archivo PDF]. https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/16/cv9H2R2CyhS1n0c1XfKqXVf4pLIxONTg.pdf
37. _____. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*. https://www.censopoblacion.gt/
38. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología), Guatemala. (2020). *Estaciones del año 1980 al 2000*. Guatemala, Guatemala.
39. Jiménez, F. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas.* Turrialba, Costa Rica.
40. Ley Forestal. Artículo 47. Guatemala. 31 octubre de 1996. [Archivo PDF]. http://www.sice.oas.org/investment/NatLeg/GTM/Forestal_s.pdf
41. López, C; Herrera, C; López, F. (2017*). Modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, ubicada en los municipios de Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango*. Informe final. Huehuetenango, Guatemala. Dirección General de Investigación. 120 p.

Estudios para la paz -PUI-. Partida presupuestaria 4.8.25. [Archivo PDF]. https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puiep/INF-2016-08.pdf

42. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), Guatemala. (2001). *Memoria técnica. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1: 250,000.* Guatemala, Guatemala. 117 p.
43. _____. (2011). *Diagnóstico de la región de occidente de Guatemala*. 114 p. [Archivo PDF]. https://www.maga.gob.gt/download/diagnostico-occ.pdf
44. _____. (2012). *Mapa de caminos de Guatemala. 1:50000.* 1h. Guatemala, Guatemala.
45. _____. (2012). *Mapa de municipios de Guatemala. 1:250000.* 1h. Guatemala, Guatemala.
46. Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales.* Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 441 p
47. MEM (Ministerio de Energía y Minas), Guatemala. (2019). *Derechos mineros del departamento de Huehuetenango.* 2 p. [Archivo PDF]. https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/03/Ot_huehuetenango.pdf
48. Ordoñez Gálvez, J. (2011). *Aguas subterráneas - Acuíferos. ¿Qué es cuenca hidrológica?* Lima, Perú. 43 p.
49. Orozco, J.A. (2015). *Diagnóstico de Agua y Cambio Climático del Municipio de Chiantla, Huehuetenango.* Huehuetenango, Guatemala. 51 p.
50. PDM (Plan de Desarrollo Municipal), Guatemala. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango 2011-2025.* Guatemala. SEGEPLAN. 151 p. Serie: PDM SEGEPLAN, CM 1302.
51. _____. (2011). *Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango 2011-2025.* Guatemala. SEGEPLAN. 159 p. Serie: PDM SEGEPLAN, CM 1301.
52. PDM-OT (Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial), Guatemala. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango 2019-2032.* Guatemala. SEGEPLAN. 125 p. Serie: PDM-OT, CM 1302.
53. _____. (2019*). Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango 2019-2032.* Guatemala. SEGEPLAN. 127 p. Serie: PDM-OT, CM 1301.

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE ATENCION AL ESTUDIANTE
OAE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

54. Pinol, S. (2007). *Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de papa)*. Tesis de Licenciatura. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 102 p.

55. Portillo Chávez, CC. (2007). *Comercialización y organización empresarial (Producción de maíz) y proyecto: producción de limón persa*. Tesis Licenciatura. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 249 p.

56. Romero, F; Cozano, M.A; Gangas, R.A, Naulin, P.I. (2014). *Zonas ribereñas: protección, restauración, contexto legal en Chile*. Revista Bosque 35 (1): 3-12.

57. Tejeda, C. (2012). *Línea base de la laguna Zaculeu, ubicada en el municipio (Huehuetenango, Departamento de Huehuetenango*. 88 p.

58. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Kenya. (2010*). Agua: ¿pero a qué precio? TUNZA*. 6(3): 1:24

59. Santibanez-Andrade, G; Castillo-Arguero, S; Martinez-Orea, Y. (2015). *Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del valle de México*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071792002015000200015&script=sci_arttext

60. SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), México. (2013). *Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. México, México*. [Archivo PDF]. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf

61. Saavedra, C. (2015). *Valoración de efectos e impactos de intervenciones de gestión manejo y protección de áreas de recarga hídrica y de fuentes de agua en microcuencas: Experiencia de mancomunidades de municipios*. https://www.researchgate.net/publication/284172994_Valoracion_de_efectos_e_impactos_de_intervenciones_de_gestion_manejo_y_proteccion_de_areas_de_recarga_hidrica_y_de_fuentes_de_agua_en_microcuencas_Experiencia_de_mancomunidades_de_municipios

62. Sáenz López, K., & Tamez González, G. (2014*). Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a investigación en ciencias sociales*. México. https://www.academia.edu/26757359/MUESTREO_ESTRATIFICADO

FACULTAD DE AGRONOMIA
ATENCION AL ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
OAE

63. Salguero, M. (2016). *Características morfométricas de una cuenca hidrográfica. Prácticas No. 1 y 2.* Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 11 p.

64. _____. (2015). *Estudio a nivel de Cuenca hidrográfica, ciclo hidrológico. Guatemala.*

65. SIFGUA (Sistema de información forestal de Guatemala), (2020). *Estadísticas. PROBOSQUE, PINPEP.* http://www.sifgua.org.gt/

66. Trapaga Delfín, Y. (2013). Recursos Naturales y Medio Ambiente. 204. México.

67. UNEP-WCMC (Centro Mundial de Vigilancia de la conservación), Reino Unido. (2020). *Perfil de áreas protegidas para Guatemala de la Base de datos mundial de áreas protegidas, octubre de 2020.* www.protectedplanet.net

68. _____. (2020). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) septiembre de 2020, Cambridge, Reino Unido: UNEP-WCMC y IUCN.* www.protectedplanet.net .

69. USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional), Estados Unidos. (2016). *Plan Municipal para la adaptación al cambio climático del municipio de Chiantla, Huehuetenango. Huehuetenango, Guatemala.* 40 p. [Archivo PDF]. https://nexoslocales.com/wp-content/uploads/2017/01/PMACCR-Chiantla-.pdf

70. Velásquez, G., (2004). *Áreas de recarga hídrica, en ocho microcuencas y dos hoyas hidrográficas, de la cuenca del río Selegua, San Sebastián H., Todos Santos Cuchumatán, Chiantla y Huehuetenango.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Nor-occidente. Ingeniería Forestal.

71. World Vision, Estados Unidos. (2004). *Manual de Manejo de Cuencas.* [Archivo PDF]. https://www.actswithscience.com/Descargas/manual%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf

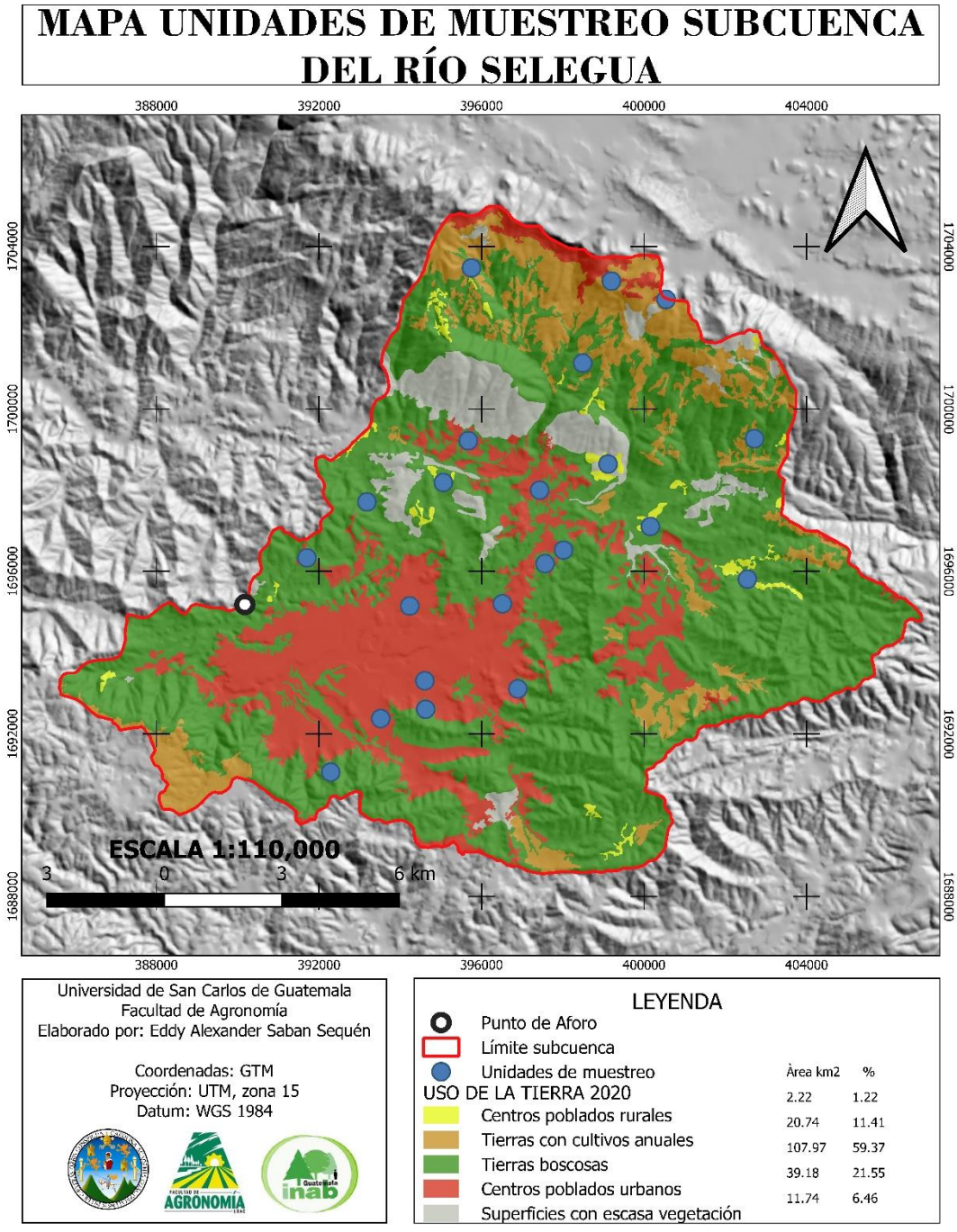
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE ATENCION AL ESTUDIANTE
OAE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

2.9. ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 60A. Fotografías de la investigación. A) Talleres sobre cartografía participativa. B) Utilización de avenza maps para marcar y ubicar las unidades de muestreo. C) Recorridos de campo. D) Entrevistas a los productores y actores principales de la subcuenca del rio Selegua.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 61A. Mapa de unidades de muestreo de la subcuenca del río Selegua.

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL, DIRECCIÓN DE DESARROLLO FORESTAL EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, REGIÓN VII-2 HUEHUETENANGO.

3.1. PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Bosques –INAB- se crea mediante el Decreto Legislativo 101-96 de la Ley Forestal en el año 1996. Considerado como órgano de dirección y autoridad del sector público agrícola en materia forestal. Se le confieren varias atribuciones, una de ellas es impulsar la investigación orientada a la resolución de problemas de desarrollo forestal (INAB, 2015). Y para el cumplimiento de esta atribución, el Departamento de Investigación Forestal –DIF- es el encargado de coordinar, impulsar, apoyar y divulgar diferentes actividades relacionadas a la investigación forestal.

De acuerdo a las funciones del Departamento de Investigación Forestal, se plantearon diferentes servicios que contribuyen con el desarrollo de actividades técnicas y científicos dentro de la institución.

El primer servicio corresponde al apoyo para la remedición de parcelas de medición forestal (PPMF) y el segundo corresponde a la elaboración de diferentes mapas temáticos correspondientes al área de estudio (subcuenca el río Selegua).

Los servicios se realizaron en la Región VII-2 Huehuetenango del Instituto Nacional de Bosques (INAB) que conforman los departamentos de Huehuetenango y Quiché. Las actividades se realizaron durante los meses comprendidos de febrero a noviembre del 2020.

3.2. SERVICIO 1: REMEDICIÓN DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN FORESTAL –PPMF- EN PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS

En el país se promovieron y se impulsaron el establecimiento y monitoreo de parcelas permanentes de medición forestal –PPMF- a finales de los años noventa y principios de los años 2000. Parte de la estrategia para la generación de una base de datos de información científica sobre la estructura y la dinámica de los bosques, principiando con parcelas en bosques naturales de coníferas y en plantaciones (INAB, 2012). Estableciendo en años posteriores parcelas en bosques naturales de latifoliados a nivel nacional. Un esfuerzo realizado en conjunto con la academia, iniciativa privada, instituciones de gobierno, ONG´s y concesionarios (Marmillod, 2012).

Las parcelas permanentes de medición forestal funcionan como una herramienta eficaz y eficiente para la obtención de datos de crecimiento y rendimientos de árboles tanto individuales, como en rodales (Salazar, 2007). Es por ello que dentro del departamento de investigación forestal la actualización y administración de la red de PPMF es una de las funciones más importantes que se llevan a cabo año con año. Logrando generar una base de información confiable y disponible para posteriores investigaciones.

3.2.1. Objetivos

3.2.1.1. Objetivo general

Remedir las diferentes parcelas permanentes de medición forestal –PPMF- establecidas en plantaciones forestales a cargo de la Sub-región VII-2 Huehuetenango.

3.2.1.2. Objetivos específicos

- Brindar apoyo técnico a la sub-región VII-2 Huehuetenango para la medición de variables dasométricas de árboles ubicados dentro de las distintas PPMF.

- Rellenar cada boleta de campo con información de las parcelas permanentes de medición forestal –PPMF- previamente establecidas.

- Realizar el mantenimiento correspondiente a cada PPMF.

3.2.2. Recursos

A. Material y equipo forestal

- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- GPS
- Machete
- Brújula
- Clinómetro
- Hipsómetro
- Pintura en aerosol
- Formularios 1, 2, 3, 4, 5 y 6. (figura A64 a A69)

3.2.3. Metodología

La remedición de parcelas permanentes de medición forestal –PPMF-, es una actividad que se realiza anualmente. Cuya finalidad es la obtención de datos e información sobre el estado y cambios ocurridos en los rodales. A lo largo del país las Sub-regiones son las encargadas de organizar, planificar y efectuar dicha actividad (Salazar, 2007).

1. Se procedió a reubicar las parcelas establecidas originalmente a través de la búsqueda y limpieza de zangas ubicadas a las esquinas.

2. Se tomaron datos de altura de cada árbol con la ayuda de un hipsómetro y datos del diámetro a una altura de 1.30 m, empleando para ello una cinta diamétrica.

3. Se remarcaron los números de los árboles con pintura en aerosol de color rojo.

4. Se tomaron datos de la forma del fuste y el estado fitosanitario de cada árbol, para ellos se utilizaron códigos, datos que posteriormente se anotaron.

5. Los datos consignados se anotaron en boletas de campo (formularios prediseñados por el sistema de manejo de información sobre recursos arbóreos –MIRA-) y posteriormente se pasaron en limpio.

3.2.4. Resultados

Se realizaron dos visitas de campo logrando remedir 5 parcelas permanentes de medición forestal (PPMF). Las parcelas se encontraban dentro del departamento de Huehuetenango, en los municipios de Chiantla y Malacatancito (figura 62). En cada una de las visitas de campo se lograron consignar datos que corresponden a las variables dasométricas, tales como altura y DAP (diámetro del árbol a una altura de 1.30 m), así como el estado fitosanitario del árbol (figura 63 y 64).

En cada parcela se procedió a completar los 6 formularios de campo con información y datos de la finca (figura 77A a 82A). Y por último se procedió a darle el mantenimiento correspondiente a cada parcela, tales como el repintado de número de los árboles y limpieza de zanjas. Las diferentes actividades llevadas a cabo durante las visitas de campo a las parcelas, se realizaron conjuntamente con el personal del INAB. Estas actividades se desarrollaron entre los meses de octubre y noviembre. En el cuadro 32 se presentan las parcelas visitadas del municipio de Chiantla y Malacatancito donde se detalla el nombre de la finca, las coordenadas, municipio y especies que se encuentran dentro de la parcela.

Cuadro 32. Parcelas permanentes de medición forestal remedidas en 2020.

No.	Código parcela	Fecha de medición	Finca	Coordenadas		Municipio	Especie
				x	y		
1	I72-6-2	01/10/20	Astillero Municipal Malacatancito	392161	1686864	Malacatancito	*Pinus montezumae* Lamb
2	I72-5-1	01/10/20	La Alfalfa	402854	1696545	Chiantla	Mixtas
3	I72-12-1	08/10/20	Las Majadas/El Boquerón	410326	1715941	Chiantla	*Cupressus lusitanica* Mill
4	I72-12-2	08/10/20	Las Majadas/El Boquerón	410288	11715941	Chiantla	*Cupressus lusitanica* Mill
5	I72-12-3	08/10/20	Las Majadas/El Boquerón	410252	1715950	Chiantla	*Cupressus lusitanica* Mill

La importancia de la remedición de parcelas permanentes de medición forestal se basa en la actualización de datos que contribuyan con el adecuado estudio de la calidad de sitio y observar la dinámica del crecimiento de los árboles, de tal manera que se puedan obtener datos para la toma de decisiones. Cabe mencionar que para facilidad en la toma de los datos se utilizaron copia de los formularios anteriores y con lapicero se fueron actualizando.

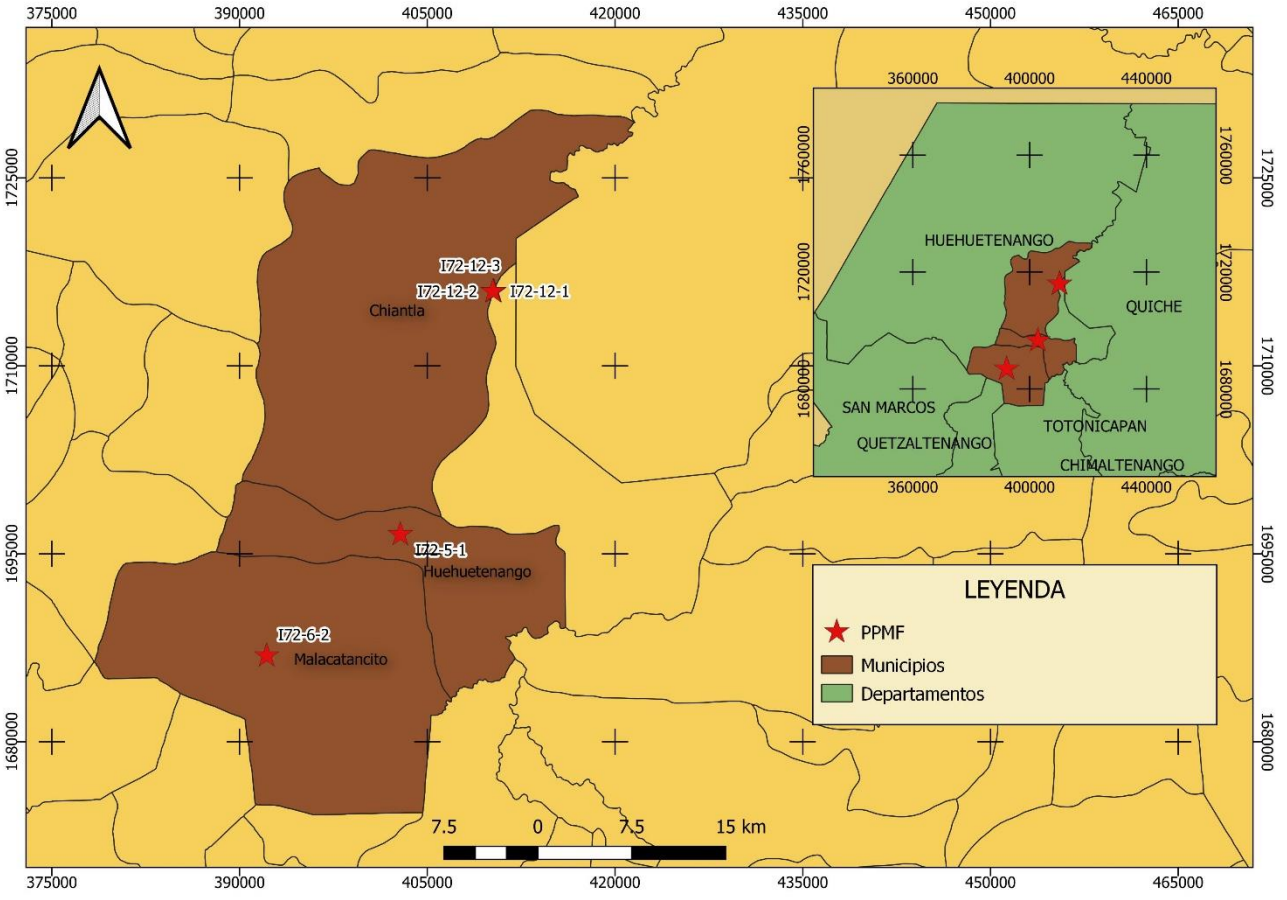


Figura 62. Mapa de ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal.

En los cuadros 33 al 37 se presentan las 5 parcelas permanentes de muestreo forestal remedidas en el año 2020, los cuales se cuantificaron de acuerdo al número de árboles en pie.

Los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en la finca Astillero municipal Malacantacito, de la plantación de *Pinus montezumae* con edad 267 meses, presentan una supervivencia del 52 %, el cual es bajo con respecto a los árboles originales dentro de la parcela cuya área neta es de 500 m^2. El valor promedio del diámetro de los árboles corresponde a 16.90 cm con un incremento (IMA) de 0.80 cm en los 267 meses de edad.

Las alturas totales de los árboles en promedio se encuentran en 10.60 m, con una altura dominante de 12.10 m, y con incremento de 0.50 m durante los 267 meses de edad. En cuanto al área basal se obtuvo un total de 20.60 m^2/ha con un incremento corriente anual de 0.10 m^2/ha. El volumen total de la parcela permanente de medición forestal corresponde a un 98.90 m^3/ha, un incremento de 40.40 m^3/ha/año, mientras que el incremento corriente anual (ICA) es de 4.30 m^3/ha.

De acuerdo a estos valores obtenidos, el crecimiento y productividad de la parcela de *Pinus montezumae* se encuentra en una categoría de pésima, esto en comparación a estudios realizados con otras especies de pinos, donde los incrementos, tanto el IMA e ICA son mayores. Por otra parte, cabe mencionar que la parcela se encuentra ubicada en un área donde la distribución potencial pertenece a la de *Pinus oocarpa*, esto con base a los datos elaborados por el departamento de investigación forestal del Instituto Nacional de Bosques.

Cuadro 33. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Astillero Municipal Malacatancito.

Variable	**Datos**
Especie	*Pinus montezumae* Lamb
Edad (meses)	267
Supervivencia (%)	52
Área neta (m^2)	500
DAP promedio (cm)	16.90
IMA DAP promedio (cm)	0.80
Altura total (m)	10.60
IMA altura (m)	0.50
Altura dominante (m)	12.10
Área basal (m^2/ha)	20.60
ICA área basal (m^2/ha)	0.10
Volumen total (m^3/ha)	98.90
IMA volumen total (m^3/ha/año)	4.40
ICA volumen total (m^3/ha)	4.30

Los resultados obtenidos de la medición de árboles en pie de la parcela permanente de medición forestal cuyo tratamiento corresponde a especies mixtas (*Cupressus lusitanica* y *Pinus pseudostrobus*), con edad de 267 meses. Los valores correspondientes a la supervivencia son del 52 % mixtas y del 50 % para ciprés, el cual es bajo, en comparación al pino el cual es del 100 %, sin embargo, para este último únicamente se contabilizaron 2 árboles dentro de la parcela. En cuanto al valor del diámetro, el promedio del total de árboles dentro de la parcela es del 10.40 cm, considerando un promedio de 0.40 cm para los árboles de ciprés y un promedio de 11.00 cm para los árboles de pino.

La altura promedio de los árboles es de 8.50 m, con un incremento medio anual de 0.40 m, cuya altura dominante es de 10.40 m. El área basal del total de árboles dentro de la parcela corresponde a 4.80 m^2/ha, con un escaso incremento corriente anual de 0.10 m^2/ha, para los árboles de ciprés un área basal de 4.40 m^2/ha, y para los árboles de pino un área basal de 0.40 m^2/ha. El volumen total obtenido corresponde a 17.20 m^3/ha, con un incremento medio anual de 0.80 y un incremento corriente anual de 1.70 m^3/ha

De acuerdo a los datos obtenidos, el crecimiento y desarrollo del ciprés (*Cupressus lusitanica*) y pino (*Pinus pseudostrobus*) es pésima, esto se ve reflejado en los bajos valores del IMA DAP promedio, IMA altura e IMA volumen total. También es de considerar que la ubicación de la parcela se encuentra fuera del rango de la distribución potencial del ciprés, en cuanto al pino, los datos no corresponden a una población muestra, por lo que es difícil obtener un resultado. Este análisis realizado con base a datos proporcionados por el departamento de investigación forestal del Instituto Nacional de Bosques.

Cuadro 34. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca La Alfalfa, Chiantla.

Variable	**Datos**		
Especie	Mixtas	*Cupressus lusitanica* Mill	*Pinus pseudostrobus var. Pseudostrobus*
Edad (meses)	267	267	267
Supervivencia (%)	52	50	100
Área neta (m^2)	500	500	500
DAP promedio (cm)	10.40	9.80	11.00
IMA DAP promedio (cm)	0.50	0.40	0.50
Altura total (m)	8.50	8.50	--
IMA altura (m)	0.40	0.40	--
Altura dominante (m)	10.40	10.40	--
Área basal (m^2/ha)	4.80	4.40	0.40
ICA área basal (m^2/ha)	0.10	0.10	0.00
Volumen total (m^3/ha)	17.20	17.20	--
IMA volumen total (m^3/ha/año)	0.80	0.80	--
ICA volumen total (m^3/ha)	1.70	1.70	--

Los resultados obtenidos de las tres parcelas que se encuentran ubicadas en la fina Las Majadas/El Boquerón, Chiantla se presentan en el cuadro 35 al 37. Los árboles de las tres parcelas tienen una edad de 208 meses, el porcentaje de supervivencia es similar, 89, 92 y 93 sucesivamente. En cuanto al diámetro, es mayor en la parcela I72-12-1 con un total de 17.40 cm, seguidamente de la parcela I72-12-3 con 13.40 cm y parcela I72-12-2 con 12.90 cm. El rango de incremento medio anual en promedio se encuentra entre 0.70 a 1.00 cm.

Los promedios de alturas de los árboles dentro de las parcelas se encuentran en un rango de 9.50 a 11.60 m, con un incremento medio anual de 0.50 m a 0.70 m. En cuanto al área basal el rango se encuentra entre 17.00 m^2 /ha a 38.60 m^2 /ha, presentando una menor área basal en la parcela I72-12-2 y mayor en la parcela I72-12-1. El incremento corriente anual (ICA), se encuentra entre un rango de 1.30 m a 2.70 m. Se obtuvo un volumen total de 204.40 m^3 /ha para la parcela I72-12-1, un volumen total de 82.90 m^3 /ha para la parcela I72-12-2 y para la parcela I72-12-3 un volumen total de 95.70 m^3 /ha, en cuanto al incremento medio anual del volumen total es de 11.80 m^3/ha/año, 4.80 m^3/ha/año y 5.50 m^3/ha/año sucesivamente, mientras que para el incremento corriente anual es de 45.60 m^3 /ha, 30.80 m^3 /ha y 21.80 m^3 /ha.

De acuerdo a los datos obtenidos, el crecimiento y desarrollo de los árboles dentro de la parcela se encuentran en una categoría de medio a malo con relación al IMA del DAP, mientras para el IMA de la altura se encuentra en una categoría de mala a pésimo. En cuanto al IMA del volumen total la parcela I72-12-1 se encuentra en una categoría de bueno a medio, la parcela I72-12-2 y parcela I72-12-3 se encuentran en una categoría de medio a malo. Es importante mencionar que la ubicación de las parcelas no se encuentra dentro de la distribución potencial de ciprés (*Cupressus lusitanica*), esto con base a los estudios realizados por el departamento de investigación forestal de Instituto Nacional de Bosques.

Cuadro 35. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-1.

Variable	**Datos**
Especie	*Cupressus lusitanica* Mill
Edad (meses)	208
Supervivencia (%)	89
Área neta (m^2)	500
DAP promedio (cm)	17.40
IMA DAP promedio (cm)	1.00
Altura total (m)	11.60
IMA altura (m)	0.70
Altura dominante (m)	13.30
Área basal (m^2/ha)	38.60
ICA área basal (m^2/ha)	2.70
Volumen total (m^3/ha)	204.40
IMA volumen total (m^3/ha/año)	11.80
ICA volumen total (m^3/ha)	45.60

Cuadro 36. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, finca Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-2.

Variable	**Datos**
Especie	*Cupressus lusitanica* Mill
Edad (meses)	208
Supervivencia (%)	92
Área neta (m^2)	500
DAP promedio (cm)	12.90
IMA DAP promedio (cm)	0.70
Altura total (m)	10.80
IMA altura (m)	0.60
Altura dominante (m)	12.20
Área basal (m^2/ha)	17.00
ICA área basal (m^2/ha)	1.30
Volumen total (m^3/ha)	82.90
IMA volumen total (m^3/ha/año)	4.80
ICA volumen total (m^3/ha)	30.80

Cuadro 37. Valores promedios por parcela de medición de árboles en pie, Las Majadas/El Boquerón, parcela I72-12-3.

Variable	**Datos**
Especie	*Cupressus lusitanica* Mill
Edad (meses)	208
Supervivencia (%)	93
Área neta (m^2)	500
DAP promedio (cm)	13.40
IMA DAP promedio (cm)	0.80
Altura total (m)	9.50
IMA altura (m)	0.50
Altura dominante (m)	11.40
Área basal (m^2/ha)	32.00
ICA área basal (m^2/ha)	1.80
Volumen total (m^3/ha)	95.70
IMA volumen total (m^3/ha/año)	5.50
ICA volumen total (m^3/ha)	21.80

Las visitas de campo para la medición de variables dasómetricas de las parcelas, con la finalidad de cumplir con la actualización de la información de las boletas (figura 68 y 69). Dentro de las visitas de campo a las parcelas se conformó un equipo con varios técnicos para la ubicación de las parcelas, delimitación y recopilación de datos, utilizando para ellos boletas.



Figura 63. Remedición de PPMF Astillero Municipal Malacatancito.



Figura 64. Remedición y mantenimiento de PPMF, El Boquerón.

3.2.5. Conclusiones

Se realizó la remedición de 5 parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones de coníferas. El procedimiento se realizó en base a la guía para el establecimiento y monitoreo de PPMF en plantaciones de coníferas.

Se logró actualizar la información de los formularios de campo de cada PPMF con información correspondiente al año 2020 y los análisis correspondientes de acuerdo a los datos obtenidos.

Se realizó el procedimiento correspondiente a la limpieza y mantenimiento de la parcela, entre ellos el repintado de los árboles y limpieza de las zanjas que delimitan cada parcela.

3.2.6. Recomendaciones

Incrementar el grado de importancia para estas actividad y precisión al momento de la toma de los datos, con la finalidad de mejorar en gran medida la obtención de la información sobre el crecimiento y desarrollo de los rodales.

.

3.3. SERVICIO 2: ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA

Los mapas temáticos tienen como finalidad el representar de una forma clara, ordenada, contrastada y estética los elementos de un área o superficie terrestre (UNA, 2016). Su interés ha transcendido a un amplio público, potencializando el lenguaje gráfico y flexible. Se ha convertido en una fundamental herramienta para la transmisión y conceptualización de conocimientos. La correcta representación de los mapas temáticos contribuye al lector visualizar y conocer problemas de su entorno, así también contribuye a la toma de decisiones y a la correcta planificación dentro del área de estudio (Pueyo-campos *et al.* 2016).

La elaboración de mapas temáticos es una actividad que genera información de importancia sobre los aspectos biofísicos que ocurren dentro de la subcuenca del río Selegua.

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1. Objetivo general

Elaborar distintos mapas temáticos correspondientes a la subcuenca del río Selegua, para que sirvan de consulta para posteriores investigaciones.

3.3.1.2. Objetivos específicos

- Representar gráficamente aspectos biofísicos actualizados al año 2020.
- Generar información cuantitativa del área de estudio.
- Diseñar mapas a una escala apropiada para facilitar la interpretación de la información.

3.3.2. Recursos

- Computadora.
- Software Quantum GIS.
- Boleta de campo.
- Fotografías satelitales.
- GPS.
- Acceso a internet.
- Aplicaciones (Avenza maps).
- Cámara.

3.3.3. Metodología

La metodología general para la elaboración de mapas temáticos se desarrolla de acuerdo a los siguientes pasos.

3.3.3.1. Compilación de información del mapa base

Se seleccionaron mapas nacionales (shapefile) elaborados por el MAGA, IGN y metadatos de fuentes confiables (NASA, IDEG), incluyen mapas topográficos, geográficos, fotografía áreas, ortófotos y otros.

3.3.3.2. Recopilación de información sobre el área

Se realizó una recopilación de información general sobre el área de estudio, entre ellos la localización geográfica, ubicación política, acceso, extensión, información generada a través de mapas a nivel nacional (geología, zonas de vida, uso de la tierra, cobertura vegetal, entre otros).

Con base a técnicas cartográficas y caminamientos de campo se definieron unidades de mapeo. Para la elaboración de los mapas se utilizó una escala a nivel general o de reconocimiento.

3.3.3.3. Elaboración de mapas temáticos

Se utilizó el software libre Quantum GIS para la elaboración de los diferentes mapas temáticos. Se cargaron los datos (shapefile, fotos aéreas y puntos de muestreo) en el software. Para una mejor representación se utilizó DEM como base, recurso obtenido del IGN.

Seguidamente se realizó el diseño del mapa utilizando el diseñador de impresión de QGIS. Se añadió al diseño una escala gráfica y numérica, una flecha para definir el norte. Se agregó una leyenda, una cuadricula (grid) y una etiqueta para introducir información sobre la composición del mapa elaborado. Finalmente se guardó para su posterior corrección y edición final.

3.3.3.4. Corrección y edición final

Se realizaron correcciones de los mapas previamente elaborados mediante recorridos de campo y puntos de referencia obtenidos en campo.

3.3.4. Resultados

La subcuenca del río Selegua presenta una extensión de 181.85 km^2. Una superficie extensa, por lo que se determinó trabajar los mapas temáticos a una escala general o de reconocimiento. Se utilizó una escala de 1:110,000. Una escala adecuada para la transmisión y análisis de información.

Los mapas se trabajaron utilizando el programa Qgis y fueron elaborados en coordenadas GTM, proyección UTM, zona 15 y Datum WGS 1984.

Se elaboraron un total de 12 mapas correspondientes a las características biofísicas de la subcuenca del río Selegua. Entre ellos las que se describen en el cuadro 38, correspondientes a la figura 65 a 76.

Estos mapas contribuirán con la base para futuras investigaciones o utilizadas para la planificación de la subcuenca.

Cuadro 38. Mapas temáticos de la subcuenca del río Selegua.

No.	Mapa	Descripción
1	Mapa de ubicación municipal.	Delimitación de los municipios.
2	Mapa de isoyestas.	Muestran el valor de las precipitaciones.
3	Mapa de isotermas.	Muestra la distribución de la temperatura.
4	Mapas de isopletas.	Muestra la distribución de la evapotranspiración.
5	Mapas de zonas de vida.	Elaborado a partir del sistema de clasificación propuesta por Holdridge.
6	Mapa geológico.	Presenta los diferentes tipos de unidades geológicas.
7	Mapa de pendientes.	Clasificación de pendientes propuesta por el INAB.
8	Mapa de susceptibilidad a erosión.	Presenta información de la clasificación de áreas susceptibles a la erosión.
9	Mapa fisiográfico.	Muestra información sobre las regiones fisiográficas.
10	Mapa de uso de la tierra.	Muestra las categorías de uso de la tierra para el año 2020 y leyenda propuesta por la UGI.
11	Mapa de capacidad de uso.	Muestra la capacidad de uso del área en estudio, metodología propuesta por el INAB.
12	Mapa de intensidad de uso de la tierra.	Muestra información sobre el uso óptimo de cada área a partir del mapa de uso y capacidad de uso.

En los mapas elaborados, se presenta la información correspondiente a los aspectos biofísicos de la subcuenca del río Selegua. En la figura 65 se muestra la ubicación y el porcentaje de superficie que abarcan los tres municipios (Aguacatán, Chiantla y Huehuetenango) dentro de la subcuenca. Se elaboraron tres mapas donde se muestra la distribución de la precipitación, temperatura y evapotranspiración a lo largo de la subcuenca, isoyetas (figura 66), isotermas (figura 67) e isopletas (figura 68).

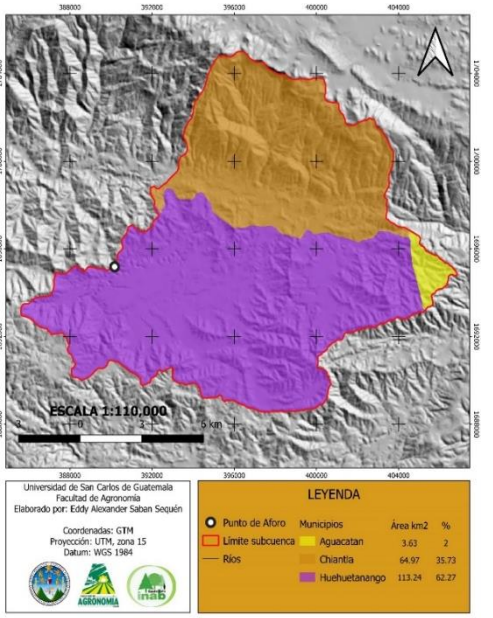


Figura 65. Mapa de ubicación municipal.

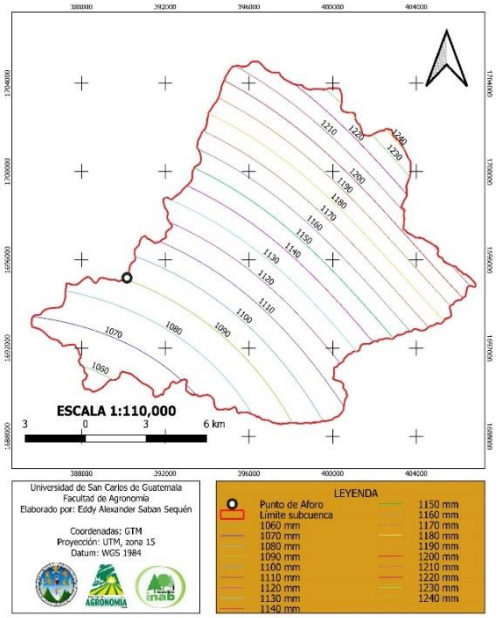


Figura 66. Mapa de isoyetas.

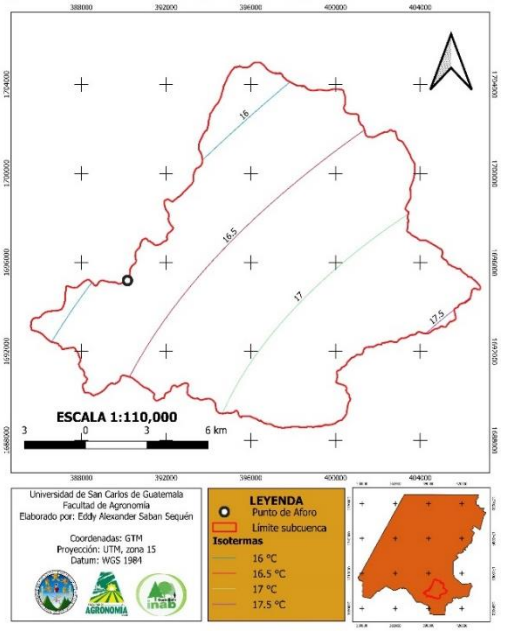


Figura 67. Mapa de isotermas.

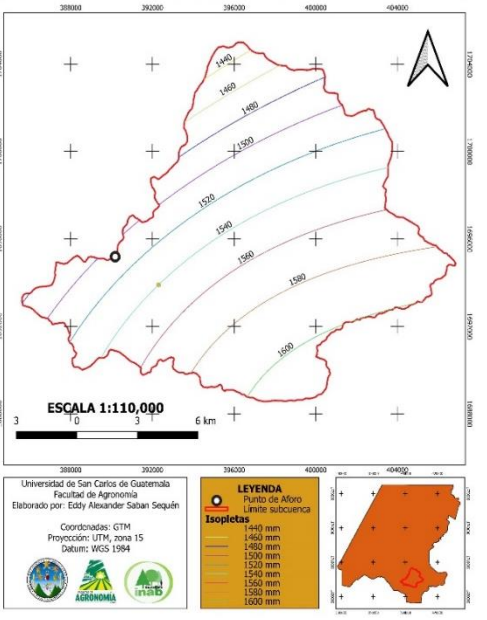


Figura 68. Mapa de isopletas.

En la figura 69, se presenta el mapa de zonas de vida, en cuya superficie es dominada por el bosque húmedo montano bajo tropical con un total de 94.48 %. En la figura 70 se muestra la geología de la subcuenca, contabilizando un total de 7 unidades geológicas y 4 de estas cubren el 86.22 % de la subcuenca, (Qp) con 60.74 km^2, rocas plutónicas sin dividir; (I) con 33.26 km^2, rocas sedimentarias del carbonífero y pérmico; (CPsr) con 32.87 km^2; (Pzm) con 29.92 km^2.

Se realizó el mapa de susceptibilidad a la erosión (figura71) con base a los datos obtenidos del mapa de pendientes (figura 72). En el que se puede observar el grado a susceptibilidad a erosión de la subcuenca, predominando la categoría de bajo a medio con un poco más del 80 % del total de la superficie total. En cuanto al mapa fisiográfico se presentan dos tipos de fisiografía, donde el 74 % abarcan las tierras altas cristalinas, mientras el 26 % tierras altas sedimentarias.

Los mapas de uso de la tierra, capacidad de uso e intensidad de uso, se pueden observar en las figuras 74, 75 y 76, sucesivamente. Para el año 2020, el uso de la tierra se encuentra dominado por las tierras boscosas contando con una superficie del 59 %, seguido de los centros poblados con un 22 %. En cuanto a la capacidad de uso, se determinó que el 45 % de la superficie total se encuentra dentro de la categoría de tierras forestales, mientras el 55 % se ubica dentro de la categoría de agroforestería. Con base a los mapas anteriores se obtuvo el mapa de intensidad de uso, obteniendo como resultado que el 54 % de la superficie de la subcuenca se encuentra en uso correcto, el 19 % en subuso y únicamente 5 % se encuentra en sobreuso.

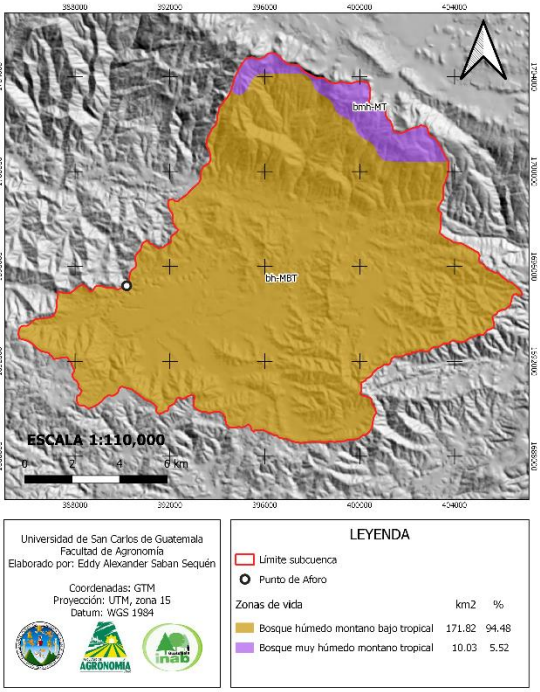


Figura 69. Mapa de zonas de vida.

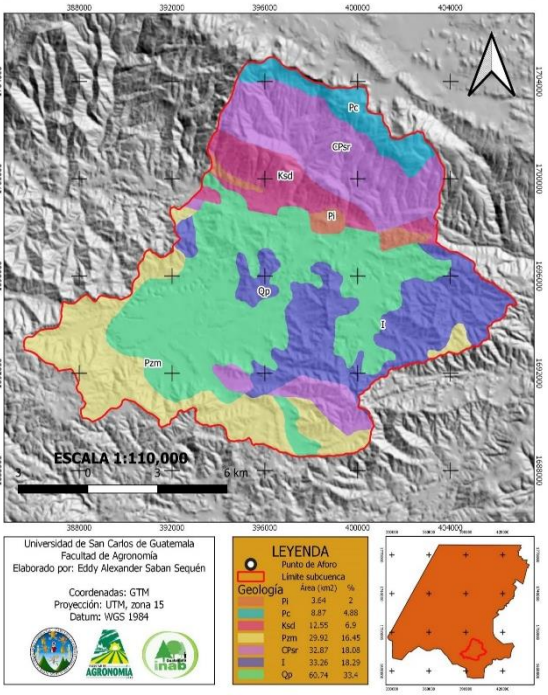


Figura 70. Mapa geológico.

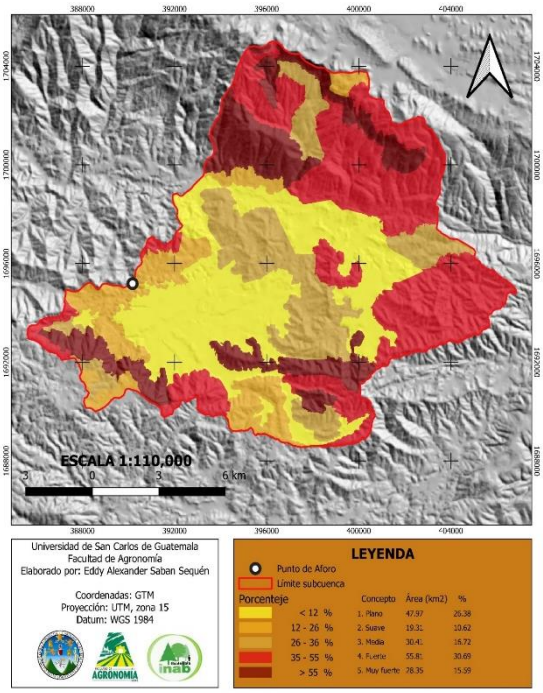


Figura 71. Mapa de pendientes.

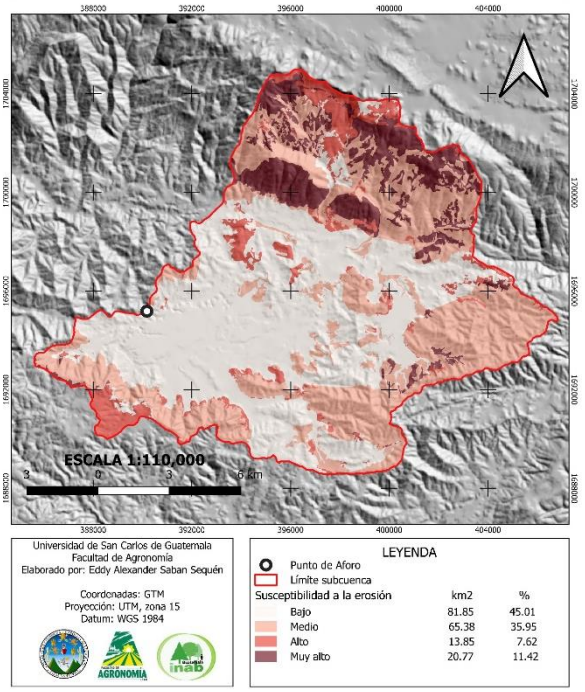


Figura 72. Mapa de susceptibilidad.

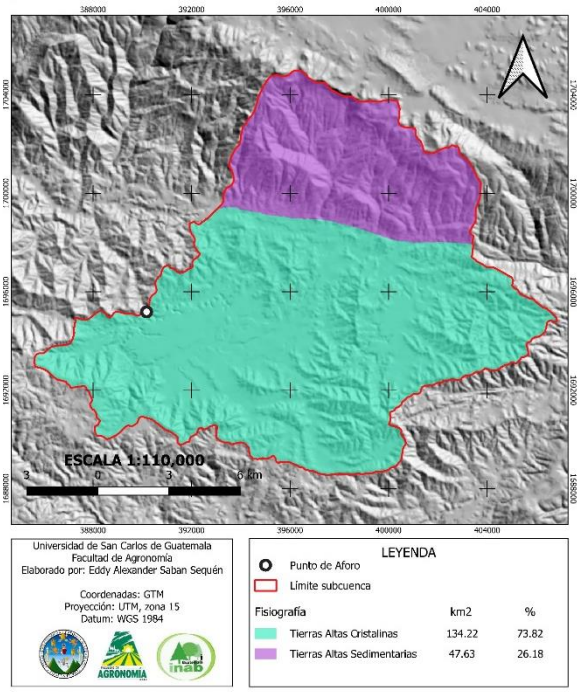


Figura 73. Mapa de fisiográfico.

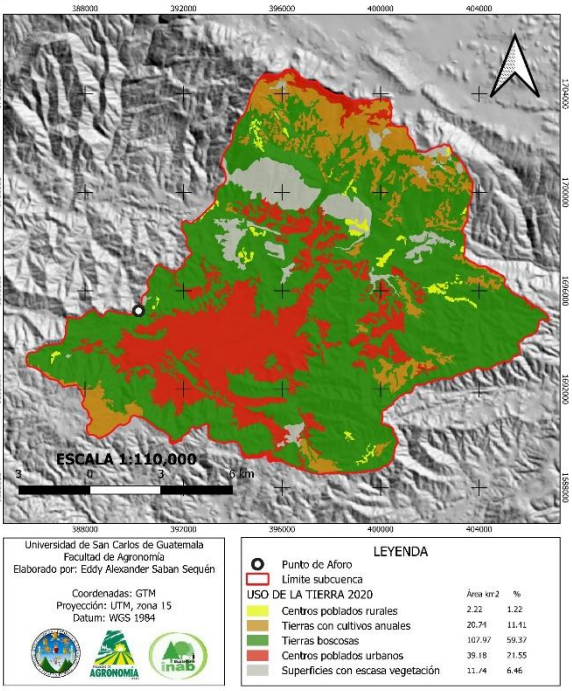


Figura 74. Mapa de uso de la tierra

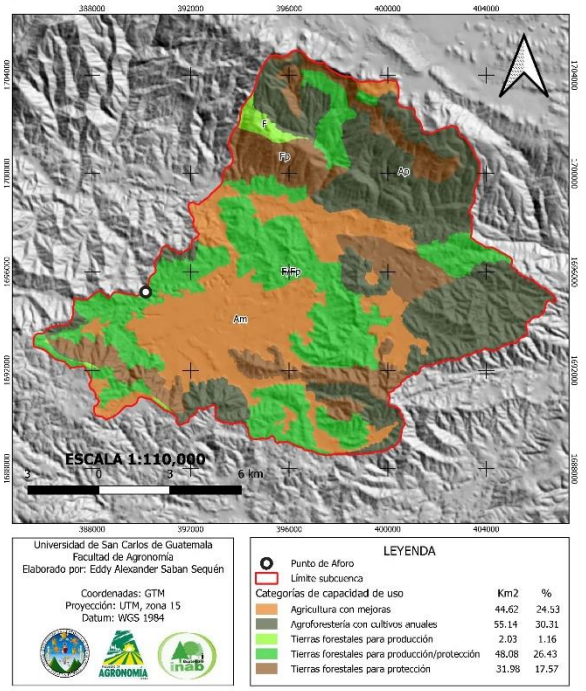


Figura 75. Mapa de capacidad de uso.

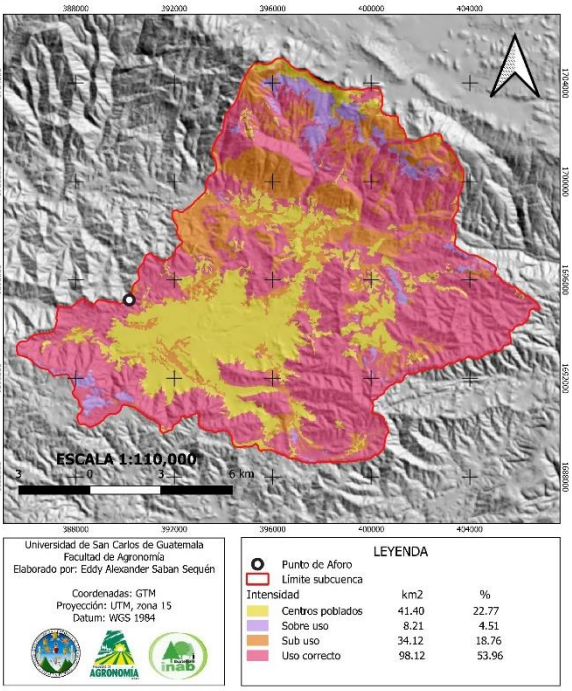


Figura 76. Mapa de intensidad de uso.

3.3.5. Conclusiones

Se representaron aspectos biofísicos de la subcuenca del río Selegua, para ello se elaboraron 12 mapas temáticos relacionados al suelo, cobertura, datos climáticos y uso de la tierra.

Los mapas fueron diseñados a una escala 1:110,000 apropiada para la interpretación de información de la subcuenca del río Selegua.

3.3.6. Recomendaciones

Actualizar la información de los mapas cada cierto tiempo para tener una base de datos para futuras investigaciones y disponer de información sobre la dinámica dentro de la subcuenca.

En futuros estudios realizar esfuerzos para mejorar el nivel de la escala en los mapas, elaborar mapas a nivel de detalle para mejorar en gran manera la interpretación de los mismos.

3.4. BIBLIOGRAFÍA

1. INAB (Instituto Nacional de Bosques), Guatemala. (2012). *Guía para el establecimiento, monitoreo y rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosques naturales de coníferas.* Guatemala: INAB [Archivo PDF]. http://ppm.inab.gob.gt/docs/metodologia_ppm_en_bnc.pdf

2. _____. (2015). *Programa nacional de investigación forestal.* Guatemala: INAB. [Archivo PDF]. http://portal.inab.gob.gt/images/servicios_en_linea/investigacionforestal/programa_nacional_investigacion_forestal_inab.pdf

3. _____. (INAB). (2016). *Boletas de campo plantaciones.* [Archivo PDF]. http://ppm.inab.gob.gt/docs/boletas_de_campo_plantaciones.pdf

4. Marmillod, D. (2012). *La red de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones, bosque natural latifoliado y de coníferas en Guatemala. Diagnóstico del estado actual.* (Serie técnica. Boletín técnico / CATIE; no. 58). 46 p. [Archivo PDF]. http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8668/La_red_de_parcelas_permanentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5. Pueyo-Campos, A; Postigo-Vidal, R; Arranz-López, A; Zúñiga-Antón, M; Sebastián-López, M; Alonso-Logroño, M; López-Escolano, C. (2016*). La cartografía emática: Una herramienta para la gobernanza de las Ciudades. Aportaciones de la semiología gráfica clásica en el contexto de los nuevos paradigmas geográficos.* Revista de Estudios Andaluces 33(1):84-110.

6. Salazar Arana, M. (2007). *Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiarias PINFOR.* Guatemala, INAB. 34p. [Archivo PDF]. http://ppm.inab.gob.gt/docs/metodologia_ppm_plantaciones.pdf

7. UNA (Universidad Nacional de Costa Rica), Costa Rica. 2016. *Guía para la elaboración de mapas II versión (en línea). Documento preparado para normar la presentación de trabajas cartográficos.* 16 p. [Archivo PDF]. http://www.geo.una.ac.cr/phocadownloadpap/ECG-Normativa/GUIA_PARA_LA_ELABORACIoN_DE_MAPAS_II_V.pdf

FACULTAD DE AGRONOMÍA OFICINA DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

3.5. ANEXOS

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 1. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE LA FINCA**

Código de país: [ ][ ] 1 Código del proyecto: [ ][ ][ ] 2 Numero de la Región-Finca: [ ][ ] - [ ][ ][ ] 3

Nombre de la Finca: _____ 4

Nombre del propietario: _____ 5

Tipo de propietario:

0=no hay información, 1=individual, 2=terreno comunal, 3=grupo organizado, 4=industria estatal [ ] 6

5=instituto o agencia estatal, 6=industria privada, 7=instituto o agencia privada, 8=otro: _____

Ubicación de la finca al pueblo o lugar poblado mas cercano (distancia aproximada en km)

_____ 7

_____

Localización política (Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, etc.)

_____ 8

Coordenadas GTM X _____ 9 Y _____ 10

Elevación: [ ][ ][ ][ ] 11 Pendiente promedio (%) [ ][ ][ ][ ] 12

Código de fuego [ ] 13
0=no hay información, 1=nunca, 2=raro (menos de una vez por año),
3=anuales (1 por año) 4=frecuentes (varias veces por año)

Frecuencia de heladas [ ] 14
0=no hay información, 1=nunca, 2=raro (al menos una vez al año),
3=comun (varias veces al año) 4=periodico (estacional)

Indicar fechas del periodo: de [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] a [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] 15

Cantidad de meses secos [ ][ ] 16

Indicar fechas de [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] a [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] 17

Área de la finca (ha) _____ 18 Area de plantación forestal (ha) _____ 19

Contacto en finca para coordinar mantenimiento del (los) experimento (s):

Nombre: _____ 20

Cargo: _____ 21 Número de teléfono: _____ 22

Notas: 23

**Modificado de Form. 1 de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente**:** Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 77A. Boleta de descripción de la finca en la plantación forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 2. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE EXPERIMENTO**

Código de país: [ ][ ] 1 Código del proyecto: [ ][ ][ ] 2 No. serial del experimento: [ ][ ][ ][ ] 3

Numero de la Región-Finca: [ ][ ] - [ ][ ][ ] 4 Número total de rodales: [ ][ ][ ][ ] 5

Código del tipo de experimento: *Asignar P=Parcelas individuales* Número total de repeticiones: *Asignar cero* (0)

Código de estado del experimento: *Asignar AS = Activo sin cambio* Area del rodal (ha) [ ][ ][ ][ ][ ] 6

Fecha de inicio de evaluacion del Experimento (dd-mm-aaaa): [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] 7

Duración esperada del experimento (años): [ ][ ][ ] 8 Número total de parcelas del experimento: [ ][ ] 9

Eliminación de la vegetación: [ ] 10
1=manual, 2=mecánico, 3=quimico, 4=fuego, 6=animal
códigos en orden de importancia (hasta 3 opciones)

Código del método de preparación del suelo antes de la plantación: [ ] 11
0=no hay información, 1=ninguno, 2=arado completo, 3= arado en surcos 4=subsolado en surcos,
5=terrazas individuals, 6=terrazas continuas, 7=otros: _____

Método de establecimiento de la plantación: [ ] 12
0=no hay información, 1=manual, 2=mecánico o aéreo, 3=manual+mecánico

Código de tipo de vegetación utilizada en la plantación: [ ] 13
0=no hay información, 1=plantación, 2=siembra directa , 3=vegetación natural,
4=vegetación natural interplantada , 5=vegetación natural + siembra directa,

Código de material vegetativo utilizado en la plantación: [ ] 14
0=no hay información, 1= semilla , 2=planta en bolsa plástica, 3=planta en otro tipo de envase,
4=estaca pequeña, 5=estaca tipo poste, 6=pseudo-estaca (con poda de raíz y/o de hojas) ,
7=raiz desnuda, 8 = trasplante de regeneración natural , 9=especificar otro tipo: _____

Código de topografía: [ ] 15
1=suave (0 a 12%), 2=moderado (12 a 25%), 3=pronunciado (25 a 50%),
4=muy pronunciado (50 a 75%), 5=escarpado (mayor de 75%)

Fertilización durante la plantación: [ ] 16
0=no hay información, 1=no, 2 = si

Fórmula o tipo del fertilizante usadolmacro y micro elementos, u orgánico): 17

_____

Cantidad de fertilizante: [ ][ ][ ] 18 Fecha de fertilización: [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] 19

Unidad de aplicación del fertilizante : 1=g/árbol, 2=kg/ha, 3=ml/árbol, 4=lb/'ha; 5=otro: _____ [ ] 20

Método de aplicación del fertilizante : [ ] 21
0=no hay información, l=en el hoyo, 2=alrededor del árbol, 3= disperso en la plantación,
4=en líneas , 5 = follar , 6=aéreo, 7=especifique otro tipo de aplicación: _____

Notas: 22

**Modificado de Form. 2 de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 78A. Boleta de descripción del experimento en la plantación forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 3. BOLETA DE CROQUIS DEL EXPERIMENTO**
(El croquis debe incluir la ubicación de las parcelas del experimento)

Código de país: [ ][ ] 1 Código del proyecto: [ ][ ][ ] 2 No. serial del experimento: [ ][ ][ ][ ] 3

Numero de la Región-Finca: [ ][ ] - [ ][ ][ ] 4 Número serial del rodal dentro de la finca: [ ][ ][ ][ ] 5

Código de la Especie: [ ][ ][ ][ ][ ][ ] 6

Esquema del experimento, de acuerdo al diseño en el campo, con orientación al norte

**Modificado de Form. 4a de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 79A. Boleta de croquis del experimento en la plantación forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 4. BOLETA DE DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA**

Código de país: [ ][ ] 1 Código del proyecto: [ ][ ][ ] 2 No. serial del experimento: [ ][ ][ ][ ] 3

Numero serial de la Parcela: [ ][ ] 4 Número serial del rodal dentro de la finca: [ ][ ][ ][ ] 5

Código de la parcela: [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] 6 Número serial de repeticiones: *Asignar cero* (0)

Especie de la parcela: [ ][ ][ ][ ][ ][ ] 7 Numero de arboles originales en la parcela: [ ][ ][ ][ ] 8

Fecha de establecimiento de la plantación (dd-mm-aaaa): [ ][ ] - [ ][ ] - [ ][ ][ ][ ] 9

Espaciamiento (cm) [ ][ ][ ] X [ ][ ][ ] X [ ][ ][ ] 10 Pendiente promedio de la parcela (%) [ ][ ] 11

Area de la parcela: [ ][ ][ ][ ] 12 Unidad: 1=m^2, 2=m [ ] 13

Nombre del rodal o Número de expediente de PINFOR _____ 14

Numero de correlativo de nota de control de plantas o de semilla _____ 15

Banco o entidad que suministro la semilla _____ 16

Codigo de frecuencia de inundaciones [ ] 17
0=no hay información, 1= nunca , 2=raro (menos de 1 vez al año), 3=ocacional (1 a 3 veces por año),
4=frecuente (mas de 3 veces por año) , Indicar promedio del tiempo que pasa inundado _____

Código del drenaje superficial [ ] 18
No limitante: 1=excesivo, 2=bueno, 3=Imperfecto, Limitante: 4=pobre, 5=nulo, 6=cenegado

Código de pedregocidad superficial [ ] 19
No limitante: 1=libre o ligeramente pedregosa (menos del 5%), 2=moderadamente pedregosa (5 a 20%)
Limitante: 3=Pedregosa (21 al 50%), 4=muy pedregosa (50 a 90%)

Código de aspecto geográfico o exposición de la parcela [ ] 20
0=no hay información, 1=Norte, 2=Este, 3=Sur, 4=Oeste, 5=llano, 6=Noreste, 7=Noroeste, 8=Sureste, 9=Suroeste

Codigo de erosion: [ ] 21
0=no hay información, 1=ninguna, 2=moderado, 3= severo, 4=Muy severo,
5 =se observan surcos , 6=se observan carcavas, 7=especifique otro tipo: _____

Clase textural [ ][ ] 22
AA=Arena pura, AL=Arena limosa, LA=Limo arenoso, LL=Limo puro, Aa=Arena arcillosa, AF=Arena franca, FA=Franco arenoso, LF=Limo franco,
La=Limo arcilloso, aA=Arcilla arenosa, FA=Franco arcilloso, AF=Arcilla franca, FL=Franco limoso, aL=Arcilla limosa, aa=Arcilla pura

Clasificación de suelo de acuerdo con Carta o Tabla de Colores de Suelo Munsell H [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] 23

Nota: Determinar en primer horizonte organico (aproximadamente de 0 a 30 cm de profundidad) S [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] 24

Coordenadas GTM X _____ 25 Y _____ 26

Eventos o sucesos dentro de la parcela como raleos, podas, incendios, etc: (indicar fechas e intensidades) 27

**Modificado de Form. 3 de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 80A. Boleta de descripción de la parcela en la plantación forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 5. BOLETA DE CROQUIS DE ARBOLES DENTRO DE LA PARCELA**
(un croquis para cada parcela)

Código de país: [1] Código del proyecto: [2] No. serial del experimento: [3]

Numero de la Región-Finca: [4] Número serial del rodal dentro de la finca: [5]

Código de la Especie: [6] Numero serial de la parcela: [7]

Esquema ubicación espacial de los arboles dentro de la parcela de acuerdo al diseño en el campo y orientacidos al norte [8]

Notas: [7]

**Modificado de Form. 4b de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 81A. Boleta de croquis de árboles dentro de la parcela en la plantación forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

Formulario 6. BOLETA DE MEDICION DE ARBOLES EN PIE**

Código de país: [1] Código del proyecto: [2] No. serial del experimento: [3]

Numero serial de la Parcela: [4] Número serial del rodal dentro de la finca: [5]

Numero de la Región-Finca: [6] Nombre de la finca: [7]

Código de la parcela: [8] Número serial de repeticiones: *Asignar cero* (0)

Fecha de medición: [9] No. de árboles vivos: [10]

Dimencional del DAP (1=mm y 2=cm) [11] Dimencional de Altura (1=dm y 2=m) [12] Tipo de diámetro: *Asignar P* (P =DAP)

Nombres de anotadores: [13]

14 Arbol No.	15 Eje No.	16 DAP	17 Altura total	18 Código forma y defecto del fuste	19 Código sanidad	20 Especie/otros	14 Arbol No.	15 Eje No.	16 DAP	17 Altura total	18 Código forma y defecto del fuste	19 Código sanidad	20 Especie/otros

Codigos para forma y defectos del fuste: 1=Cola de zorro, 2=Poco sinuoso, 3=muy sinuoso, 4=torcedura basal, 5=bifurcado, 6=inclinado, 7=enfermo, 8=con plagas, 9=copa asimetrica, A=tallo quebrado con recuperación, B=tallo quebrado sin recuperación, C=sin copa, D=replante, E=especie extraña, F=rebrote, G=Raleado, H=regeneración natural, L=ejes rectos y sin defectos de forma
Posicion sociologica: I=dominante, J=codominante, K=suprimido

**Modificado de Form. 5 de MIRA-SILV , CATIE 2002; Tomado del sistema MIRA-SILV Versión 2.3, 2003

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, 2016.

Figura 82A. Boleta de croquis de árboles dentro de la parcela en la plantación forestal.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DEGUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA –FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES –IIA-

REF. Sem. 73/2021

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: EDDY ALEXANDER SABAN SEQUÉN

CARNÉ: 201503304

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing, Agr. Juan José Castillo Mont
Ing. Agr. José Pablo Prado Córdova
Ing. Agr. Adalberto Rodríguez García

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área integrada para lo procedente.

Dr. José Pablo Prado Córdova
A S E S O R E S P E C I F I C O

Dr. Adalberto Rodríguez García
D O C E N T E A S E S O R E P S

Ing. Agr. Carlos Fernando López Ruiz
DIRECTOR DEL IIA

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
DIRECCION
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CFLB/nm
c.c. Archivo

Edificio T-8, Of. A-10 y A-15 Ciudad Universitaria, Zona 12,
Guatemala, C. A. 01012 Apartado Postal 1545.
Teléfono: (502) 2443-9504 y 05, Fax: (502) 2476-9794 Correo-e iiadms@yahoo.com.mx

Trabajo de Graduación:	"ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y FORESTAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SELEGUA, MUNICIPIOS DE HUEHUETENANGO, CHIANTLA Y AGUACATÁN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, REGIÓN VII-2 HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A. "
Estudiante:	Eddy Alexander Saban Sequén
Carné:	201503304

"IMPRÍMASE"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DECANO FACULTAD DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO