

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA “MONTAÑA EL SOCÓ”
DE LA ALDEA SAN ANTONIO NEJAPA, DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA Y SERVICIOS
PRESTADOS EN LA ASOCIACIÓN SOTZ’IL ONG, CHIMALTENANGO,
GUATEMALA, C.A.**

PEDRO ALEJANDRO SOTO REYES

GUATEMALA, MARZO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA “MONTAÑA EL SOCÓ”
DE LA ALDEA SAN ANTONIO NEJAPA, DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA Y SERVICIOS
PRESTADOS EN LA ASOCIACIÓN SOTZ’IL ONG, CHIMALTENANGO,
GUATEMALA, C.A.**

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

POR

PEDRO ALEJANDRO SOTO REYES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. El. Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, MARZO DE 2019

Guatemala, marzo del 2019

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 titulado: **ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA “MONTAÑA EL SOCÓ” DE LA ALDEA SAN ANTONIO NEJAPA, DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA ASOCIACIÓN SOTZ’IL ONG, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A**”, como requisito previo a optar el título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Pedro Alejandro Soto Reyes

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Ser de todo amor que ha cuidado de mí, me brinda su misericordia y me ha perdonado. Ser que me ha tendido la mano, a alcanzar metas con su poder divino y me ha brindado la sabiduría. El ser más importante de mi vida.

Mis Padres: Odilia del Carmen Reyes Maldonado y Amarildo Hevilio Soto Ordoñez, por el amor brindado, por su apoyo moral, espiritual y académico, por ser fuente de inspiración en mi vida, seres que amo.

Mis Primos: Juan Pablo Ramírez Reyes (QEPD), Pablo Guillermo Ramírez Reyes y Darlyn Dayan Reyes Alvarez, por estar conmigo en todo momento, por ser fuente importante en mi vida.

Mi Tío y Tía: Pablo Ramírez Cabrera y Aracely Concepción Reyes Maldonado, por ser personas fundamentales en mi vida, considerados mis segundos padres, seres que amo.

La Sub-área de Manejo de Agua y Suelo: Por abrirme las puertas, y ser la unidad que me ha acompañado en casi toda mi carrera. Se les recuerda con mucho cariño. Y a todos los ingenieros y/o catedráticos que fueron parte de ella.

Mi Supervisor: Dr. Adalberto Rodríguez García, por el conocimiento y apoyo dado en esta etapa.

Amigos/Colegas: Msc. Ing. Hugo Tobías por su conocimiento y apoyo dado durante mi carrera, Msc. Ing. Tomás Antonio Padilla Cámbara un gran amigo muy especial al cual le tengo mucho cariño y especial afecto. Guillermo Nowell Fernandez, Francisco Roque, Erick Leonel Salvatierra, Ana Lucía Tobías, Ana Gladys Calderón por ser amigos que me han acompañado en la carrera. Una mención especial a Ing. Oliver Soto por su apoyo moral y académico.

Mi Pequeño Sobrino: Pablito Adrián Ramírez Aragón, por ser parte de motivación, en este logro muy importante.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A:

Mi asesor de tesis, Dr. C. Isaac Rodolfo Herrera Ibañez, por su tan valioso aporte en la academia, por compartir su conocimiento en el presente trabajo de graduación, y en mi carrera, por su confianza y amistad y por todo su apoyo brindado.

Con mucho cariño y aprecio.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA SAN ANTONIO NEJAPA DEL MUNICIPIO DE ACATENANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A.	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1 La realidad local.....	4
1.2.1.1 La historia de la comunidad (antecedentes)	4
1.2.2 Ubicación geográfica	4
1.2.3 División política.....	5
1.2.4 Carreteras y vías de acceso	8
1.2.5 Principales actividades agrícolas y pecuarias	8
1.2.6 Uso de la tierra	9
1.2.7 Hidrología	10
1.2.7.1 Fuentes de agua	10
1.2.8 Flora y fauna.....	10
1.2.8.1 Principales especies de flora y fauna.	10
1.2.9 Gestión de riesgo.....	13
1.2.10 Organización comunitaria	15

PÁGINA

1.2.10.1 Actores de la comunidad	15
1.2.11 Principales problemas y necesidades que afronta la comunidad	16
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 METODOLOGÍA	20
1.4.1 Fase de reconocimiento del área.....	20
1.4.2 Fase de gabinete inicial	20
1.4.3 Fase de recopilación de información	20
1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de información	21
1.4.5 Fase de gabinete final	21
1.5 RESULTADOS.....	22
1.5.1 Altas pendientes de ladera.	23
1.5.2 Deforestación	26
1.5.3 Uso incorrecto de la tierra y tenencia de la Tierra.....	26
1.5.4 Pérdida de Suelo Fértil	27
1.5.5 Falta de planificación y conservación dentro la montaña	28
1.5.6 Conflicto de gobernanza y administración de la montaña el Socó	30
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
1.7 BIBLIOGRAFÍA	34

	PÁGINA
CAPÍTULO II.....	35
ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA MONTAÑA EL SOCÓ, SAN ANTONIO NEJAPA, ACATENANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....	35
2.1 PRESENTACIÓN.....	36
2.2 MARCO TEÒRICO	38
2.2.1 Marco Conceptual.....	38
2.2.1.1 Amenaza, riesgo, vulnerabilidad y susceptibilidad.....	40
2.2.1.2 Deslizamientos.....	43
2.2.1.3 Esparcimiento lateral.....	47
2.2.1.4 Lavado superficial o erosión.....	47
2.2.1.5 Parámetros geológicos.....	49
2.3 OBJETIVOS	51
2.3.1 Objetivo General.....	51
2.3,2 Objetivos Específicos	51
2.4 HIPOTESIS.....	51
2.5 METODOLOGÍA	52
2.5.1 Fase 1: Conocimiento y delimitación del área de estudio	53
2.5.2 Fase 2: Planificación y diseño	53
2.5.2.1 Análisis de pendiente (Sp)	54
2.5.2.2 Análisis de suelo (Ss).....	55
2.5.2.3 Análisis de cobertura (Scob)	55

	PÁGINA
2.5.2.4 Análisis de fisiografía (Sf).....	56
2.5.2.5 Análisis de geología (Sg)	57
2.5.2.6 Análisis de erodabilidad	57
2.5.2.7 Análisis de geomorfología	58
2.5.2.8 Análisis de susceptibilidad de erosión	59
2.5.2.9 Análisis de isoyetas (Tisoy)	60
2.5.2.10 Análisis de uso actual del suelo (Tcus)	60
2.5.2.11 Análisis de uso potencial del suelo	61
2.5.2.12 Análisis conflictividad del suelo	61
2.5.2.13 Análisis de exposición a disparadores.....	62
2.5.2.14 Análisis de susceptibilidad a deslizamientos	62
2.5.3 Fase 3: Realización y discusión de análisis.....	63
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
2.6.1 Análisis de pendientes	64
2.6.2 Análisis de geología.....	65
2.6.2.2 Aluvión (Qal):	67
2.6.2.3 Piroclastos de pómez (Qt):	68
2.6.2.4 Sedimentos fluvio-lacustres (Qtd):.....	68
2.6.2.5 Lutitas (Q-Ts):	69

PÁGINA

2.6.2.6 Andesita (Tuv):.....	69
2.6.2.7 Perfil geológico A-A':	70
2.6.2.8 Perfil geológico B-B':	70
2.6.3 Análisis de fisiografía	75
2.6.3.1 Terrazas Altas Planas (TAP):	75
2.6.3.2 Terrazas Altas Onduladas (TAO):	75
2.6.3.3 Montaña Baja Pendiente (MBP):	76
2.6.3.4 Montaña Alta Pendiente (MAP):	76
2.6.4 Análisis de geomorfología.....	78
2.6.5 Análisis de cobertura	81
2.6.5.1 Bosque mixto:	82
2.6.5.2 Bosque coníferas:	82
2.6.5.3 Cultivos anuales:.....	82
2.6.6 Análisis de suelo.....	83
2.6.7 Análisis de erodabilidad.....	85
2.6.8 Análisis de susceptibilidad a la erosión.....	88
2.6.9 Análisis de uso de la tierra	90
2.6.10 Análisis de capacidad de uso de la tierra	93
2.6.10.1 Clase VI:	95

	PÁGINA
2.6.10.2 Clase VII:	96
2.6.11 Análisis de intensidad de uso de la tierra	96
2.6.11.1 Tierras sobreutilizadas:	98
2.6.11.2 Tierras de uso correcto de utilización	98
2.6.12 Análisis de isoyetas	99
2.6.13 Análisis de disparadores	102
2.6.14 Análisis de susceptibilidad de deslizamientos Montaña El Socó	105
2.7 CONCLUSIONES	110
2.8 RECOMENDACIONES	112
2.9 BIBLIOGRAFÍA	114
2.10 ANEXOS	117
CAPÍTULO III.....	122
SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS A LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, EN ALIANZA CON EL PROGRAMA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIDISCIPLINARIO EPSUM-USAC	122
3.1 PRESENTACIÓN.....	123
3.2 SERVICIO 1. ELABORACION DE MAPAS BIOFÍSICOS Y AMBIENTALES CON SU RESPECTIVA DISCUSIÓN DE LA CADENA VOLCÁNICA KAQCHIKEL (CVK).....	125
3.2.1 OBJETIVOS	125
3.2.1.1 Objetivo General.....	125
3.2.1.2 Objetivos Específicos.....	125
3.2.2 METODOLOGÍA	126

	PÁGINA
3.2.2.1 Planificación y reuniones con el equipo técnico de Sotz'íl	126
3.2.2.2 Información bibliográfica secundaria.....	127
3.2.2.3 Información geográfica para la elaboración de mapas temáticos para análisis	127
3.2.3 RESULTADOS	128
3.2.3.1 Delimitación y área de influencia de la Cadena Volcánica Kaqchikel.	128
3.2.3.2 Análisis de geología en la Cadena Volcánica Kaqchikel.	129
3.2.3.2.1 Perfiles geológicos:	130
3.2.3.3 Análisis de Riesgos naturales, ambientales y sociales en la Cadena Volcánica Kaqchikel:.....	131
3.2.3.3.1 Deslizamientos:	132
3.2.3.3.3 Sismiscidad:	134
3.2.3.3.4 Vulnerabilidad alimentaria:	135
3.2.3.3.5 Sequías y recurrencia a Incendios:	135
3.2.3.4 Análisis de precipitación de la cadena volcánica kaqchikel:	135
3.2.3.5 Análisis de recarga hídrica de la cadena volcánica kaqchikel:	136
3.2.4 EVALUACIÓN	138
3.3 SERVICIO 2. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE TRABAJO PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO XAYÁ.	140
3.3.1 OBJETIVOS	140

	PÁGINA
3.3.1.1 Objetivo General.....	140
3.3.1.2 Objetivos Específicos	140
3.3.2 METODOLOGÍA	141
3.3.2.1 Fase de campo.....	141
3.3.2.2 Reconocimiento del área total de la microcuenca	141
3.3.2.3 Fase de gabinete Final	141
3.3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	143
3.3.3.1 Comunicación con los actores involucrados en la problemática.....	143
3.3.3.2 Calidad bacteriológica de agua.....	144
3.3.3.3 Calidad química del agua	145
3.3.3.4 Calidad física del agua.....	146
3.3.3.5 Disponibilidad de agua.....	147
3.3.3.6 Zonificación o establecimientos de focos contaminantes de agua en la microcuenca del Río Xayá	148
3.3.3.7 Análisis de contaminación del recurso hídrico	149
3.3.4 EVALUACIÓN	150
3.3.5 RECOMENDACIONES	151
3.4 SERVICIO 3. CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DE SISTEMAS INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL	152
3.4.1 OBJETIVOS:	152
3.4.1.1 Objetivo General.....	152

PÁGINA

3.4.1.2 Objetivos Específicos	152
3.4.2 METODOLOGÍA:.....	153
3.4.2.1 Preparación de curso.....	153
3.4.2.2 Sistematización del curso	153
3.4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	154
3.4.3.1 Uso del GPS.....	154
3.4.3.2 Instalación del software Qgis 3.2.3	154
3.4.3.3 Georreferenciación	155
3.4.3.4 Manejo de sistemas poligonales, rasters y base de datos	155
3.4.3.5 Utilización de herramientas geográficas para modelaciones.....	155
3.4.4 EVALUACIÓN	157
3.4.5 RECOMENDACIONES	158
3.4.6 BIBLIOGRAFÍA	159

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación.....	5
Figura 2. Mapa cartográfico, San Antonio Nejapa.....	6
Figura 3. Mapa base, San Antonio Nejapa.....	7
Figura 4. Mapa de uso de la tierra, San Antonio Nejapa.....	9
Figura 5. Mapa hidrográfico, San Antonio Nejapa.....	11
Figura 6. Mapa de deslizamientos San Antonio Nejapa.....	14
Figura 7. Árbol de problemas identificados, San Antonio Nejapa.....	23
Figura 8. Mapa cartográfico de aldea San Antonio Nejapa y jurisdicción de Montaña El Socó.....	24
Figura 9. Fotografía demostrando a nivel panorámico la pendiente de la Montaña El Socó.....	25
Figura 10. Fotografía de caminamiento sobre pendiente en Montaña El Socó.....	25
Figura 11. Fotografía evidenciando la tala ilícita y deforestación en aptitud del terreno de la Montaña El Socó.....	26
Figura 12. Fotografía que demuestra la conflictividad de uso de la tierra.....	27
Figura 13. Fotografía donde se pueden observar cárcavas de suelo del terreno.....	28
Figura 14. Fotografía donde demuestra la problemática de sectorización para actividades dentro de la Montaña El Socó.....	29
Figura 15. Falta de educación ambiental dentro de la Montaña El Socó.....	29

PÁGINA

Figura 16. Fotografía de reunión con el grupo Chajinel Flor de San Antonio.....	30
Figura 17. Reunión con el grupo de la alcaldía indígena de San Antonio Nejapa.....	31
Figura 18. Plática con el presidente del COCODE de San Antonio Nejapa.....	31
Figura 19. Metodología Mora-Vahrson.....	52
Figura 20. Mapa de pendientes.....	66
Figura 21. Mapa geológico.....	71
Figura 22. Mapa geológico con líneas de perfiles.	72
Figura 23. Perfil geológico A-A'.....	73
Figura 24. Perfil geológico B-B'.....	74
Figura 25. Mapa fisiográfico.....	77
Figura 26. Mapa geomorfológico.....	80
Figura 27. Mapa de cobertura vegetal.....	84
Figura 28. Mapa de textura de suelos.....	86
Figura 29. Mapa de erodabilidad.....	89
Figura 30. Mapa de susceptibilidad erosiva.....	91
Figura 31. Mapa de uso de la tierra.....	94
Figura 32. Mapa de capacidad de uso de la tierra.....	97
Figura 33. Mapa de intensidad de uso.....	100
Figura 34. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas.....	103

PÁGINA

Figura 35. Mapa de isoyetas.	104
Figura 36. Mapa de exposición a disparadores.	107
Figura 37. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos.	109
Figura 38A. Mapa geológico 1:50,000 Chimaltenango.	117
Figura 39A. Mapa de geología local San Antonio Nejapa, Acatenango.	118
Figura 40A. Mapa de puntos sísmicos área de influencia San Antonio Nejapa	118
Figura 41. Delimitación de la CVK.	129
Figura 42. Mapa geológico de la CVK.	130
Figura 43. Perfil geológico A-A' de la CVK.	131
Figura 44. Mapa de deslizamientos de la CVK.	133
Figura 45. Mapa de probabilidades a inundaciones en cuencas de la CVK.	133
Figura 46. Mapa de susceptibilidad de sismiscidad de la CVK.	134
Figura 47. Mapa de isoyetas de la CVK.	136
Figura 48. Mapa de recarga hídrica de la CVK.	137
Figura 49. Fotografía de reunión con integrantes de ACAX-Sotz'íl.	144
Figura 50. Fotografía de contaminación visual de textileras en río Xayá.	147
Figura 51. Fotografía que evidencia la contaminación ambietal del río Xayá.	149
Figura 52. Fotografía de capacitación a la institución.	156

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Fuentes de agua, San Antonio Nejapa.	10
Cuadro 2. Especies de fauna presente en el astillero municipal El Socó.	12
Cuadro 3. Especies de flora presente en el astillero municipal El Socó.	12
Cuadro 4. Riegos naturales identificados, San Antonio Nejapa.	13
Cuadro 5. Problemas priorizados según la comunidad de San Antonio Nejapa.	16
Cuadro 6. Amenazas naturales.	38
Cuadro 7. Otras amenazas.	38
Cuadro 8. Clasificación de pendientes.	54
Cuadro 9. Valoración de pendientes.	55
Cuadro 10. Ponderación de textura de suelo.	55
Cuadro 11. Ponderación según cobertura.	56
Cuadro 12. Distribución paisajística.	56
Cuadro 13. Cuadro de ponderación de erodabilidad (relación suelos-pendiente).	58
Cuadro 14. Valoración geomorfológica según relación geología/ fisiografía.	59
Cuadro 15. Datos de peso ponderado de factores de susceptibilidad erosiva.	59
Cuadro 16. Valoración de lluvia.	60

PÁGINA

Cuadro 17. Clasificación general de uso de la tierra.....	61
Cuadro 18. Distribución de áreas según pendiente.	65
Cuadro 19. Cuadro de ponderación geológica.	70
Cuadro 20. Distribución de área según fisiografía.	76
Cuadro 21. Cuadro de distribución de áreas geomorfológicas.....	81
Cuadro 22. Clasificación y distribución de área de erodabilidad.	87
Cuadro 23. Distribución de áreas y ponderación de susceptibilidad erosiva.	90
Cuadro 24. Distribución de áreas de uso de la tierra.	92
Cuadro 25. Distribución de áreas según capacidad de uso de la tierra.	96
Cuadro 26. Criterios para la calificación de uso de la tierra.	99
Cuadro 27. Distribución de áreas según su intensidad de uso.	99
Cuadro 28. Datos de lluvia de estaciones meteorológicas.....	101
Cuadro 29. Ubicación de estaciones meteorológicas.	102
Cuadro 30. Distribución de áreas a exposición de disparadores.	105
Cuadro 31. Distribución de áreas para clasificación de deslizamientos.	106
Cuadro 32. Descripción según categorías de deslizamientos.....	108
Cuadro 33A. Registros de actividad sísmica San Antonio Nejapa, Chimaltenango	119
Cuadro 34A Datos pluviométricos estación Alameda ICTA.	120
Cuadro 35A Datos pluviométricos estación Balanyá.....	121

ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA MONTAÑA EL SOCÓ, SAN ANTONIO NEJAPA, ACATENANGO, CHIMALTENANGO.

RESUMEN

Parte del desarrollo del egresado es implementar por medio de la práctica los diversos conocimientos adquiridos en la facultad de la cual es perteneciente, por ende, el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), permite la evaluación de las diferentes actividades técnicas para cubrir necesidades dentro de una comunidad y a nivel institucional. En base a esto el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó en la ONG “Asociación Sotzil”. Dicha institución tiene como misión, la promoción y apoyo con fines de desarrollo a la comunidad indígena kaqchikel, la cual abarca la parte central del país. Esta institución está ubicada en la dirección siguiente; 4º Callejón Final 195 Zona 2, Chimaltenango, Guatemala, a 1 km de la plaza central de Chimaltenango. El período comprendido de la realización de EPS, ha sido en la cohorte agosto 2,015 – mayo 2,016.

A partir del año 2004 esta asociación reúne esfuerzos en la búsqueda de actividades para el desarrollo de la comunidad indígena kaqchikel. Estas actividades van acompañadas de dos bases muy importantes, en este caso la parte técnica, vinculada con la cultura que cada región maneja en áreas específicas. El aporte técnico/cultural, oferente, durante la pasantía, se ha realizado en la aldea San Antonio Nejapa, perteneciente al municipio de Acatenango, departamento de Chimaltenango, esto con el fin, según la institución y pobladores, de establecer líneas de referencia que evidencien la problemática de la comunidad, y que incentive el desarrollo de proyectos para el bien común, que pueda mejorar la calidad de vida en base a sus potencialidades.

El diagnóstico ha consistido en recorridos dentro de la aldea de San Antonio Nejapa, enfocado a cuatro ejes principales como lo son: el eje social, económico, ambiental y natural, los mismos han servido para la obtención de información de fuente primaria, al utilizar instrumentos como la observación empleando el criterio técnico, entrevistas y participación con la comunidad, apoyado con información secundaria.

En base a lo antes descrito, se ha puntualizado diferentes necesidades dentro de la aldea, principalmente, de índole técnica, al no poseer información específica de áreas, la cual ellos realizan sus actividades y hacen aprovechamiento de los recursos naturales.

Por tanto, uno de los baluartes de subsistencia dentro de la comunidad es la parte Sur-Oeste de la montaña denominada El Socó, el cual, es una porción de área que fue otorgada a los pobladores para realizar diferentes actividades que aseguran ingresos alimenticios como económicos para sus familias. Actualmente la montaña se encuentra en un potencial deterioro al no existir un manejo adecuado, entre otros problemas que perturban los recursos naturales. Por lo tanto, es importante citar los problemas que han desencadenado ciertos conflictos con el área en cuestión, y sus propuestas para la conservación. Derivado de esto se ha propuesto un análisis donde se describe cada factor tanto antropogénico como ambiental, de la situación que pueda afectar negativamente al área, en un riesgo de deslizamientos, siendo elementos vulnerables: pobladores, la seguridad alimentaria y la pérdida de la potencialidad de sus tierras. Este trabajo lleva por nombre “Estudio de Susceptibilidad a Deslizamientos en la Montaña el Socó, San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango”, utilizando la metodología Mora-Vahrson, donde se analizan factores tales como: Erodabilidad, Geomorfología, Conflicto de Uso e Isoyetas.

Los resultados del estudio muestran la relación de matrices, arrojando valores de ponderación, según criterios utilizados por la metodología Vahrson-Mora, estableciendo un sistema para cada análisis de los factores inherentes. La interacción de los resultados por cada factor, nos proporciona un mapa final, que específicamente detalla la zonificación de la susceptibilidad de deslizamientos, desglosando el área que abarca cada zona susceptible catalogadas como muy baja, baja, moderada, alta y muy alta amenaza de las mismas.

Dicho estudio permite plantear propuestas de decisión que involucra un manejo adecuado de los recursos, medidas de conservación de suelo y bosque, medidas de mitigación de terrenos y organización social para el control y planificación dentro del área comunal de la montaña “El Socó”, esto con el fin del desarrollo local en manera sostenible y sustentable, que a efecto, permita el cuidado y preservación de la montaña.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizaron servicios de apoyo en la administración de la asociación, los cuales fueron enfocados en la planificación de actividades, según la caracterización social, ambiental y natural, de su zona geográfica de trabajo, también en la capacitación institucional utilizando tecnología de posicionamiento geográfico, y en el apoyo técnico a las sociedades comunitarias para la planificación de proyectos agrícolas, hidrológicas y forestales.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA SAN ANTONIO NEJAPA DEL MUNICIPIO DE
ACATENANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A.**

1.1 PRESENTACIÓN

El presente documento presenta el diagnóstico participativo e investigativo de la aldea San Antonio Nejapa Municipio de Acatenango del departamento de Chimaltenango, considerando uno de los lugares principales de dicho municipio y con uno de los sistemas de gobernanzas más complejos.

El diagnóstico presenta al mismo tiempo información descriptiva, cuantitativa y de análisis que permite conocer la situación en la cual se encuentra la aldea de San Antonio Nejapa, a la vez permite dictar los aspectos más importantes dentro del área de estudio en cuanto a su sociedad, gobernanza, sistemas de subsistencia, desarrollo social, etc. Sobre todo en cuanto a la administración de sus recursos y de sus áreas comunales, que es un baluarte para el flujo social y económico de la región, nos referimos en este caso, a la montaña el Socó.

Con base a esta información recopilada se ha elaborado una línea de referencia para poder implementar estudios específicos de un problema real que promueva mejorar las condiciones de los recursos en vinculación de los ejes de desarrollo y con esto contribuir a pequeña o mediana escala en actividades sostenibles y sustentables.

El Diagnóstico Participativo tiene como principio, involucrar a los actores sociales y analizar problemas bajo cuatro ejes sistemáticos del eje humano, el eje ambiental, el eje social y el eje económico, teniendo estos como formas prioritarias para su análisis. En conjunto sistematizan el desarrollo de una población, por tanto, interesa saber la dinámica de la población, su historia, su adaptabilidad, prácticas desarrolladas y aspectos culturales.

Este documento refleja las condiciones que actualmente se vive en la aldea, sus habitantes, así como sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

La comunicación es de mucha importancia para tener contacto con la comunidad, por lo que se han empleado técnicas de comunicación para incentivar la participación poblacional y

sobre todo, un respaldo institucional que promueve el apoyo en algunas necesidades comunitarias. Con estas actividades introductorias estratégicamente utilizadas, ha servido en aumentar la disponibilidad de los pobladores al hacer recorridos en la comunidad, realizar entrevistas, gestionar actividades a implementar y el aporte tanto de ellos como de la municipalidad y otros organismos que estén involucrados, en pro del beneficio de la aldea de San Antonio Nejapa.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 La realidad local

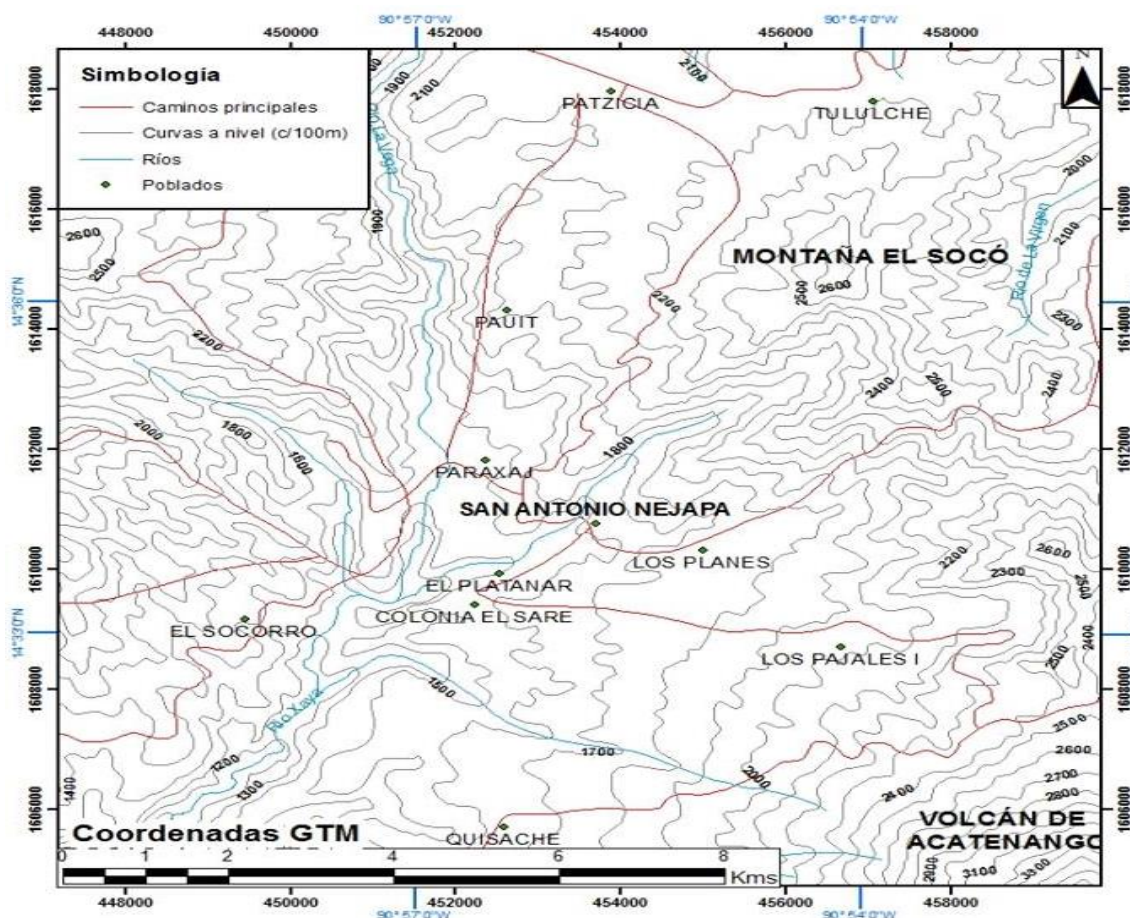
1.2.1.1 La historia de la comunidad (antecedentes)

La descripción realizada por Fray Francisco de Zuaza en el año 1686, este pueblo se conocía como San Antonio Nexapa (Nejapa). El municipio se fundó durante la época de la colonia y fue declarado como tal, el 27 de agosto de 1836. El nombre Acatenango proviene etimológicamente del vocablo Náhuatl acatl - caña o carrizo, utilizado en la elaboración de canastas o cestas; tenamtl- derivado de tenamit; tinamit - muralla, casa o cercado. Es decir “cercado de los carrizos” Puede interpretarse también como “amurallado de cañaverl”, que es el municipio de dicha aldea.

El 3 de octubre de 1934 por acuerdo gubernativo San Antonio Nejapa fue anexado a Acatenango como una aldea más. Parte de su historia es también el terremoto del 4 de febrero de 1976; cuando en la madrugada a Guatemala ocurrió un evento sísmico, este municipio aunque en menor escala que otros, sufrió considerables daños materiales, además de un saldo de 7 muertos y varios heridos. Acatenango ha sido siempre azotado por temblores de origen volcánico.

1.2.2 Ubicación geográfica

La aldea tiene por nombre San Antonio Nejapa, la cual pertenece políticamente al municipio de Acatenango, del departamento de Chimaltenango, está ubicada al Nor-Oeste del volcán de Acatenango, que es su referencia más conocida. Sus coordenadas geográficas corresponden a una latitud de 14.5667, y una longitud de -90.9333. Su proyección es expuesta en coordenadas GTM en X: 453500 y Y: 1611000. Dicha ubicación se encuentra a una altura aproximada de 1,629 m s.n.m. La aldea posee actualmente un área superficial de 61.65 has. Con una longitud perimetral de 3.9 kms.



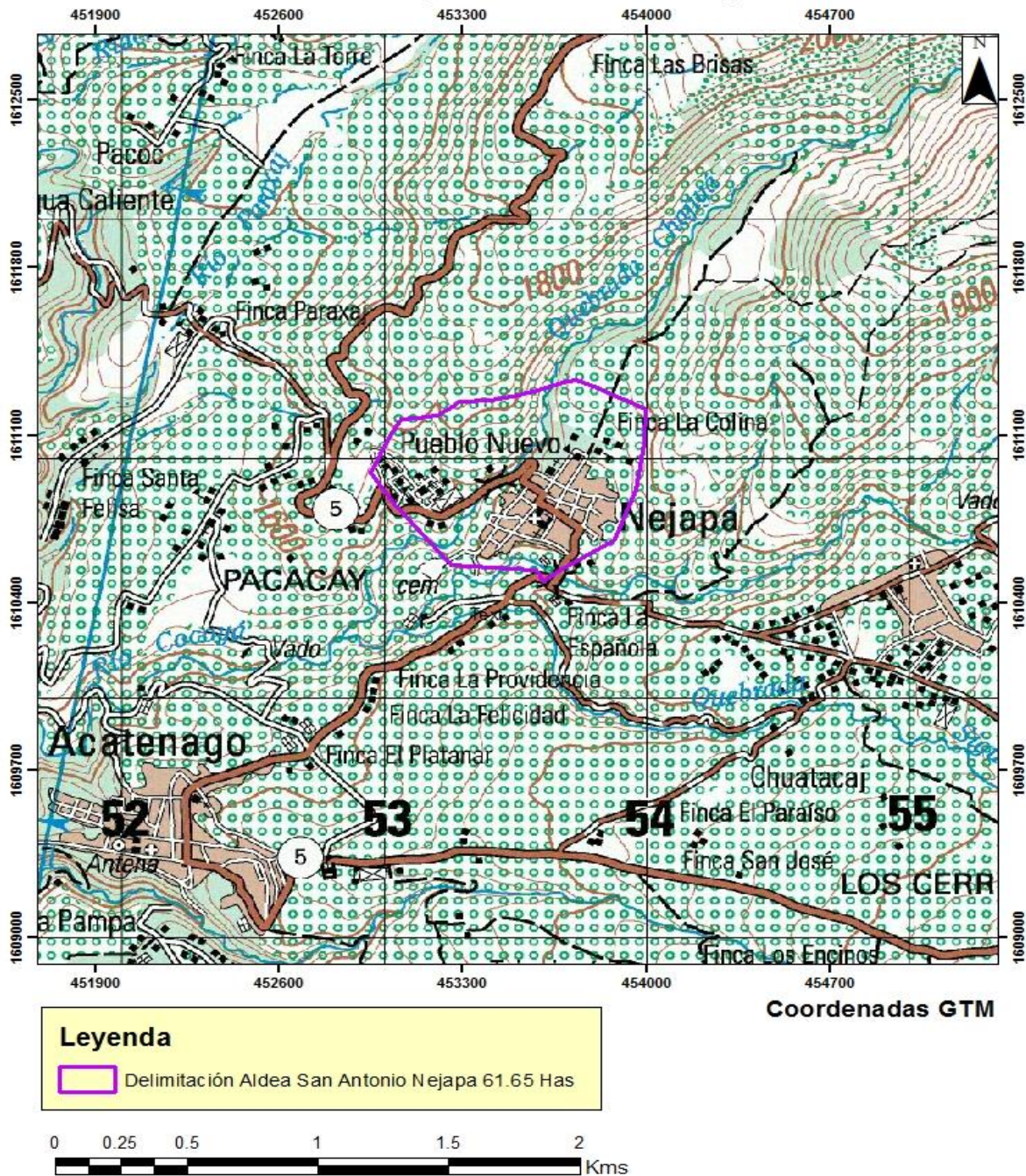
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 1. Mapa de ubicación.

1.2.3 División política

La aldea de San Antonio Nejapa se encuentra ubicada en el municipio de Acatenango del departamento de Chimaltenango, en el cual está aislada por 4 linderos que delimitan sus áreas limítrofes, en este caso al Norte encontramos la comunidad Pahuit perteneciente al municipio de Patzicía, del lado Oeste encontramos la finca El Socorro de la aldea Paraxaj esto perteneciente a la municipalidad de Acatenango. En el lado Este está situada la Montaña el Socó que es un baluarte cultural para la población y es perteneciente a la misma aldea al igual que la finca de San Mateo y al Sur el casco urbano de Acatenango y la aldea de Los Planes.

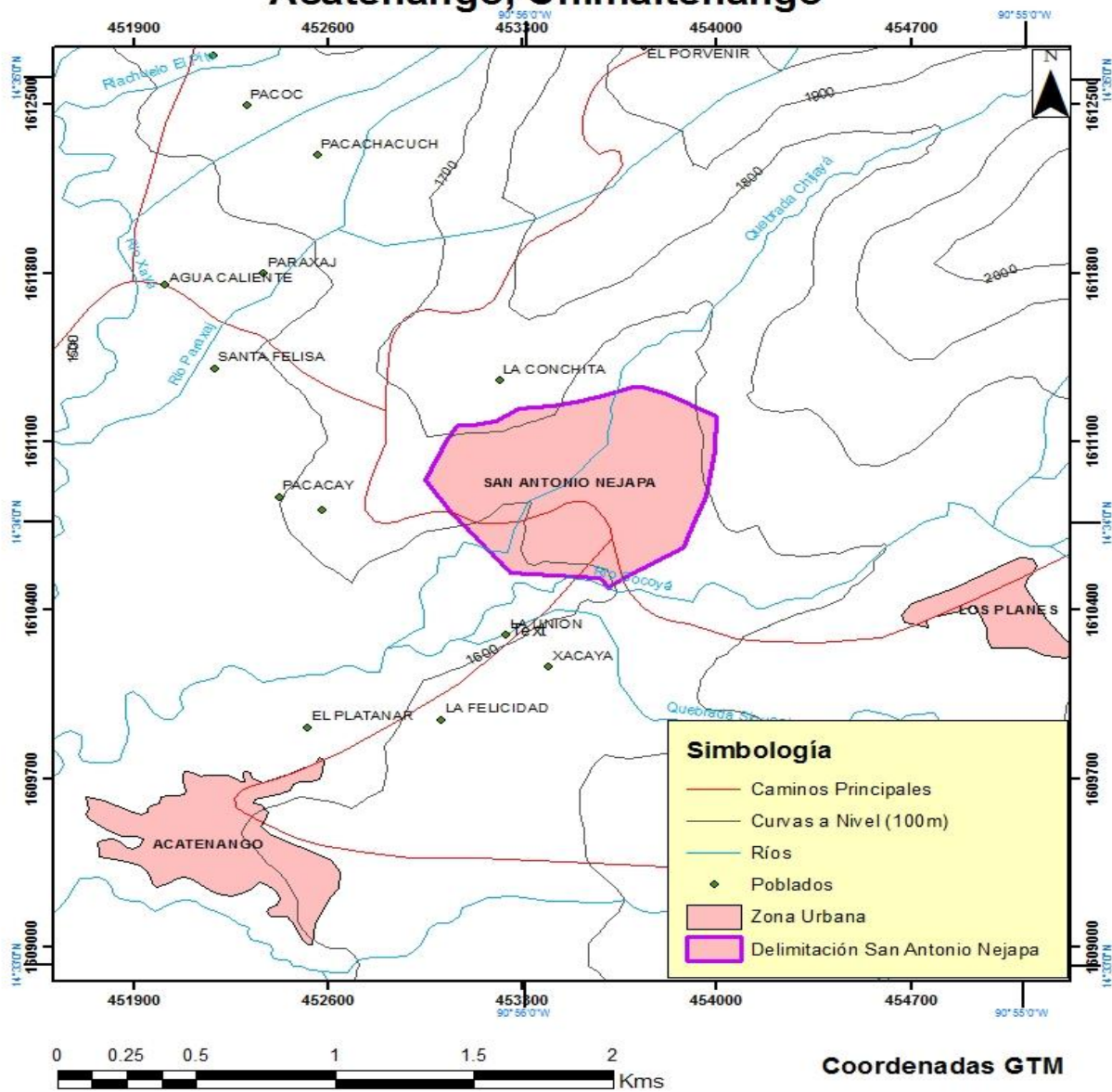
Mapa Cartográfico, Aldea San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 2. Mapa cartográfico, San Antonio Nejapa.

Mapa Base, Aldea San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 3. Mapa base, San Antonio Nejapa.

1.2.4 Carreteras y vías de acceso

Como antes se ha mencionado la aldea de San Antonio Nejapa, Acatenango, cuenta con una ruta principal que da paso al transporte y al acceso vehicular, la cual comunica con el municipio de Acatenango y aldeas como Paraxaj, entre otras, estas carreteras según fuentes de la misma comunidad tienen un gran grado de vulnerabilidad en cuenta la inestabilidad de las laderas que se sitúan alrededor de la misma lo que provoca derrumbes, esto genera falta de tránsito cuando ocurren estas situaciones. Por otro lado las calles dentro de la comunidad son diseñadas y construidas con adoquines, la mayoría de la población cuenta con un acceso de diseño de paso, y son pocos los lugares en los cuales no cuentan con un óptimo acceso en este caso parte de la montaña o áreas donde son cafetaleras, o donde se emplean un sistema de cultivo.

Transporte: La aldea de San Antonio Nejapa cuenta con una carretera principal que une el trayecto de las áreas colindantes, primordialmente porque dentro de su ruta está aledaño exactamente el municipio de Acatenango y es una de las razones por las cuales se da viabilidad al tránsito del lugar, dentro de la regulación del transporte o el acceso al lugar se encuentran los buses de la empresa BELMONT lo cual su servicio inicia en un horario de 6:00 AM a 15:30 PM, transportando personas cada media hora, al mismo tiempo se efectúan servicios de microbuses en esos lapsos de tiempo, teniendo como lugares principales de terminal, Buena Vista y Patzicía.

1.2.5 Principales actividades agrícolas y pecuarias

Trabajo Agrícola: La mayor parte de la población se dedica a la agricultura ya sean propietarios de pequeñas parcelas, propietarios de fincas trabajadores jornaleros. Aproximadamente el 70 % son jornaleros y el 30 % son productores dueños. En sus parcelas usan herramientas tales como azadones, machetes, piochas, palos, lazos, entre otros.

Dentro de la población ya sea de los productores o jornaleros en baja escala algunos también se dedican a la crianza de aves de corral, crianza de ganado porcino y producción a pequeña escala de miel de abeja.

La mayoría de la población se dedica a la agricultura de subsistencia mayoritariamente, trabajando cultivos de maíz asociados a café, muy pocos son las personas que han tratado de sembrar cultivos como el tomate y brúcelas, muchos trabajan en fincas de café como jornaleros, aledañas a la aldea.

1.2.6 Uso de la tierra

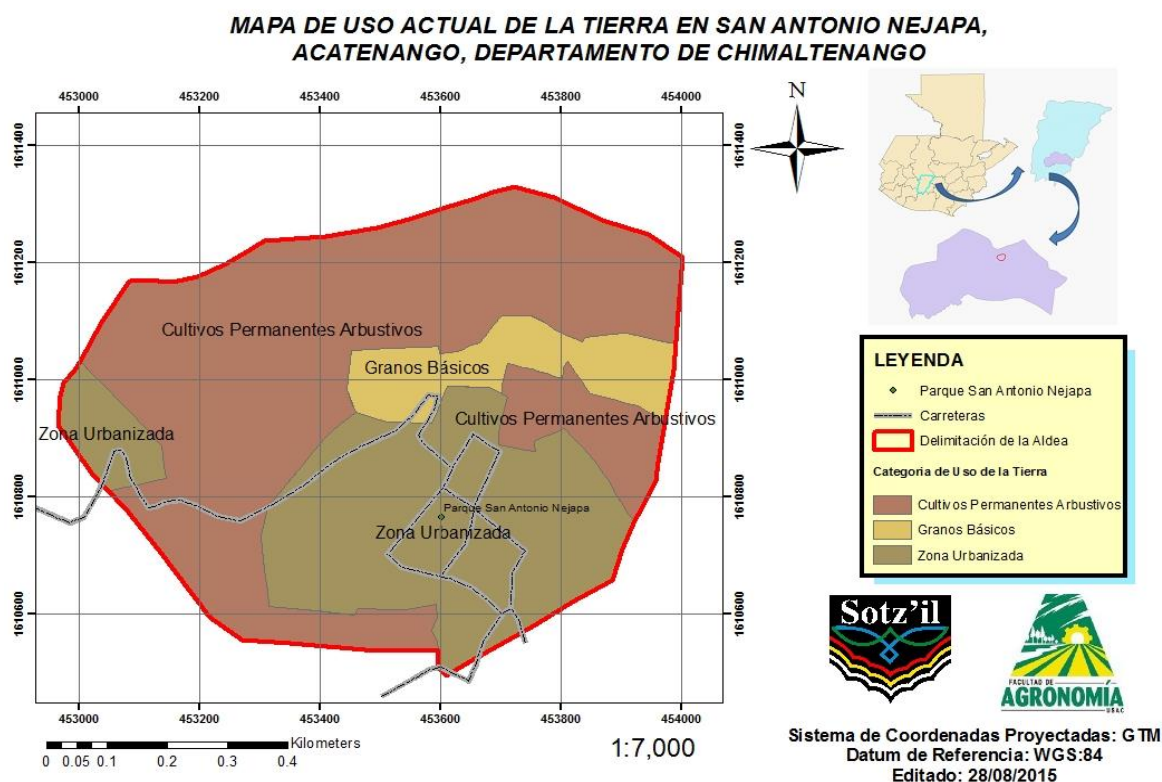


Figura 4. Mapa de uso de la tierra, San Antonio Nejapa.

Fuente: Érick Salvatierra, 2015.

1.2.7 Hidrología

1.2.7.1 Fuentes de agua

Las fuentes principales para el abastecimiento de agua dentro de la población son los nacimientos de agua siguientes:

Cuadro 1. Fuentes de agua, San Antonio Nejapa.

No.	Nombre del nacimiento de agua	Dueño del nacimiento de agua	Quienes hacen uso de las fuentes de agua
1	La Campana	Comunal	San Antonio Nejapa y Pacoc
2	Cipresón	Comunal	San Antonio Nejapa y Los Planes
3	El Carmen	Comunal	San Antonio Nejapa

Fuente: SEGEPLAN, 2009.

El mapa hidrográfico (Ver figura 5) muestra las redes hídricas presentes en la aldea de San Antonio Nejapa en este caso la quebrada Chajiyá y el río San Antonio.

1.2.8 Flora y fauna

1.2.8.1 Principales especies de flora y fauna.

Actualmente solo se han realizado estudios de biodiversidad para el municipio de Acatenango, especificándose en el plan de gestión y manejo de visitantes del Parque Regional Municipal Volcán de Acatenango, en este estudio se menciona que Acatenango cuenta con 166 especies de flora identificadas para de las cuales, 17 son especies de árboles, 30 son arbustos, 102 hierbas, ocho epífitas, ocho lianas y una planta saprofita (actualmente denominadas mico-heterótrofa). Plan de gestión y manejo de visitantes

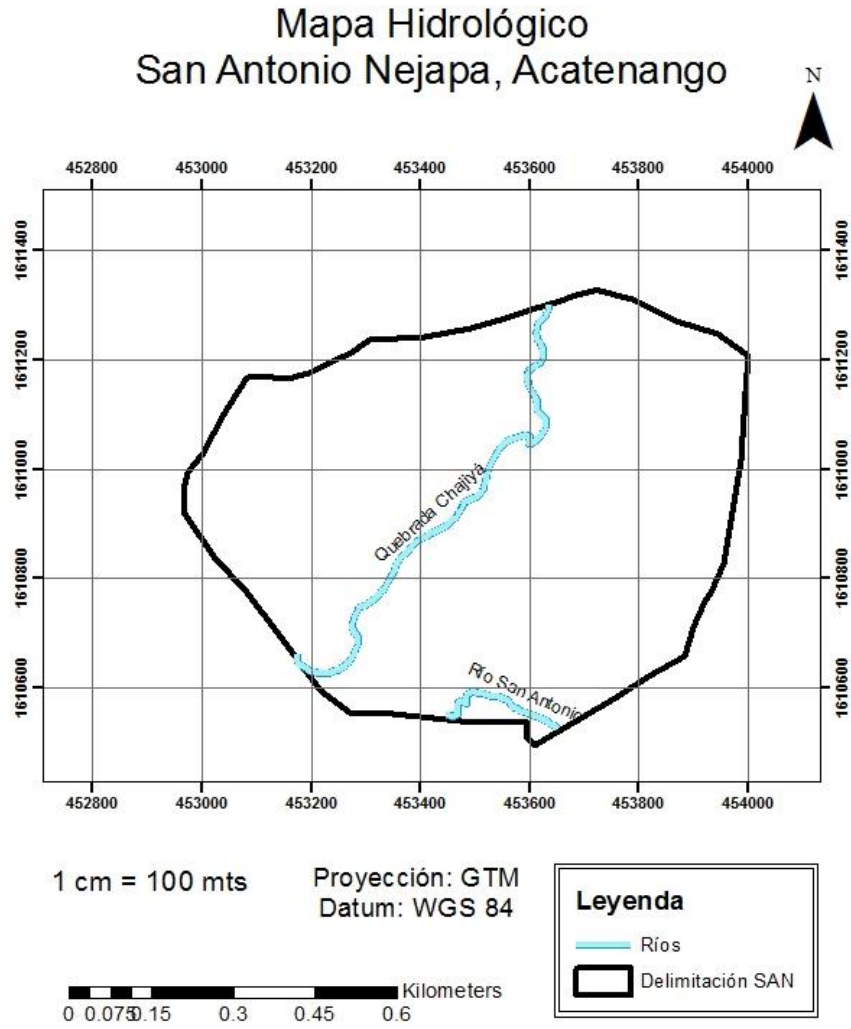


Figura 5. Mapa hidrográfico, San Antonio Nejapa.

A continuación se presentan (Ver tabla 2 y 3) especies de flora y fauna identificados en la montaña el Soco que es un área comunal administrado por las comunidades de San Antonio Nejapa, (Elías, 2011), los únicos beneficiarios de la tierra comunal que se ha reconocido ancestralmente y hasta la fecha son los comunitarios de San Antonio Nejapa así como los legítimos poseedores. Aunque actualmente no se tiene claro el sistema de gobernanza interna en el manejo de los recursos naturales.

Las especies de flora y fauna que aquí se mencionan fueron extraídos de estudios anteriores pero no fueron corroborados solamente se tomaron en cuenta versiones de los mismos comunitarios.

Cuadro 2. Especies de fauna presente en el Astillero municipal El Socó.

Nombre común	Nombre técnico.
Armado o armadillo	Dasyopus noven
Ardilla	Sciurus deppei
Pizote	Nasua larica
Mapache	Procion lotor
Tigrillos	Potos flavus
Coyote	Canis latrans
Gogoy o Taltuza	Dipodomys phillipsii

Fuente: Elías, 2011.

Cuadro 3. Especies de flora presente en el Astillero municipal El Socó.

Nombre común	Nombre técnico
Pino candelillo	Pinus maximinoii H.E: Moore
Cipres	Cupressus lusitanica Miller.
Ilamo	Alnus jurullensis
Roble y Encino	Quercus sp
Yerbamora	Solanum nigrum

Fuente: Elías, 2011.

1.2.9 Gestión de riesgo

El análisis de riesgo se determina mediante la presencia de la vulnerabilidad y amenaza. Las principales amenazas identificadas en el análisis de riesgos son: deslizamientos, erupciones del volcán de Acatenango y de Fuego, derrumbes, inundaciones, crecidas de ríos, deforestación, contaminación de desechos sólidos, agotamiento de acuíferos de fuentes de agua, desecamientos de río, erosiones y deslaves en barrancos secos, principalmente en el río seco. (SEGEPLAN, 2009).

Cuadro 4. Riegos naturales identificados, San Antonio Nejapa.

No.	Amenaza	Lugares afectados directa e indirectamente	Causas de la Amenaza
1	Deslaves	Vías asfálticas y agricultura	Deforestación y pendientes
2	Volcán de Fuego y Acatenango	Servicios básicos y agricultura	Erupciones

Fuente: SEGEPLAN, 2009.

La vulnerabilidad es el grado de fragilidad que tiene la población ante la presencia de la amenaza. En el análisis de riesgos se identificaron las principales a percepción de la población.

- En la aldea no se utiliza ningún criterio de uso adecuado del suelo de acuerdo a su vocación, utilidad y topografía.
- La población es renuente a estar organizada en función del desarrollo comunitario y municipal.

- Se evidencia el desinterés y desconocimiento de la gestión de riesgos, por lo tanto no se cuentan con planes de prevención, gestión de riesgos y atención de la emergencia.

Las anteriores condiciones de vulnerabilidad relacionadas con las amenazas colocan a la aldea de San Antonio Nejapa en un nivel de riesgo de 44.50 es decir muy alto. Por lo que, se requiere de encaminar acciones para contrarrestar las vulnerabilidades para minimizar el impacto de las amenazas principalmente las de índole natural.

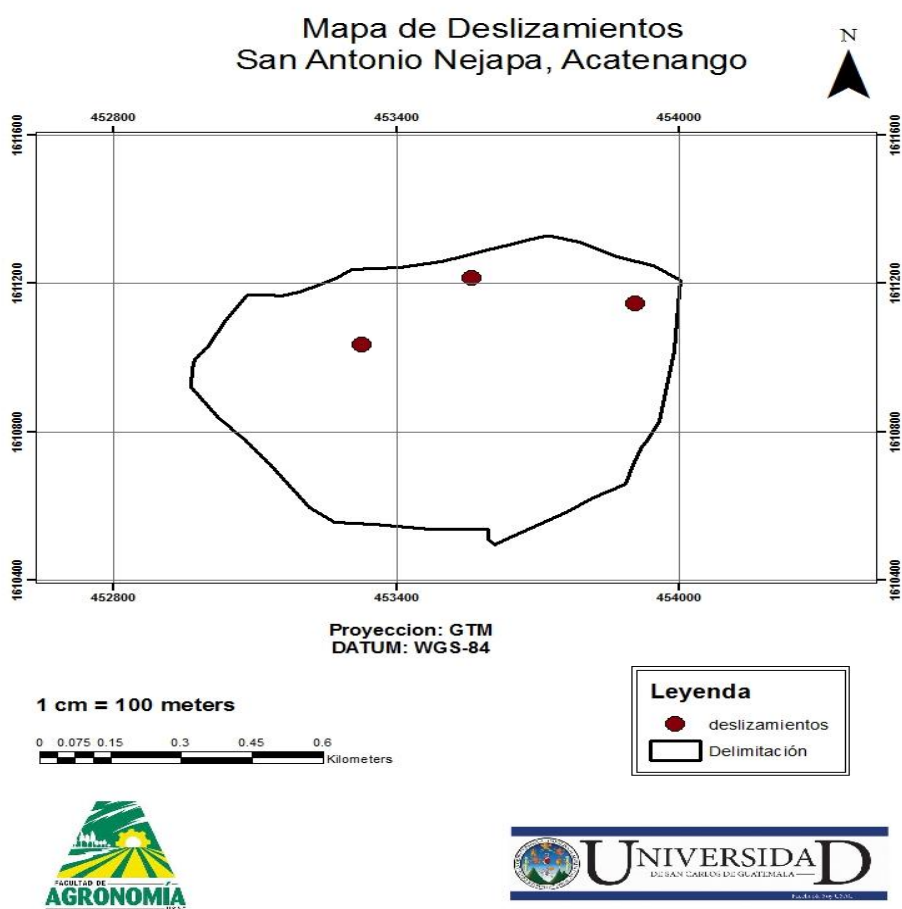


Figura 6. Mapa de deslizamientos San Antonio Nejapa.

1.2.10 Organización comunitaria

1.2.10.1 Actores de la comunidad

La aldea cuenta con varios actores locales, dentro de ellos están: COCODE, Alcaldía Indígena y el grupo de mujeres las Chajineles. Posteriormente se ampliará la información acerca de los tres grupos.

1.2.10.1.1 Alcaldía Indígena

Representa a la comunidad en general, pero especialmente a la población indígena. Los integrantes de la alcaldía indígena han logrado que se obtenga algunos beneficios para la comunidad entre ellas el proyecto de agua potable.

La alcaldía indígena es una institución de origen colonial, instituida como una forma de gobierno local en la que se aplicó el derecho consuetudinario de la población indígena de Guatemala. Está integrada únicamente por personas de la etnia Maya- Kakchiquel, electas popularmente, rigiéndose por el derecho indígena o consuetudinario, basado en sus propios principios, valores, procedimiento y autoridades. La alcaldía indígena cumpliendo los artículos 3, 21 y 55 del código municipal del decreto 12-2001, Decreto 90-2005, 35-2006, 01-2007 del congreso de la república y los artículos 8-9- y 10 del convenio 163 de la OIT, sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. Se inscribe a la alcaldía en el libro uno de Inscripción de Personas Jurídicas, según consta en el folio 147 en el cual está el acta 41-2001, con fecha 29 de Julio de 2010, en la Municipalidad de Acatenango.

La alcaldía indígena ha tomado el rol de gestionar los recursos de la comunidad no solamente naturales, sino también los proyectos de servicios, entrando en conflictividad con las otras asociaciones. Es importante resaltar la capacidad ideológica que tiene los miembros sobre la comunidad, actualmente son los que administran la parte baja de “El Soco” donde se encuentra establecidas las parcelas para cultivos de subsistencia de los comunitarios de San Antonio Nejapa, al igual que la parte alta que es de protección la cual ancestralmente se ha tratado de mantener en su estado más naturalmente posible.

1.2.10.1.2 Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE-

Es el encargado de velar por el bien estar de la población en general. Dentro de sus funciones está promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y sus soluciones.

1.2.10.1.3 Grupo de Mujeres Chajineles Flor de San Antonio

La junta directiva de esta organización son las encargadas del manejo y mantenimiento del Balneario Agua Caliente desde hace más de 50 años, legalmente formada y reconocida en 2010 por la municipalidad de Acatenango. El Balneario es visitado por personas locales, de las comunidades aledañas y de la región de Chimaltenango; su uso es recreativo, medicinal, espiritual y religioso. El centro cuenta con cierta infraestructura de atención al visitante: letreros interpretativos y de normativa, dos letrinas, vestidores, área jardinizada, una piscina techada y dos pozas a cielo abierto (una de agua caliente y una de agua fría) y una catarata artificial en desuso.

1.2.11 Principales problemas y necesidades que afronta la comunidad

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los habitantes y por medio de reuniones, FODA, árbol de problemas se identificaron varios problemas que coinciden con la población y con los tres grupos de la comunidad. A continuación se darán a conocer cada una de ellas.

Cuadro 5. Problemas priorizados según la comunidad de San Antonio Nejapa y minitalleres de solución.

No.	Problemas priorizados	Propuestas de solución	Viabilidad, recursos, compromiso comunitario
-----	-----------------------	------------------------	--

1.	Falta de participación comunitaria en la toma de decisiones	Concientizar a la población sobre la importancia de la participación comunitaria.	El proyecto es viable, debido que la estudiante de Trabajo Social, gestionará a diversas instituciones que apoyen a impartir charlas que coadyuven en la toma de decisiones.
2.	Falta de organización, toma de decisiones en consenso y trabajo en equipo dentro del COCODE, alcaldía indígena y Chajineles	Concientizar a la población sobre la importancia de la organización comunitaria y el trabajo en equipo. Capacitación en organización, trabajo en equipo y proyección social para lograr el apoyo, credibilidad de los pobladores	Este proyecto es viable debido a que los integrantes de cada uno de la Alcaldía indígena y las Chajineles están dispuestas en asistir a los talleres de formación académica.
3	Falta de abastecimiento de agua.	Apoyarlos en la elaboración de solicitud dirigida a la municipalidad de Acatenango	Este proyecto dependerá de la aprobación de la municipalidad y de empresas relacionadas a esta problemática.
4	No se cuenta con un análisis de suelo para la producción de granos básicos	Realizar estudios de suelos para identificar la fertilidad de los mismos y las propuestas de fertilización destinados a la producción de granos básicos, esto con injerencia en de su área de producción sobre todo en la montaña el Socó.	El proyecto es viable debido a que se cuenta con la capacidad y asesoría para la toma de muestras e interpretación, respecto a los recursos se gestionaran con la asociación para realizar el análisis de suelos.

6	Conservación de suelos	Dar a conocer técnicas de conservación de suelos sobre todo en el área comunal de la montaña el Socó	Estudiantes de la facultad de Agronomía, USAC
7	Ausencia de manejo forestal en las reforestaciones realizadas	Realizar un plan de manejo en el área de reforestaciones, problema evidente en su área	El proyecto es viable si el plan de manejo forestal lo ejecuta la municipalidad, debido a que los grupos organizados no se atreven a hacerlo por las diferencias entre dichos grupos
8	Circulación del cementerio	Asesorar y apoyar en la elaboración del perfil proyecto para la presentarlo al alcalde Municipal de Acatenango.	Estudiante de Trabajo Social, USAC
9	Ideologías políticas dividen a la población	Concientizar y sensibilizar a la población	Estudiante de Trabajo Social, USAC
10	Ausencia de drenajes en algunas viviendas	Gestiones a autoridades municipales	Estudiantes de la Facultad de Agronomía y de Trabajo Social, USAC

Fuente: Elaboración propia, 2015.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Conocer la situación actual de la Montaña el Socó de la aldea San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los problemas directos en la Montaña el Socó.
- Detallar los factores incidentes en los problemas expuestos en la Montaña el Socó.
- Establecer propuesta de investigación en relación a los problemas identificados.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización del presente diagnóstico consistió en las siguientes fases:

1.4.1 Fase de reconocimiento del área

Esta fase consiste principalmente, en establecer recorridos dentro del área comunal, aunado a esto, establecer una cercanía con los principales dirigentes dentro de la aldea, y establecer vínculos con asociaciones ya sea gubernamental o no gubernamental para el apoyo mutuo en post de los fines establecidos.

1.4.2 Fase de gabinete inicial

Esta fase nos permite una planificación para la elaboración de diagnóstico, la cual, consiste en puntualizar actividades sistemáticas que sirvan de apoyo para el sustento del documento, así como investigar algunos instrumentos de diagnóstico viables para la obtención de información.

1.4.3 Fase de Recopilación de información

Para ello se ha necesitado, un apoyo integral, acorde a los intereses deseados para conocer la situación actual de la aldea en relación con la montaña, la cual las personas comunitarias, asociaciones vinculantes y la municipalidad de Acatenango fueron factores clave para tener información primaria dentro del contexto local/comunal. Las actividades que se han implementado son las siguientes:

- a.) Recorridos efectuados en la comunidad y en la montaña para el reconocimiento del área.
- b.) Observación e Identificación de potencialidades y problemas dentro de la montaña, utilizando el criterio técnico para su posterior mención.
- c.) Establecer diálogos con los dirigentes comunales, donde exponen la problemática comunal en relación a la montaña.

- d.) Elaboración de mapas geográficos, para localización de la zona, con la ayuda de los aldeanos, para establecer límites tanto de la montaña, como de la aldea.
- e.) Recopilación de información secundaria tanto de la montaña, como de la aldea de San Antonio Nejapa.
- f.) Corroboración de información secundaria en visitas de campo.

1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de información

Contando con la información general se procede a un ordenamiento, donde se expone factores importantes en la jurisdicción de la aldea de San Antonio Nejapa, al mismo tiempo, se prioriza los problemas específicos que afectan el terreno en la cual se ubican, que requieren un detalle de exposición para sus posteriores actividades de contingencia.

1.4.5 Fase de gabinete final

En la última fase, se ha procedido a la elaboración del documento, filtrando aspectos relevantes de la población, características bio-ambientales y naturales, exposición de problemas, etc...

1.5 RESULTADOS

En la Aldea San Antonio Nejapa del municipio de Acatenango, hay diversos problemas con su respectiva mención, a sus recursos disponibles. Donde se ha elaborado una línea de referencia, la cual, se identifica a través de los diversos procesos metodológicos pertinentes temas puntuales y específicos a abordar.

Uno de los problemas prioritarios a enfatizar dentro de la comunidad es la falta de manejo adecuado en áreas jurisdiccionales, donde emplean actividades de subsistencia, ya sea alimentaria o de aprovechamiento energético. Estas áreas actualmente carecen de factores técnicos que propicie la aptitud del terreno, juntamente con la dinámica social que este pueda proveer, bajo el enfoque natural/ambiental. Por tanto, las herramientas que engloban el presente diagnóstico, priorizan bajo el eje investigativo establecer un estudio que permita el desarrollo dentro de la comunidad, con esto, una finalidad, de planificación de manejo sobre sus recursos naturales para el desarrollo comunal/ municipal con bases técnicas establecidas para su posterior implementación.

Dicho estudio se ha realizado en la parte sur oeste de la montaña el socó que es el área comunal donde según relatos de los pobladores han presentado a la lo largo de los años una serie de conflictos que no permite su manejo adecuado, con referencia a esto, se ha realizado caminamientos donde se emplea la observación y el criterio técnico del cual se ha encontrado los siguientes problemas

1. Altas pendientes de ladera
2. Falta de planificación y conservación dentro la montaña
3. Deforestación
4. Uso incorrecto de tierra y tenencia de la tierra
5. Perdida de suelo fértil
6. Conflicto de gobernanza y administración

El conjunto de estos problemas no permite un sistema de desarrollo de la comunidad y con esto optimizar su calidad de vida y el fortalecimiento del manejo comunitario, a lo que ellos aducen un área importante y prioritaria para su subsistencia.

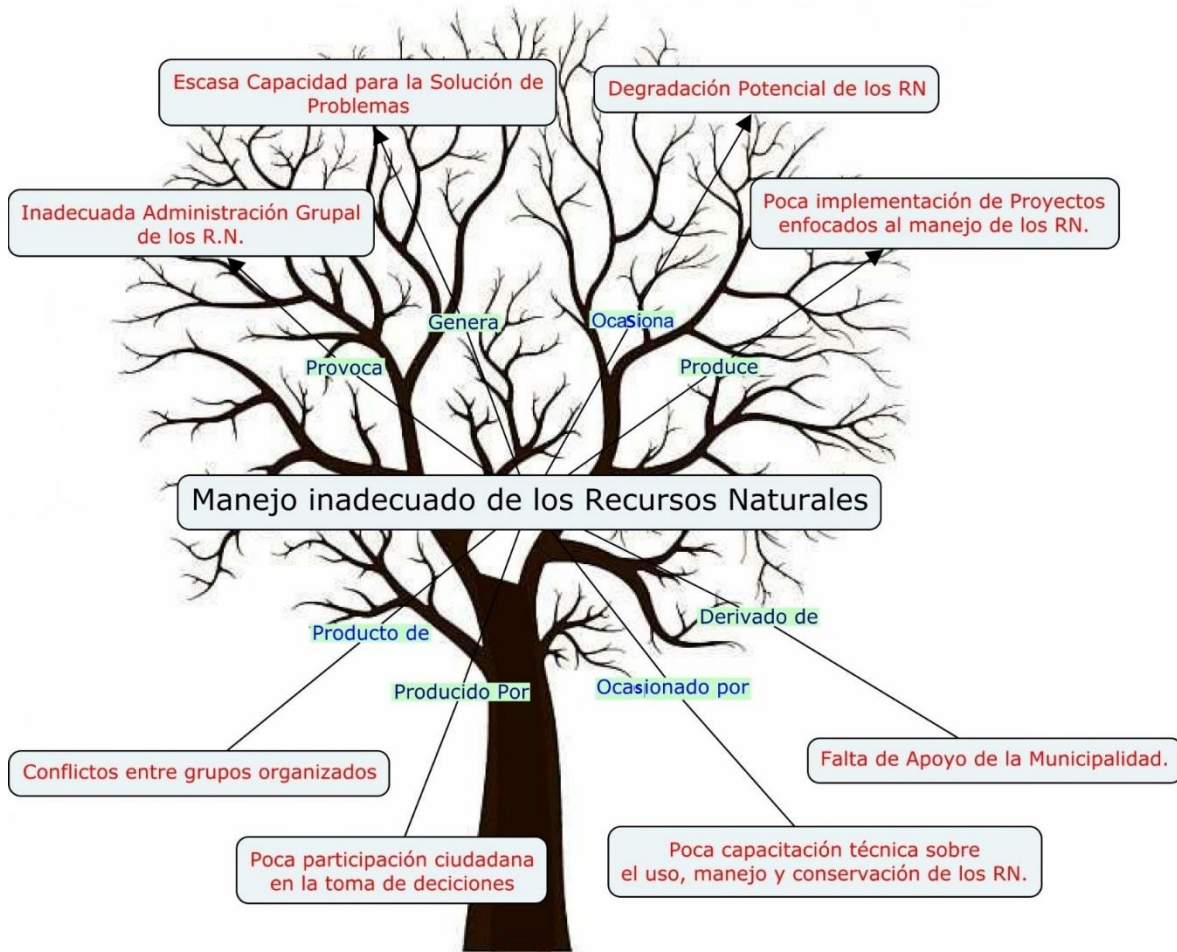


Figura 7. Árbol de problemas identificados, San Antonio Nejapa.

A continuación se ha desglosado en forma descriptiva los problemas anteriormente citados.

1.5.1 Altas pendientes de ladera.

El área total de la montaña el socó pertenece al sistema volcánico del país, donde el relieve característico son pendientes pronunciadas en forma de ladera, estas pendientes oscilan en un rango de - % que en su efecto deriva en dos problemas para los

populadores. Uno de ellos es la falta de accesibilidad y segundo la implementación de sus cosechas para su subsistencia. (Ver Figuras 8 y 9).

Ubicación Cartográfica de la Montaña el Soco y el Centro Poblado de la Aldea San Antonio Nejapa

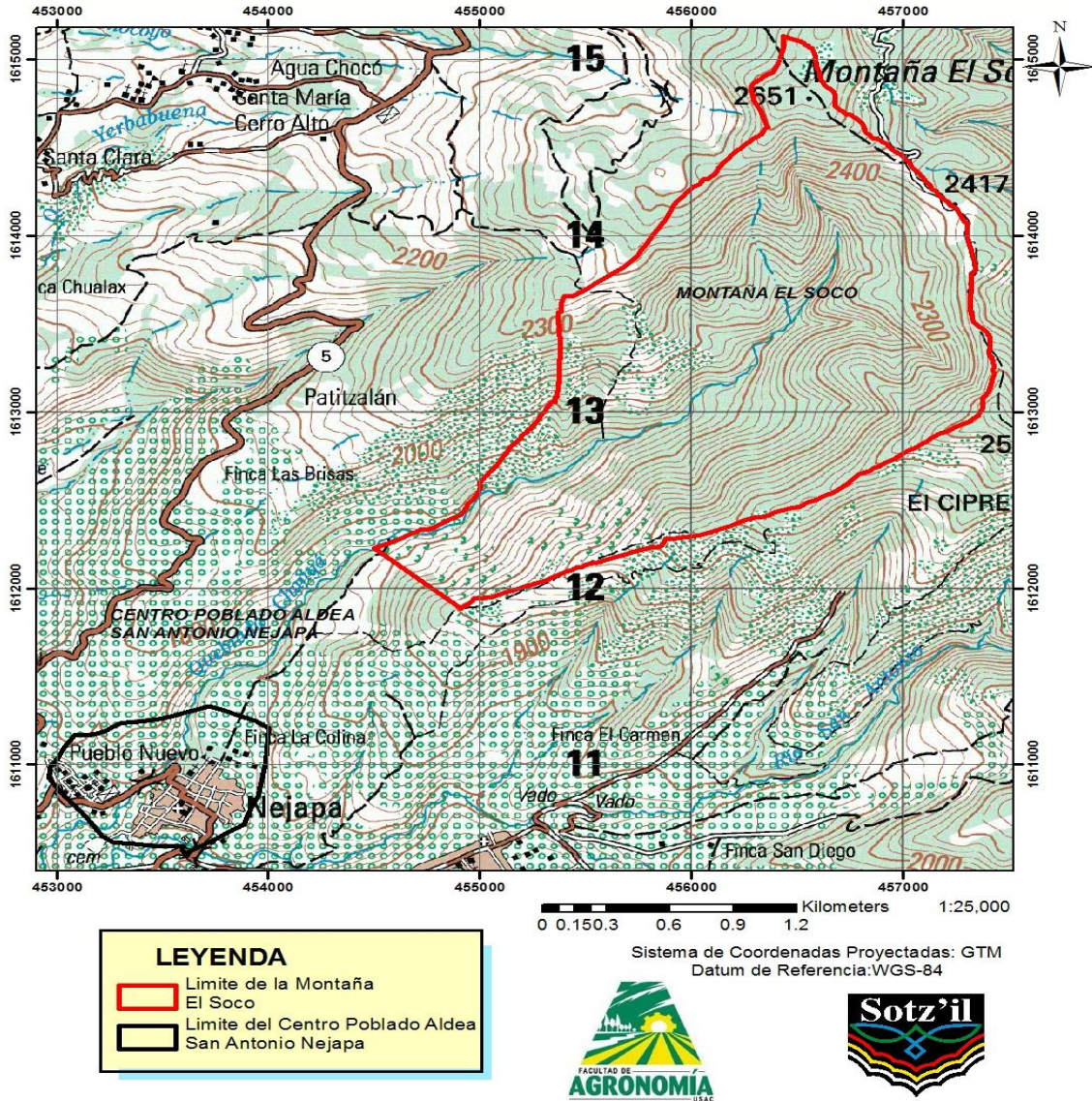


Figura 8. Mapa cartográfico de aldea San Antonio Nejapa y jurisdicción de Montaña El Soco.

Fuente: Erick Salvatierra, 2015.



Figura 9. Fotografía demostrando a nivel panorámico la pendiente de la Moaña El Socó.



Figura 10. Fotografía de caminamiento sobre pendiente en Montaña El Socó.

1.5.2 Deforestación

La deforestación dentro de la montaña es un problema principal para la comunidad lo cual se ha dado corta total de árboles en especies maderables significativas como pino y ciprés, en algunas ocasiones de forma ilícita, adjunto a esto, la falta de área de compromisos para la recuperación de la masa boscosa aprovechada, esto perturba áreas dentro del ciclo eco sistemático ambiental.



Figura 11. Fotografía evidenciando la tala ilícita y deforestación en aptitud del terreno de la Montaña El Socó.

1.5.3 Uso incorrecto de la tierra y Tenencia de la Tierra

Muchas áreas del territorio guatemalteco poseen ciertas características fisiográficas y ambientales que potencializan las actividades agrícolas y forestales. En conjunto el sistema consiste en parámetros climatológicos, propiedades físico-químicas del suelo, pendientes, estado de sitio etc. La Cobertura vegetal característica de ciertas áreas, depende del rango ideal de estos factores, y por ende, esta interacción potencializa el desarrollo de las mismas. En el caso de la montaña El Socó, una de las características más importantes es su

fisiografía, que vincula sus altas pendientes, donde, es prioritaria la conservación por medio de actividades forestales, actualmente en la montaña se ve afectada por actividades agrícolas de subsistencia, sin ningún tipo de manejo ni medidas de mitigación lo cual influye a la perturbación sistemática del área y deterioro de la misma.



Figura 12. Fotografía que demuestra la conflictividad de uso de la tierra.

1.5.4 Pérdida de Suelo Fértil

La pérdida de suelo dentro de la montaña el socó deriva de los siguientes factores perturbación al sistema natural del área, altas pendientes de ladera y precipitación medianamente constante. Esta pérdida de suelo es evidente en los recorridos efectuados, la cual, se presenta en la montaña en formas de cárcavas. Este deterioro deriva principalmente en carecer de medidas de mitigación traducido en acciones de conservación de suelo, esto potencializa exponencialmente a la pérdida de este recurso, y representa un problema para los cultivos de subsistencia a la región, al perder capa fértil de suelo, a su

vez, afecta indirectamente a la calidad de agua, al aportar sedimento en su drenaje que contaminan a las corrientes superficiales lindantes en el área.



Figura 13. Fotografía donde se pueden observar cárcavas de suelo del terreno.

1.5.5 Falta de planificación y conservación dentro la montaña

La falta de planificación vincula directamente con el ordenamiento territorial, la cual ha carecido en los últimos años, en consecuencia, han sufrido de invasión de personas ajenas a la montaña, que aportan al deterioro y daño de los recursos que ahí ostenta. Por otro lado, no hay incentivos sobre los recursos y del área en general que promuevan la potencialidad de la montaña, en beneficio de la comunidad y que promueva el desarrollo sostenible y sustentable, con proyectos donde fluya la dinámica socio-económica, y la asesoría técnica-profesional para su manejo. Con esto se pierde el control para el monitoreo y el cuidado del mismo, afectado así su estatus ambiental/natural.



Figura 14. Fotografía donde demuestra la problemática de sectorización para actividades dentro de la Montaña El Socó.



Figura 15. Falta de educación ambiental dentro de la Montaña El Socó.

1.5.6 Conflicto de Gobernanza y Administración de la Montaña el Socó

La aldea de San Antonio Nejapa, posee actualmente gobernanzas locales, que se encuentran en conflicto por discrepancias ideológicas. Dichas gobernanzas, son la alcaldía indígena, el grupo de mujeres “Flor de Chajinel” y el COCODE, por tanto esto conlleva a que la población se encuentre dividida, y no permita un trabajo en conjunto en cuanto a planificación de actividades y el desarrollo local. La problemática se ha trasladado en la administración de la Montaña El Socó, que al no tener un sistema rector avalado por la comunidad, la toma de decisiones incrementa aún más el enfrentamiento de las gobernanzas, ya que dicha montaña se encuentra en disputa. Por tanto, se puede señalar que la mala planificación y todos los factores negativos dentro del área, tienen este problema como punto focal.



Figura 16. Fotografía de reunión con el grupo Chajinel Flor de San Antonio.



Figura 17. Reunión con el grupo de la alcaldía indígena de San Antonio Nejapa.



Figura 18. Plática con el presidente del COCODE de San Antonio Nejapa.


1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la aldea de San Antonio Nejapa, se ha elaborado un diagnóstico, englobando características sociales, económicas, ambientales y naturales, que a través de datos nos permiten tener un panorama de su dinámica poblacional, citando sus debilidades y potencialidades más importantes, de las cuales, no se poseía líneas de referencia, que no había permitido conocer la actualidad de la cantidad de sus recursos, y del estatus del cual se encuentra, como vía alterna de ingresos de subsistencia y el aporte para el flujo socio-económico en mejoras de la población.
2. Utilizando herramientas de diagnóstico y visitas a la población, se ha centrado en evaluar, la situación actual del área montano-comunal denominada el Socó, que representa un sitio donde los comunitarios, realizan actividades de subsistencia, y poseen acceso donde ellos pueden implementar proyectos, que según relatos de la gente local, significa una oportunidad de desarrollo comunal.
3. Se han elaborado recorridos, y visitas dentro de la montaña, efectuando actividades de observación, aplicación de criterios técnicos, georreferenciación e involucramiento de la comuna, para la elaboración de un dictamen, el cual expone los problemas principales.
4. Dentro de la montaña, se han encontrado factores que influyen en el mal uso del terreno comunal, la cual se encuentra en un estado perturbado en algunas áreas, en relación al estado del terreno y el uso de sus recursos naturales. Algunas de las causas son las actividades agrícolas asentadas en áreas no propias según la fisiografía del terreno, invasión de gente aledaña que han deteriorado los recursos y el estado ambiental del terreno, falta de planificación y zonificación según las potencialidades que puede ofrecer el área.
5. Un problema central que origina el mal manejo de la montaña, es el conflicto de gobernanza, de la misma, al existir disparidad en la toma de decisiones, y no centralizar los esfuerzos en conjunto para la viabilidad de proyectos y de ordenamiento territorial.
6. Es importante establecer un estudio específico, que permita evidenciar los factores tanto ambientales/naturales en función de la inherencia social con datos específicos, y la elaboración de un modelo metodológico, que exponga la vulnerabilidad/susceptibilidad en relación a la amenaza en la que se encuentra actualmente el terreno.

7. Realizar el seguimiento y monitoreo de la montaña, como medidas contingentes para cuidado y conservación del área.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. CODEDE, SEGEPLAN, (2007) Plan Estratégico Territorial, Territorio Boca costa Chimaltenango, Guatemala. Versión digital. Pp. 34.
2. DMP, (2008), Monografía del Municipio de Acatenango, Municipalidad de Acatenango Dirección Municipal de Planificación. Guatemala. Versión digital. Pp. 10.
3. Elías. S. Estudio de caso de San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango. [en línea]. Fecha de consulta: 28 de Agosto de 2015. Disponible en: http://www.tierrascomunales.org/wp-content/uploads/2014/12/San_Antonio_Nejapa_Alotenango.pdf.
4. Luisa Zea. CATIE. Plan de Gestión y Manejo de Visitantes. Parque Regional Municipal Astillero Municipal Volcán de Acatenango. [CD-ROM]. Guatemala. CONAP. Febrero de 2014.
5. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Diagnostico de Acatenango 2012. [CD-ROM]. Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural. Guatemala 2012.
6. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Chimaltenango, Volumen I y II. [CD-ROM]. Primera edición. Guatemala 2010.
7. SEGEPLAN. 2008. Caracterización del municipio de Acatenango. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. Guatemala. Versión digital. Pp. 6.
8. SEGEPLAN (2010c). Gestión de riesgo. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Informe de taller. Guatemala. Mimeo octubre 2009 Pp. 17.
9. SEGEPLAN (2008). Vulnerabilidades de los municipios y Calidad de vida de los Habitantes, Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. Guatemala. Versión digital. Pp. 72



CAPÍTULO II

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA MONTAÑA EL SOCÓ,
SAN ANTONIO NEJAPA, ACATENANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**STUDY OF LANDSLIDES SUSCEPTIBILITY IN LA MONTAÑA EL SOCÒ, SAN
ANTONIO NEJAPA, ACATENANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

Durante las últimas 2 décadas, Guatemala ha sido escenario de desastres naturales que afectan en todas las dimensiones a la población. Muchas de ellas tienen su origen respecto a la exposición geográfica del país.

Guatemala se ubica en una región tropical en la que usualmente se lleva a cabo dinamismos de vientos a diferentes presiones, siendo esta la razón de la presencia de eventos de precipitación extrema (depresiones, tormentas y huracanes) o la falta de ella (sequías), como es el caso de los Huracanes Mitch (1998), Stan (2005), La Tormenta Tropical Agatha (2010), La Depresión Tropical E-12 (2012) y el Fenómeno del Niño como peor escenario en 2014.

La ubicación geográfica de Guatemala propicia a la aparición de otros eventos naturales, como el derivado de la interacción de tres placas tectónicas que se ubican en territorio guatemalteco, las cuales son: La Placa de Cocos, Caribe y Norteamericana, la dinámica más significativa es la subducción de la placa de Cocos con la del Caribe (Herrera, 2013). Derivado de esta interacción Guatemala es un país con basta actividad tectónica y volcánica. Posee un sistema de fallas regionales las cuales son Chixoy-Polochic, Motagua y Jocotán-Chamelcón, que a su vez, se dividen en fallas locales a lo largo del país, estas características hacen de Guatemala un país con recurrentes movimientos telúricos que ha dejado al paso del tiempo desastres de muy alta magnitud. Cronológicamente el terremoto de 1976, es la reseña más desastrosa que ha tenido el país, y actividades más recientes, como el terremoto del 2012 en la región de San Marcos. Actualmente Guatemala tiene la aparición de una serie de microsismos, lo que hace más inminente la exposición ante una amenaza de mayor magnitud. En cuanto a la actividad volcánica, Guatemala presenta su cadena de estratovolcanes producto de la interacción de placas, actualmente se le conoce como arco volcánico cuaternario centroamericano (Villagrán, 1994). El país posee 37 estratovolcanes y 328 focos eruptivos cuaternarios (Bohnenberger, 1969), la cual, de estos 37 estratovolcanes, 4 son activos en Guatemala, como los volcanes Santiaguito, Pacaya y de Fuego (Asociación Vulcanológica Internacional, 1958). Un evento reciente es la caída de

ceniza derivado de la erupción del volcán de Pacaya en 2010 que significó parálisis en el dinamismo socio-económico de la población.

Un factor intrínseco que en los últimos años ha tenido la mayoría de eventos recurrentes, así como también, la magnitud de sus desastres, son los deslizamientos. Como parte que evidencian la aparición de estos fenómenos en territorio guatemalteco son los ocurridos en el cantón Panabaj, Sololá (2005) y aldea Cambray II, Santa Catarina Pinula, Guatemala (2015), que son los eventos más desastrosos recientes y ha dejado un saldo de pérdidas millonarias en infraestructura, agricultura, flujo socio-económico y primordialmente pérdidas humanas.

Un factor vinculante es la tenencia de la tierra, ya que, según estudios para el año 2015, se estimó un promedio de 16.2 millones de habitantes, y en paralelo a esto, en una proyección para el año 2020, la población incrementa en 18 millones de habitantes (ENCOVI, 2015), esto aumenta la demanda de recursos y uso de la tierra, al mismo tiempo reduce la oferta, donde ya es limitada en el país, siendo un problema principalmente en el sector más pobre de Guatemala, que recurren a la necesidad de asentarse en territorios de alto riesgo. Satisfacer las necesidades básicas que cada vez es mayor, fomenta aún más la utilización de la tierra, en su mayoría de forma incorrecta (CEPAL, 2014).

Es evidente que el territorio guatemalteco tiene problemas en dos ámbitos, la exposición a la amenaza natural, y la vulnerabilidad social. Esta interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad forman el concepto del riesgo (Lira, 2014). En las últimas dos décadas las pérdidas económicas del país, ante desastres naturales, han sido significativas, cuantificando un total de 29,482 millones de quetzales, lo que es equivalente a 2,106 millones de quetzales anuales (CEPAL, 2014). Según el informe de riesgo a desastres del programa de las naciones unidas para el desarrollo sitúa a Centroamérica como una de las regiones que corre un mayor riesgo de que catástrofes naturales golpee una sociedad vulnerable. Guatemala por su parte, ocupa el cuarto puesto en la lista de países con mayor riesgo ante desastres naturales en el mundo, y el primero a nivel continental (PNUD, 2015).

2.2 MARCO TEÒRICO

2.2.1 Marco Conceptual

En lo que respecta a analizar el contexto de amenazas del municipio de Acatenango, es necesario especificar su concepto en cuanto a amenazas y deslizamientos se refiere.

La amenaza se define como el peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular, de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente. Es un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en dentro de un periodo de tiempo definido (Gáfaró, 2013).

De acuerdo con esto se pueden distinguir varios tipos de amenazas:

Cuadro 6. Amenazas naturales.

Naturales	
Inherentes a la mecánica natural del planeta Tierra.	
Hidrometeorológicas	Geológicas
Huracanes	Sismos
Vendavales	Actividad Volcánica
Amenazas Cerúnicas	Remoción en masa
Heladas	Tsunamis o Terremotos
Sequías y Desertificación	Diapirismo de Lodos
Inundaciones	
Granizadas	
Erosión Litoral	

Fuente: Gáfaró, 2013.

Cuadro 7. Otras amenazas.

Socio-Cultural	Antrópico	Tecnológicas
Inundaciones	Aglomeraciones de Personas	Derrames

Remoción en Masa	Contaminación	Fugas
Incendios Forestales		Explosiones
Degradación de Recursos Naturales		Incendios

Fuente: (Gáfaró, 2013).

Un territorio puede ser analizado y estudiado desde diferentes perspectivas y fines, en este caso se trata de encontrar aquellos elementos asociados a las condiciones de riesgo. La concepción de la amenaza, riesgo, vulnerabilidad, susceptibilidad y la terminología asociada a su definición, han variado con el tiempo y desde la perspectiva de la disciplina de estudio (Herrera, 2013).

Amenaza: es el peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Para UNDRRO (1979) y Piers, B., Ferry, C., Ian, D. y Ben, W. (1996), se define la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Por su parte, Moncayo y Muñoz (2001), Delgado y Navarro (2002), hacen referencia a la ocurrencia potencial, en un intervalo de tiempo y un área geográfica específica, de un fenómeno natural que puede tener un efecto negativo sobre vidas humanas, pertenencias o actividades, hasta el punto de causar desastres, teniendo orígenes naturales (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópicos (degradación ambiental y amenazas tecnológicas) y que pueden ser individuales, combinados o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad. (ONU-EIRD 2004).

2.2.1.1 Amenaza, riesgo, vulnerabilidad y susceptibilidad

La amenaza no existe como tal, se habla de amenaza porque existen elementos o una comunidad amenazada o que sea considerada como tal actualmente (si ya vive en el lugar) o que podría hacerlo en un futuro (amenaza potencial), si el espacio no está habitado todavía. La amenaza es entonces un concepto construido y elaborado que no es estático, sino dinámico. Por lo tanto, un fenómeno puede representar o ser considerado como una amenaza para una comunidad y no para otra, o puede ser una amenaza para una comunidad en un tiempo determinado y, más adelante, perder este carácter (Badilla, Westwn y Kingma, 2003).

La evaluación de la amenaza, es el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno se manifieste, con cierto grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables (Herrera, 2013).

Los deslizamientos y las avenidas constituyen fenómenos naturales, ligados a la dinámica geomorfológica, donde una porción de terreno puede movilizarse hacia las partes bajas, o bien el río desborda periódicamente su cauce más frecuente, pasando a ocupar la llanura de inundación, que es una franja o superficie de terreno de pendiente suave, adyacente al cauce de un río, construida por el río en su régimen y que se inunda cuando este sobrepasa sus orillas (Herrera, 2013).

Geológicamente, los sismos y las condiciones de sobresaturación del suelo, son capaces de generar deslizamientos.

El riesgo es una propiedad permanente de una población de fenómenos aleatorios, como los deslizamientos y las crecidas. Si la distribución de la población de estos eventos fuese conocida, el riesgo también sería exactamente conocido. El Riesgo es toda fuente de peligro que puede causar daños y la probabilidad de que dichos daños se produzcan. El riesgo no depende sólo de la peligrosidad de un fenómeno; también influye

la exposición, es decir, la cantidad de personas y bienes materiales que pueden sufrir el acontecimiento peligroso (Gáfaró, 2013).

Los riesgos pueden reunirse en dos grandes grupos: tecnológicos y naturales. Los riesgos naturales se pueden definir como la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario que suponga un peligro causante de daño, enfermedad, pérdida económica o daño ambiental. Está en función según la fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

La *cuantificación del riesgo*, se entiende como el valor probable de pérdidas de toda índole en un sitio específico vulnerable a una amenaza particular, en el momento del impacto de ésta y durante todo el período de recuperación y reconstrucción que le sigue. El riesgo resulta entonces del producto probable en el espacio, como en el tiempo entre una amenaza de magnitud determinada y un elemento relativamente vulnerable a ella (Marones y Vidal, 2004).

Existen tres componentes esenciales en la cuantificación del riesgo:

Probabilidad de que ocurra la amenaza: La probabilidad de que acontezcan niveles extremos de amenazas naturales que podrían causar un desastre, puede estimarse por medio de la extrapolación estadística de datos de los niveles normales del acontecimiento. La precisión de dichos cálculos depende de la cantidad e integridad de los datos y del período de tiempo durante el cual han sido recopilados. Los registros históricos de caudales, suelen ser fuentes de información para definir la magnitud de una inundación.

La frecuencia de repetición e intensidad de muchas amenaza naturales varía de lugar a lugar, las cuales se muestran en la cartografía de las amenazas.

Elementos en riesgo: Son todas aquellas personas y bienes (inmuebles y muebles), que están expuestas a la amenaza (Herrera, 2013).

Vulnerabilidad: Es la probabilidad de que un sujeto o elemento expuesto a una amenaza natural, tecnológica o antrópica, sufra daños y pérdidas en el momento del impacto del evento, teniendo además dificultad en recuperarse de ello, a corto, mediano o largo plazo. Por tanto, la vulnerabilidad se considera antes, durante y después del evento (Herrera, 2013).

Esto significa que la vulnerabilidad también expresa la susceptibilidad del elemento expuesto en resistir o absorber el impacto (Resistencia), y adaptarse a los cambios de toda índole que éste genera a fin de recuperarse y reestablecer sus medios de vida (Resiliencia) (Herrera, 2013).

La reducción de la vulnerabilidad, en la gestión del riesgo se inicia por dos concepciones interrelacionadas: disminuir el grado de exposición a las amenazas, mediante la localización de las actividades en las áreas de menor peligro y, crear protección; es decir, interponer defensas que reduzcan la posible afectación que pueden causar las amenazas (OMS, 1990).

Para evaluar la vulnerabilidad primero se deben identificar todos los elementos que están expuestos a una amenaza particular. Puede usarse datos de un censo y conocimiento local para esto. Por otro lado, las acciones dirigidas a disminuir los factores de vulnerabilidad son aquellas que se contemplan en la mitigación, que comprende no sólo salvar vidas y heridos, y reducir las pérdidas de propiedad, sino también reducir las consecuencias adversas de amenazas naturales a las actividades económicas e instituciones sociales (Herrera, 2013).

La *incertidumbre* son las diferencias entre las propiedades de la población de datos y los estimados de la muestra. Los riesgos se reducen con desarrollo y medidas aplicadas en el manejo de los recursos hídricos, pero la incertidumbre solo se reduce obteniendo más y mejor información, y usando mejores técnicas estadísticas. Normalmente se usan muestras

con datos deficientes o sesgados, y las propiedades de la población de datos se estiman en base a la muestra y a alguna técnica, entonces varios errores se introducen en la determinación de las crecidas (Herrera, 2013).

Probabilidad de ocurrencia o excedencia, es otra forma de concebir la avenida de 100 años, y es en términos de una crecida que tiene una probabilidad del uno por ciento de ocurrir en cualquier año dado. Se calcula fácilmente dividiendo uno por el período de retorno. Una avenida de 100 años es menos frecuente, pero de mayor magnitud, que una avenida de 25 años. En promedio, la avenida de 25 años ocurre una vez cada 25 años y tiene una probabilidad de excedencia de $1/25$ (Herrera, 2013).

Susceptibilidad: Se define como fragilidad física ó ambiental in situ que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

2.2.1.2 Deslizamientos

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia arriba, mientras otros se mueven hacia abajo (Herrera, 2013).

El movimiento de un deslizamiento, consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos

pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes (Herrera, 2013).

Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.

Los deslizamientos se pueden a su vez dividir en dos subtipos denominados deslizamientos rotacionales y translacionales o planares. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y estabilización a emplearse (Herrera, 2013).

2.2.1.2.1 Deslizamiento rotacional

En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Visto en planta el deslizamiento posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento generándose comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento (Herrera, 2013).

En muchos deslizamientos rotacionales se forma una superficie cóncava en forma de “cuchara”. Generalmente, el escarpe debajo de la corona tiende a ser semivertical, lo cual facilita la ocurrencia de movimientos retrogresivos. El movimiento aunque es curvilíneo no es necesariamente circular, lo cual es común en materiales residuales donde la resistencia al corte de los materiales aumenta con la profundidad (Herrera, 2013).

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento es aparentemente semi-vertical y tiene muy poca rotación, sin embargo, se puede observar que generalmente, la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta (Herrera, 2013).

Los deslizamientos rotacionales en suelos generalmente tienen una relación D_r/L_r entre 0.15 y 0.33 (Skempton y Hutchinson 1969).

Frecuentemente la forma y localización de la superficie de falla está influenciada por las discontinuidades, juntas y planos de estratificación. El efecto de estas discontinuidades debe tenerse muy en cuenta en el momento que se haga el análisis de estabilidad (Herrera, 2013).

Los deslizamientos estrictamente rotacionales ocurren usualmente, en suelos homogéneos, sean naturales o artificiales y por su facilidad de análisis son el tipo de deslizamiento más estudiado en la literatura (Herrera, 2013).

En zonas tropicales este tipo de suelos no es común y cuando existe rotación, la superficie de falla es usualmente curva pero no circular; Sin embargo, en zonas de meteorización muy profunda y en rellenos de altura significativa algunas superficies de falla pueden asimilarse a círculos (Herrera, 2013).

Dentro del deslizamiento comúnmente, ocurren otros desplazamientos curvos que forman escarpes secundarios y ocasionalmente ocurren varios deslizamientos sucesivos en su origen pero que conforman una zona de deslizamientos rotacionales independientes (Herrera, 2013).

2.2.1.2.2 Deslizamiento de traslación

En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Los movimientos traslacionales tienen generalmente, una relación D_r/L_r de menos de 0.1. La diferencia importante entre los movimientos de rotación y traslación está principalmente, en la aplicabilidad o no de los diversos sistemas de estabilización. Sin embargo, un movimiento de rotación trata de autoestabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de

la ladera hacia abajo. Los movimientos de traslación son comúnmente controlados por superficies de debilidad tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y zonas de cambio de estado de meteorización que corresponden en términos cuantitativos a cambios en la resistencia al corte de los materiales o por el contacto entre la roca y materiales blandos o coluviones. En muchos deslizamientos de traslación la masa se deforma y/o rompe y puede convertirse en flujo (Herrera, 2013).

Los deslizamientos sobre discontinuidades sencillas en roca se les denomina *deslizamientos de bloque*, cuando ocurren a lo largo de dos discontinuidades se le conoce como deslizamiento de cuña y cuando se presentan sobre varios niveles de una familia de discontinuidades se le puede denominar falla en escalera (Herrera, 2013).

Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes (Gáfaró, 2013).

Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc. (Gáfaró, 2013).

Existen dos tipos de deslizamientos o derrumbes:

- a) Deslizamientos lentos: Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tan lento que no se percibe. Este tipo de deslizamiento genera unos pocos centímetros de material al año. Se identifican por medio de una serie de características marcadas en el terreno (Gáfaró, 2013).
- b) Deslizamientos rápidos: Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tal que la caída de todo el material puede darse en pocos minutos o segundos. Son frecuentes durante las épocas de lluvias o actividades sísmicas intensas. Como son difíciles de identificar, ocasionan importantes pérdidas materiales y personales (Gáfaró, 2013).

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los seres humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de billones

de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control (Suárez, 2011).

Las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra debido a que generalmente, se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas (Gáfaró, 2013).

2.2.1.3 Esparcimiento lateral

En los esparcimientos laterales el modo de movimiento dominante es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión. El mecanismo de falla puede incluir elementos no solo de rotación y translación sino también de flujo. Generalmente, los movimientos son complejos y difíciles de caracterizar. La velocidad de movimiento es por lo general extremadamente lenta (Herrera, 2013).

Los esparcimientos laterales pueden ocurrir en masas de roca sobre suelos plásticos y también se forman en suelos finos, tales como arcillas y limos sensitivos que pierden gran parte de su resistencia al remodelarse (Herrera, 2013).

2.2.1.4 Lavado superficial o erosión

La erosión es el desprendimiento, transporte y deposición de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por el movimiento del agua. El flujo puede concentrarse en canales produciendo surcos y cárcavas. Las gotas de lluvia pueden contribuir al desprendimiento de las partículas o granos. Puede producir sedimentación de materiales en el pie del talud (Herrera, 2013).

Como solución se propone generalmente, la construcción de obras de drenaje y de bioingeniería, así como concreto dental, concreto lanzado o modificaciones de la topografía del talud. Los procesos de erosión son muy comunes en suelos residuales poco

cementados o en suelos aluviales, especialmente, los compuestos por limos y arenas finas principalmente, cuando la cobertura vegetal ha sido removida (Herrera, 2013).

Se conocen varios tipos de erosión:

- a.) laminar,
- b.) en surcos,
- c.) y en cárcavas

2.2.1.4.1 Erosión laminar:

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia levantan las partículas de suelo y las reparten sobre la superficie del terreno. La velocidad de las gotas de lluvia puede alcanzar valores hasta de 10 metros por segundo y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal. El proceso es particularmente grave cuando la pendiente del talud es grande, como es el caso de los taludes de cortes en obras viales (Herrera, 2013).

2.2.1.4.2 Erosión en surcos:

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo del agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad generalmente, paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie de un talud y a su paso va levantando y arrastrando partículas de suelo, formando surcos (rills). Los surcos forman una compleja microred de drenaje donde un surco al profundizarse va capturando los vecinos, formando surcos de mayor tamaño, los cuales a su vez se profundizan o amplían formando cárcavas en forma de V que pueden transformarse a forma de U. Inicialmente la cárcava se profundiza hasta alcanzar una superficie de equilibrio, la cual depende de las características geológicas e hidráulicas, para luego iniciar un proceso de avance lateral mediante deslizamientos de los taludes semi-verticales producto de la erosión.

La localización en cuanto a su profundidad y la velocidad de avance del proceso es controlada por los fenómenos de tipo hidráulico y por la resistencia del material a la erosión. Los surcos de erosión pueden estabilizarse generalmente, con prácticas de agricultura (Herrera, 2013).

2.2.1.4.3 Erosión en cárcavas:

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad, que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava. (Herrera, 2013)

2.2.1.4.4 Erosión por afloramiento de agua:

Un caso de erosión puede ocurrir en los sitios de afloramiento de agua, formando pequeñas cavernas y/o taludes negativos, los cuales a su vez pueden producir desprendimientos de masas de suelo (Herrera, 2013).

2.2.1.5 *Parámetros Geológicos*

Las características o propiedades del suelo o roca, determina la presencia de materiales duros o de baja resistencia y las discontinuidades pueden facilitar movimientos a lo largo de ciertos planos de debilidad. Los elementos geológicos principales a estudiar son los siguientes:

2.2.1.5.1 Formación geológica: Los materiales de origen ígneo y metamórfico poseen un comportamiento diferente a los suelos de origen sedimentario, aluviones, coluviones, etc. (Herrera, 2013).

2.2.1.5.2 Estructura y discontinuidades: En los suelos residuales y rocas la estratificación y las discontinuidades actúan como planos de debilidad o como

conductores de corrientes de agua subterránea y las características de estas pueden facilitar los movimientos. (Herrera, 2013).

2.2.1.5.3 Meteorización: La descomposición física o química produce alteraciones en la roca o suelo, las cuales modifican substancialmente los parámetros de resistencia y permeabilidad, facilitando la ocurrencia de deslizamientos (Herrera, 2013).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

- Analizar las zonas susceptibles a deslizamientos en la parte parte Sur-Oeste de la Montaña El Soco, San Antonio Nejapa, Acatenango.

2.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar y diagnosticar las amenazas naturales potenciales que origina la susceptibilidad a deslizamientos.
- Identificar el impacto de las actividades humanas que contribuyen a la susceptibilidad a deslizamientos.
- Desarrollar un modelo conceptual metodológico para analizar e integrar variables que caracterizan la susceptibilidad por deslizamientos.

2.4 HIPOTESIS

El uso incorrecto de la tierra, la geomorfología del lugar, la ubicación geográfica, la deforestación y la mala administración comunal del manejo de la montaña intensifica la susceptibilidad de deslizamientos en la Montaña El Soco.

2.5 METODOLOGÍA

Uno de los fines primordiales de esta investigación, respondiendo principalmente a los objetivos es la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos, relacionando así todos los factores que incurren en su potencialidad en torno a sectores que representa el área. Para esta investigación se ha utilizado la metodología según Rodrigo Mora y Vahrson, publicada en el año 1991, que para el presente se ha modificado en base a utilización digital de información denominada sistemas de información geográfica con auxilio de softwares que permiten sintetizar información de campo o primaria para cálculos que permiten la mejor visualización de las zonas bajo análisis de cada factor.

Por ende, es importante mencionar los factores que para esta metodología se dividen en factores intrínsecos y factores externos ó disparadores, el cual relaciona los siguientes análisis: pendiente, suelo, cobertura vegetal, fisiografía, geología, isoyetas, uso actual de la tierra y uso potencial de la tierra.

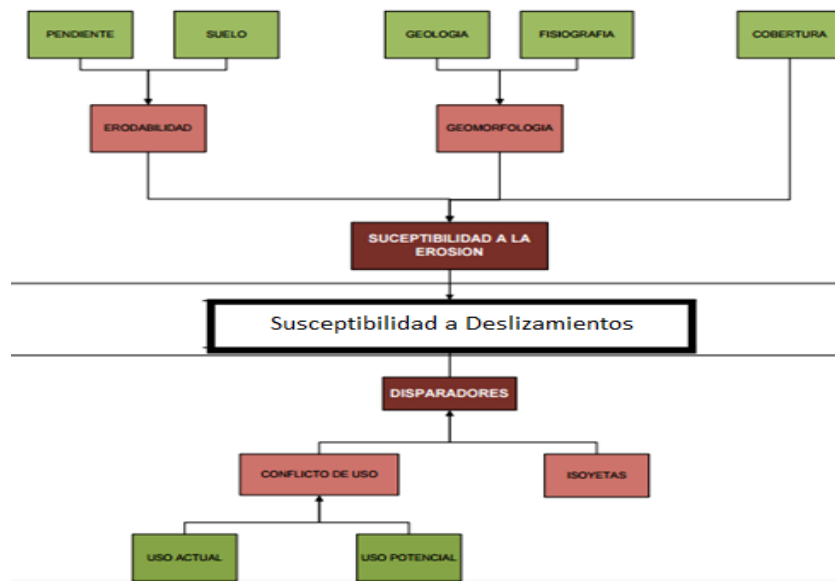


Figura 19. Metodología Mora-Vahrson.

Fuente: Mora-Vahrson, 2013.

2.5.1 Fase 1: Conocimiento y delimitación del área de estudio

- Delimitar el área de estudio de la Montaña El Soco basado en sistemas de información geográfica
- Revisión de fotografías aéreas para delimitación del área
- Establecer vínculos con actores sociales clave, especialmente con líderes de gobernanza.
- Verificar el área de trazado del estudio en recorrido en la Montaña El Soco junto con la ayuda de los principales actores sociales.
- Identificación de referencias históricas en relación a la comunidad de eventos de deslizamientos en la montaña.
- Identificación de conocimientos ancestrales que indique las actividades de amenazas de sistemas de alerta temprana.
- Determinar áreas de actividades agrícolas ó recorridos de campo
- Determinar áreas de deforestación y problemas de degradación dentro de la montaña.
- Identificar prácticas de agricultura y manejo forestal en la montaña (si existen)
- Revisión y obtención de material secundario auxiliar

2.5.2 Fase 2: Planificación y diseño

En esta fase se estructura en relación a la búsqueda de información obtenida o generada, esto servirá para formar un conjunto de base de datos y se efectuará las funciones de superposición que dependerá de la relación prevista para el diseño del modelo conceptual. El diseño que tendrá el modelo conceptual se ha tomado como referencia la metodología de Mora y Vahrson (1991) para determinar la potencialidad de deslizamientos, lo cual se ajusta a lo planificado del proyecto e incorporando variables que tienen total relación a los deslizamientos, que al mismo tiempo enriquecen el modelo y aumenta el grado de precisión. El método tiene como prioridad cinco factores: tres intrínsecos o de susceptibilidad y dos externos o de disparo.

Los factores intrínsecos dependen de:

2.5.2.1 Análisis de pendiente (Sp)

Cálculo por medio de Sistemas de información geográfica, curvas a cada 20 m, ponderación y clasificación según la metodología de Van Zuidam (1999).

Cuadro 8. Clasificación de pendientes.

Clase de Pendiente (%)	Condiciones del Terreno
0-2	Planicie, sin denudación apreciable
2-7	Pendiente muy baja, peligro de erosión
7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión
15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo
30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos
70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible
>140	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada

Fuente: Van Zuidam, 1986.

Esta ponderación es de tipo numérico donde es clasificado en un valor de 0-5, en el que aplicamos el criterio de menor a mayor valor a una injerencia preponderante de susceptibilidad.

Valoración de pendientes

Cuadro 9. Valoración de pendientes.

Clase de Pendiente (%)	Calificativo Pendiente	Valor del Parámetro Sp
0-2	Nulo	0
2-7	Muy Bajo	1
7-15	Bajo	2
15-30	Medio	3
30-70	Alto	4
70-140	Muy Alto	5

Fuente: Mora-Vahrson, 2013.

2.5.2.2 Análisis de suelo (Ss)

Análisis de propiedades físicas del suelo principalmente en parámetros tales como profundidad, textura, estructura, porosidad, constantes de humedad (PS, CC, PMP y HA), Capacidad de drenaje y Agua del suelo. Mapa detallado a escala rango 1:15,000 a 1:25,000 ó Muestreo de suelos con análisis de laboratorio.

Cuadro 10. Ponderación de textura de suelo.

Ss	Valor del Parámetro (Ss)
Franco Arenoso	1
Franca	2
Franco Limoso	3
Franca Arcilloso	3

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

2.5.2.3 Análisis de cobertura (Scob)

Mapa de Cobertura (INAB, 2012) escala 1:25,000 con verificación de fotografías de preferencia actualizadas.

Para la categorización de valores para este factor, se ha diseñado la siguiente matriz que hace un criterio de cada valor de cobertura:

Cuadro 11. Ponderación según cobertura.

Cobertura	SCob	Grado
Bosque	1	Muy Bajo
Agricultura Anual	5	Muy Alto
Vegetación Arbusiva Baja	4	Alto
Café	2	Bajo

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

2.5.2.4 Análisis de fisiografía (Sf)

Ortofotos a escala rango 1:15,000 a 1:25,000, utilizando mapa de pendientes, al mismo tiempo aplicando la metodología según el reglamento CUM, propia para la obtención de elementos fisiográficos con su respectiva leyenda.

Cuadro 12. Distribución paisajística.

Gran Paisaje	Paisaje	Sub-Paisaje	Elemento del Paisaje	Simbolo
Planicie	Estructural	Terraza	Terraza Alta Plana	TAP
	Volcánica		Terraza Alta Ondulada	TAO
Montañoso	Montaña Baja	Ladera	Montaña Baja Pendiente	MBP
	Montaña		Montaña Alta Pendiente	MAP

Fuente: Reglamento CUM, 2014.

2.5.2.5 Análisis de geología (Sg)

El levantamiento geológico de la montaña comprendió lo siguiente:

- Fotointerpretación de la montaña para visualización de algunos contactos geológicos y lineamiento de fallas.
- Como base fundamental el mapa geológico 1:50,000 de Chimaltenango Hoja 2,059 I Información dada por INSIVUMEH en el área de geología y sísmica de estudios realizados a mayor detalle en algunas regiones Chimaltenango datos a escala 1:25,000, junto con los registros de sismicidad del área.
- Caminamiento sobre el área comunal de la montaña para avistamiento de afloraciones geológicas y banco de materiales.
- Para la ponderación del material geológico se hizo en función de la parte teórica dictada por Vahrson-Mora, en función al criterio personal según las características de densidad rocosa, material consolidado y el registro de sismos presentado en el lugar en los últimos 20 años. Esta ponderación es de tipo numérico donde es clasificado en un valor de 0-5, en el que aplicamos el criterio de menor a mayor valor a una injerencia preponderante de susceptibilidad.

2.5.2.6 Análisis de erodabilidad

Para el análisis de erodabilidad se ha tomado en cuenta la relación de dos factores básicos previamente clasificados y agrupados en una nueva matriz de evaluación para erodabilidad, según los criterios de la metodología Vahrson-Mora (Ver cuadro 11), los valores de clasificación se definen de forma cuantitativa en parámetros de 0-5 según la injerencia de susceptibilidad de la presente temática. Relación cualitativa-cuantitativa.

Cuadro 13. Cuadro de ponderación de erodabilidad (relación suelos-pendiente).

Ss	Sp	Erodabilidad
Franco Arenoso	0	1
Franco Arenoso	1	1
Franco Arenoso	2	1
Franco Arenoso	3	2
Franco Arenoso	4	3
Franco Arenoso	5	3
Franco Arcilloso	0	1
Franco Arcilloso	1	1
Franco Arcilloso	2	2
Franco Arcilloso	3	3
Franco Arcilloso	4	4
Franco Arcilloso	5	4
Franco Limoso	0	1
Franco Limoso	1	1
Franco Limoso	2	1
Franco Limoso	3	2
Franco Limoso	4	3
Franco Limoso	5	4
Franco	0	1
Franco	1	1
Franco	2	1
Franco	3	2
Franco	4	3
Franco	5	4

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

2.5.2.7 Análisis de geomorfología

Para el análisis de geomorfología, la metodología de Vahrson-Mora (2013), dicta un resultado, derivado de una relación entre la clasificación de los factores de geología y fisiografía, estableciéndose una base de datos, donde bajo criterios técnicos se ha ponderado en valores de 0-5 en injerencia de la susceptibilidad geomorfológica. La relación para el producto de esta base de datos es cuantitativa-cualitativa.

Cuadro 14. Valoración geomorfológica según relación geología/ fisiografía.

Fisiografía	S(Geoform)
Montaña Alta Pendiente (MAP)	5
Montaña Baja Pendiente (MBP)	5
Terrazas Altas Onduladas (TAO)	4
Terrazas Alta Pendiente (TAP)	2

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

2.5.2.8 Análisis de susceptibilidad de erosión

Este producto es consecuente de la síntesis de todos los factores básicos que haya generado la temática intrínseca del terreno, en modelos específicos para el criterio final. Nos referimos en este caso, a la relación de fisiográfica/geomorfológica, estableciendo un criterio de valor aplicada los factores inherentes, y posteriormente empleado a la ecuación pertinente según la metodología utilizada

Cuadro 15. Datos de peso ponderado de factores de susceptibilidad erosiva.

Variable	Peso Ponderado
Erodabilidad	50%
Geomorfología	30%
Cobertura	20%
TOTAL	100%

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

Por tanto la combinación de productos nos deja una salida:

Susceptibilidad a la erosión: $(Sp*0.50) + (Sgeo*0.30) + (Scob*0.20) = SE$

La combinación de los factores externos consta de factores básicos tales como el uso actual del suelo (Tcus) e isoyetas (Tisoy), en generación de productos de conflictividad de uso de la tierra y una final de disparadores.

2.5.2.9 Análisis de isoyetas (Tisoy)

Este análisis consta de la triangulación de datos de 3 estaciones meteorológicas representativas de fincas privadas, 2 de ellas bajo la administración de INSIVUMEH, y 1 perteneciente al instituto privado ICC. Donde el criterio para la toma de datos fue su ubicación en la parte alta, media y baja que cubre la mayoría del área en estudio, en esta ocasión se utiliza las estaciones: Balanyá y Alameda ICTA (INSIVUMEH), y El Platanar (ICC), con datos representativos de precipitación a un largo alcance. Para la elaboración de Isoyetas se ha utilizado interpolaciones en base a sistemas de información geográfica que vincula la base de datos arrojadas por las estaciones meteorológicas y su interpretación. Para la clasificación en valores de las isoyetas presentadas, que derivan de los valores presentados de lluvia del área, se ha utilizado un único criterio de establecimiento y es el rango presentado mediante la metodología de Vahrson-Mora. En donde el valor cuantitativo nos señala una manifestación moderada de susceptibilidad de lluvia.

Cuadro 16. Valoración de lluvia.

Rango de Precipitación (mm/año)	Valoración	Descripción
1000-1500	3	Moderado

Fuente: Vahrson-Mora, 2013.

2.5.2.10 Análisis de uso actual del suelo (Tcus)

En la cobertura vegetal tiene importancia la capacidad de uso del suelo y el uso actual entre sistemas agroforestales, forestal y actividades agrícolas.

2.5.2.11 Análisis de uso potencial del suelo

La potencialidad ó capacidad de uso del suelo, va muy en relación a las aptitudes reales del terreno y que según metodologías como propuestas como el de USDA, nos da un estándar de clasificación, por tanto la información del MAGA-INAB es importante con detalle electrónico a escala 1:25,000.

Cuadro 17. Clasificación general de uso de la tierra.

Clasificación general de suelos según su capacidad de uso (Método USDA)	
Uso de la Tierra	Clases de capacidad según su vocación de uso
Apropiados para cultivos de ciclo corto, anuales y permanentes con o sin riego	I, II, III
Apropiados para cultivos ocasionales	IV
No apropiados para cultivos pero adecuados para vegetación permanente, usos pecuarios y vida silvestre	V, VI
Adecuada para fines forestales, agroforestales, conservación de cuencas hidrográficas, vida silvestre y recreacionales	VII, VIII

Fuente: Comerma y Arias, 1971.

2.5.2.12 Análisis conflictividad del suelo

La conflictividad del terreno, deriva de la interacción de dos factores importantes, para este caso, se realiza una transposición de información tanto de uso actual de la tierra como el de capacidad de uso, dando como resultado, evidencia de partes que se pueden definir como sobreutilizadas, en el caso de perturbar dicha área. En caso de cumplir el uso con la capacidad que la tierra ofrece, se analiza de forma neutral, sin ningún indicio de susceptibilidad. Los valores son clasificados en un valor de rango de 0-5, estableciendo así el criterio del grado de susceptibilidad.

2.5.2.13 Análisis de exposición a disparadores

En este análisis es importante tomar en cuenta la resultante del estudio del terreno, la cual presenta la relación entre la conflictividad del terreno, juntamente con la lluvia presentada en el área de estudio. Esta relación a criterio cualitativo, genera un mapa final, que corresponde, a un producto para exposiciones externa. El criterio de valorización, corresponde a un rango de 0-5 según la metodología Mora-Vahrson.

2.5.2.14 Análisis de susceptibilidad a deslizamientos

Como parte final del estudio, es la síntesis de todos los factores relacionados y analizados, la cual, son vinculantes a los criterios técnicos implementados en soporte a la metodología adaptada, para la valoración de dichos factores. Con los análisis anteriores se resumen en dos resultados finales como es el caso de las amenazas intrínsecas en vinculación con las amenazas externas, estableciendo una ecuación para el modelo de la susceptibilidad a deslizamientos final (Vahrson-Mora, 2013).

- **Ecuación utilizada para la clasificación de susceptibilidad de deslizamientos**

Susceptibilidad a deslizamientos = Amenazas Intrínsecas + Amenazas Externas

Susceptibilidad a deslizamientos = (Sp+Ss+SCob+Sgeo) + (Tisoy+Tcus)

Susceptibilidad a deslizamientos = Susceptibilidad de erosión + Disparadores

Las variables se obtienen a partir de clasificar los valores iniciales de las mismas. El modelo que se obtiene a partir de este algoritmo es reclasificado en rangos de importancia, asignándole a cada rango una valoración desde baja hasta muy alta amenaza, para obtener el modelo final, en un peso en porcentaje al grado de incidencia

2.5.3 Fase 3: Realización y discusión de análisis.

Derivado a los análisis anteriores individualizados por cada factor ya sea intrínsecos o detonantes, se realiza la aplicación del diseño en lo equivalente al grado de amenaza que representa cada factor en un peso y ponderación utilizando herramientas de análisis espacial como GIS en torno a susceptibilidad y disparo, de esta forma se puede delimitar las diferentes zonas de amenaza clasificación su grado y percepción.

A partir de esto los pesos conjuntos deberán de hacer una suma del 100% que es el parámetro del modelo, ya que cada variable deberá de realizar una intersección de los mapas utilizando herramientas que permitan análisis espaciales tanto del comportamiento como del sistema de información geográfica, la derivación de este proceso da como un producto un mapa el cual se reclasifica aplicando los pesos generales de los modelos de amenaza.

A lo que corresponde los rangos para cada factor del modelo, es importante manejarlo desde un punto de vista de puntaje de 0-5 siendo el valor mínimo 0 que representa baja amenaza y de 5 el valor máximo de amenaza que incurren en determinada área. Con todas las puntuaciones definidas e intersectadas de las variables del modelo se realiza la determinación de cada área obtenida en el modelo de datos y se analizan las zonas de amenazas a deslizamientos las cuales se obtienen en el mapa final comprendido en base a cinco rangos (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto).

Los indicadores de puntaje están principalmente relacionados en el tema de criterio personal, en algunos casos utilizando en este caso como el de pendientes que están establecidos en una metodología de criterio, otras metodologías serán a fines a los parámetros a evaluar combinados con el criterio técnico y propio, debidamente analizado.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.6.1 Análisis de pendientes

El área de estudio, se ve sometido a pendientes de diversas manifestaciones, como lo hemos descrito anteriormente, el análisis de pendientes es un factor muy importante que determina el grado o porcentaje de inclinación del terreno, como parte de los factores intrínsecos.

Correspondiente a la cadena volcánica, este comportamiento de pronunciación del relieve obedece al sistema tectónico del país, así como también los procesos vulcanológicos para su formación. Para poder determinar el grado de pendientes, se utilizó como base la información que fue proveída por el Instituto Geográfico Nacional-IGN- de curvas a nivel a una distancia de 20 m, lo cual, esta información nos permite ver de forma específica la una mejor visualización del modelamiento de pendientes. Para ellos las herramientas digitales fueron trascendentales para la elaboración de mapa, los sistemas de información geográfica permiten que por medio de cálculos se observe las pendientes del terreno y su respectiva manipulación, que para este caso, fueron representados en porcentaje de inclinación.

Los colores y los rangos en los que se basaron para la modelación de pendientes, se han hecho en base a la metodología propuesta de Van Zuidam (1986), lo que propone las características mostradas por el área de influencia con ciertas propuestas de manejo. Esta clasificación vincula principalmente el grado de pendiente en porcentaje, al mismo tiempo sus características. Las clases de pendientes pueden coincidir con los sectores críticos, donde los procesos de deslizamiento son dominantes (van Zuidam, 1986).

Según estas especificaciones nos da una pauta de la irregularidad del terreno que según el cuadro de la distribución de pendientes (Ver Cuadro 10) presentada a continuación, las pendientes más recurrentes en un 73.4 % del área del terreno están en un rango de 30 % - 70 %, donde se atenúa con partes mínimas de más de 140 % de pendiente y en un intervalo de 15% -30 %.

Cuadro 18. Distribución de áreas según pendiente.

SP	Área (Ha)	% (Área)
0	12.62	2.99
1	3.12	0.74
2	6.28	1.49
3	33.57	7.96
4	321.9	76.36
5	43.51	10.32
TOTAL	421.53	99.87

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.2 Análisis de geología

Para la discusión geológica, fue necesario tomar en cuenta como referencia el mapa 1:50,000 de Chimaltenango, correspondiente a la hoja geológica 2059 IV, por otro lado, para más detalle, se utilizó el mapa digitalizado de la ladera de la montaña el Socó a una escala 1:21,000, realizando así un caminamiento en el área en cuestión, para el avistamiento de afloramientos geológicos, representativos, que por ende, esta observación, vincula a materiales geológicos predominantes en el área en este caso: Tefra Volcánica, la cual, tiene derivaciones depositarias de diferentes materiales como por ejemplo, piroclastos como el pómez, en su mayor parte del área, y donde es mayoritario en la ladera de la montaña del Socó, por otra parte manifestaciones sedimentarias, como es el caso de sedimentos fluvio-lacustres (diamictones) y lutitas (arcillas), así como también, el basamento representado en un período de formación terciario, y nos referimos a la Andesita. Para interpretación del análisis es necesario, realizar un mapa geológico

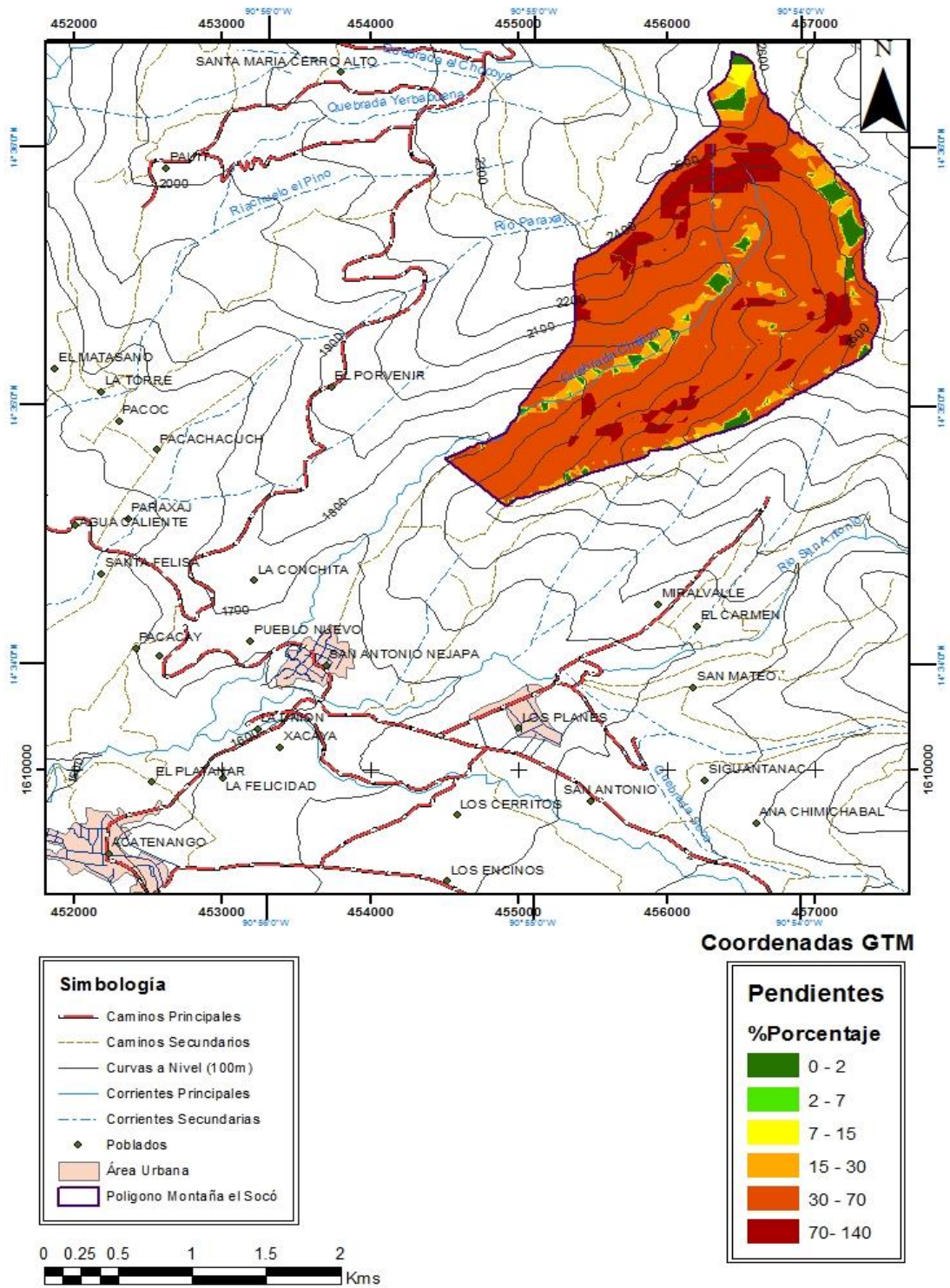


Figura 20. Mapa de pendientes.

regional en afluencia a nuestra área de estudio, que paralelamente a esto, se ha realizado dos perfiles geológicos, que nos detallan la disposición de los materiales encontrados en la región, así como también la relación fisiográfica-geológica del área, bajo su representación cartográfica en perfil A-A' y perfil B-B' (Ver Figura 13 y 14). Por otra parte, la descripción de cada material característico regional del área.

2.6.2.1 Tefra volcánica: La tefra volcánica tiene un origen común con respecto a la roca pómez y otros materiales depositarios, derivado que su formación, por medio de erupciones volcánicas y su disposición granulométrica. Este material consiste en fragmentos de ceniza volcánica, lapilli y bombas volcánicas (en su mayoría presentada en el área) en el que hace énfasis en la composición granulométrica y el tamaño de las rocas formadas, que se origina con la interacción con el ambiente. Este material consiste en una extensa variedad de partículas de roca volcánica, incluyendo cristales de distintos minerales, rocas de todo tipo, en las que son representativos. Algunas formaciones, tiene parecida secuencia a los cantos rodados, que, por la humedad presentada en la zona de vida del área, pendientes altas y procesos erosivos, incentiva a formación de rocas con origen de ceniza volcánica entre otras formaciones. Este material es complementario con la roca pómez y rocas sedimentarias del área, en su diversidad litológica, y al ser originalmente bloques o bombas volcánicas, que corresponde a mayor magnitud de gránulos, y la presencia de materiales consolidados como tobas y brechas, aumenta mayor resiliencia a efectos disparadores, aunque recordando que no lo hace del todo estable en función de la pendiente de ladera. Según la tabla de dureza de Mohs clasifica a la tefra volcánica en una dureza de 5, con una densidad aproximada de 0.6 g/cm^3 - 1.1 g/cm^3 , esto lo hace aun un material liviano y posee cierta susceptibilidad al estar en función de una ladera convexa pronunciada, y que su permeabilidad a retención de agua es apreciable. Este material cubre completamente el área total de la ladera en cuestión, en su vinculación con deslizamientos es moderado en ponderación tomando en cuenta los factores antes descritos.

2.6.2.2 Aluvión (Qal): Los aluviones son rocas formadas específicamente en uno de los procesos petrogenéticos más importantes de formación, que en este caso es el transporte, son rocas que se clasifican como recientes en el período cuaternario en la presente

estratigrafía geológica, derivado de la dinámica formativa reciente que depende del ambiente conectivo que requiera para su metamorfismo, en este caso del principal agente erosivo, para esta región es de tipo hídrico, teniendo afluencia por la quebrada Chajiyá, a lo que hace conjunto con el relieve inherente para que la deposición se estabilice, que acumulado logra formar un espesor estratigráfico, valle sur de la región.

2.6.2.3 Piroclastos de pómez (Qt): Esta unidad está formada por deposiciones cuaternarias que tiene un origen forma explosiva magmática, en relación a actividades volcánicas que provienen de volcanes actualmente activos como el de Fuego y Pacaya, y en períodos (principalmente Cuaternarios o Recientes) plutónicos formativos durante las actividades de la cadena volcánica en sus áreas circundantes, podemos catalogar este material, desde el punto de vista físico, con colores blancos-amarillentos, con una medida de granos de 0.5 cm a 8 cm de diámetro. Esta roca es de complejo liviano y poroso, esto derivado de las antes mencionadas erupciones explosivas. Su estructura consiste en una serie de aperturas formativas de gas congeladas que se componen principalmente de fragmentos de minerales pocos densos y vidrio volcánico. Todos los tipos de magma, forman roca pomácea. Una característica muy importante de recalcar, es su baja densidad, por lo que es un material poco consolidado, que, desde el punto de vista de susceptibilidad de deslizamientos, es un material poco resistente, los valores de densidad que posee aproximadamente es de alrededor de entre 0.4 g/cm^3 - 0.9 g/cm^3 . Regularmente se manifiestan, estratigráficamente, en depósitos de capa superior, siendo de un grosor moderado en relación a su roca basamental.

2.6.2.4 Sedimentos fluvio-lacustres (Qtd): Estos sedimentos se manifiestan con grano fino, no son materiales consolidados, y están formados principalmente por limos, arcillas y arenas limosas. Se presentan texturalmente como finas laminas y se relacionan a depósitos formados en cuencas que tienen afluencia de drenado hacia estas áreas. Los depósitos lacustres tienen un origen en las zonas noroeste del área de estudio, principalmente influenciado por el Río Xayá y la Quebrada Chajiyá, físicamente esta formación es de procedencia piroclástica con depósitos de flujo de ceniza, cuya distribución está controlada

por el relieve topográfico al momento de la efusión, por lo que se observa en jurisdicción de corrientes hídricas en partes fisiográficamente planas donde se han depositado. Por lo tanto, ha sido erosionado en su depósito primario, sufriendo así un corto transporte, y posteriormente redepositado en un ambiente acuático (No marino) (Herrera, 2016). Teniendo una petrogénesis formativa de un sistema lagunar combinado con actividades volcánicas. Estratigráficamente tiene un espesor máximo de 50 m.

2.6.2.5 Lutitas (Q-Ts): Es una roca de naturaleza sedimentaria, que tiene una derivación de detritos o clastos, principalmente de sedimentos de arcilla y limo, en algunos casos tiene injerencia de materia orgánica. Es común encontrarlas en deposiciones oxidantes, lo cual explica una coloración rojiza. La descripción física de esta roca, es principalmente de textura poroso, impermeables, de densidad aproximada de 2 g/cm^3 a 2.4 g/cm^3 lo cual es una roca moderadamente densa. Las dimensiones de sus granos mineralógicos son de 0.003 a 0.06 mm, razón por la cual es una roca impermeable. De acuerdo a la disposición estratigráfica están presentes de una forma fina o delgada capa.

2.6.2.6 Andesita (Tuv): Estos materiales tienen un período formativo terciario de característica consolidada, poseen de manera descriptiva, ser una roca con una densidad moderada a alta, aproximadamente de un valor de 2.6 g/cm^3 a 3.7 g/cm^3 . Tienen una alta presencia de formación a nivel nacional. Tiene una descripción física principal en el color, que es de una tonalidad grisácea, con textura mineralógica mixta, con lento enfriamiento de formación y un lento enfriamiento al mismo tiempo (textura porfirítica), lo cual vincula o se ha dado la idea de su ambiente formativo hipoabisal. Es una roca originada de las lavas, ya sea de procesos plutónicos locales, o de erupciones volcánicas (principalmente del volcán de fuego). Es una roca volcánica extrusiva básica alcalina, alto en calcio. Está compuesto por minerales tales como la albita (en su mayoría) y de anortita, que son divisiones formativas de los feldespatos o también llamados plagioclasas, biotitas, piroxenos, hornblenda y olivino. Actualmente es el estrato más antiguo del área regional de estudio, por lo que se le conoce como la roca basamental terciaria.

De acuerdo al mapa geológico (Ver Figura 11) elaborado para el área en cuestión, se detallan los materiales geológicos encontrados y dispuestos, según sus características geológicas importantes:

2.6.2.7 Perfil geológico A-A': En este perfil observaremos, el relieve en función de la roca, donde tomamos la parte del valle regional, hacia la ladera del área de estudio, con una distancia aproximada de 7 km, en dirección SW-NE, donde se detalla la afluencia de las tefras en sus diferentes manifestaciones tanto volcánica como sedimentaria y entender la mecánica subterránea, en disposición de los materiales afluentes, como es el caso de las lutitas y sedimentos de origen fluvio-lacustres que están en influencia de la quebrada chajiyá, donde han sido depositados en partes planas del área, es importante observar el material que está en la mayor parte del área regional y nos referimos a los piroclastos de pómez, que han sido depositados de manera aérea, y el basamento macizo que corresponde a las andesitas. (Ver Figura 13).

2.6.2.8 Perfil geológico B-B': En este perfil es importante, recalcar tres tipos de materiales, 2 depositarios y uno basamental, nos referimos respectivamente, a los derivados de los piroclastos de pómez y los sedimentos fluvio-lacustres, y, por otro lado, la roca basamental que tiene una afloración extrusiva, que ha sido resistente a la erosión. Este perfil tiene una distancia aproximada de 5 km, en dirección SW-NE. (Ver Figura 14).

Clasificación geológica

Cuadro 19. Cuadro de ponderación geológica.

Material Geológico	Intensidad de Sismicidad	Valor Sg	Grado de susceptibilidad
Tefra Volcánica, Material Piroclástico (no Consolidado)	3.3	3	Moderado

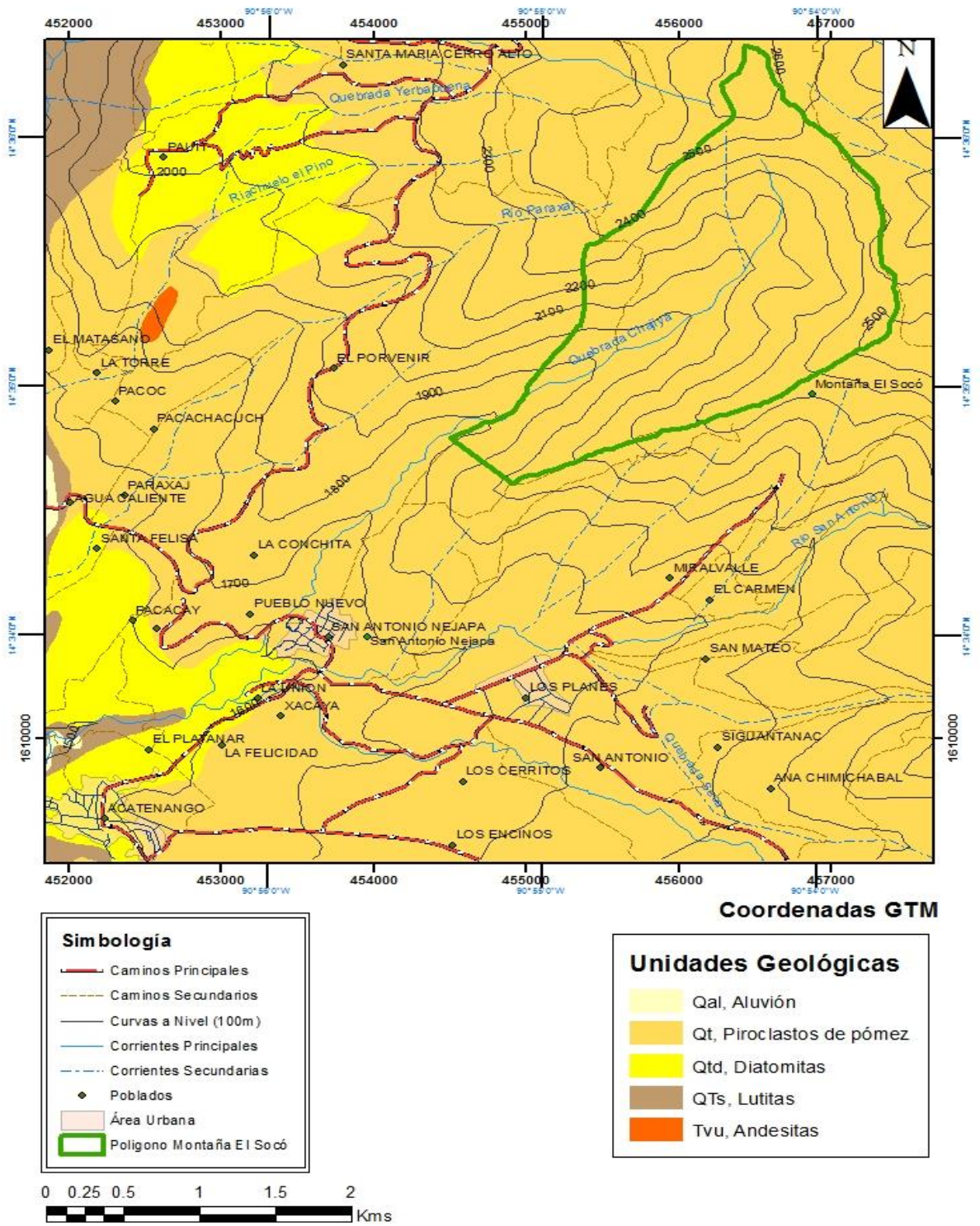


Figura 21. Mapa geol3gico.

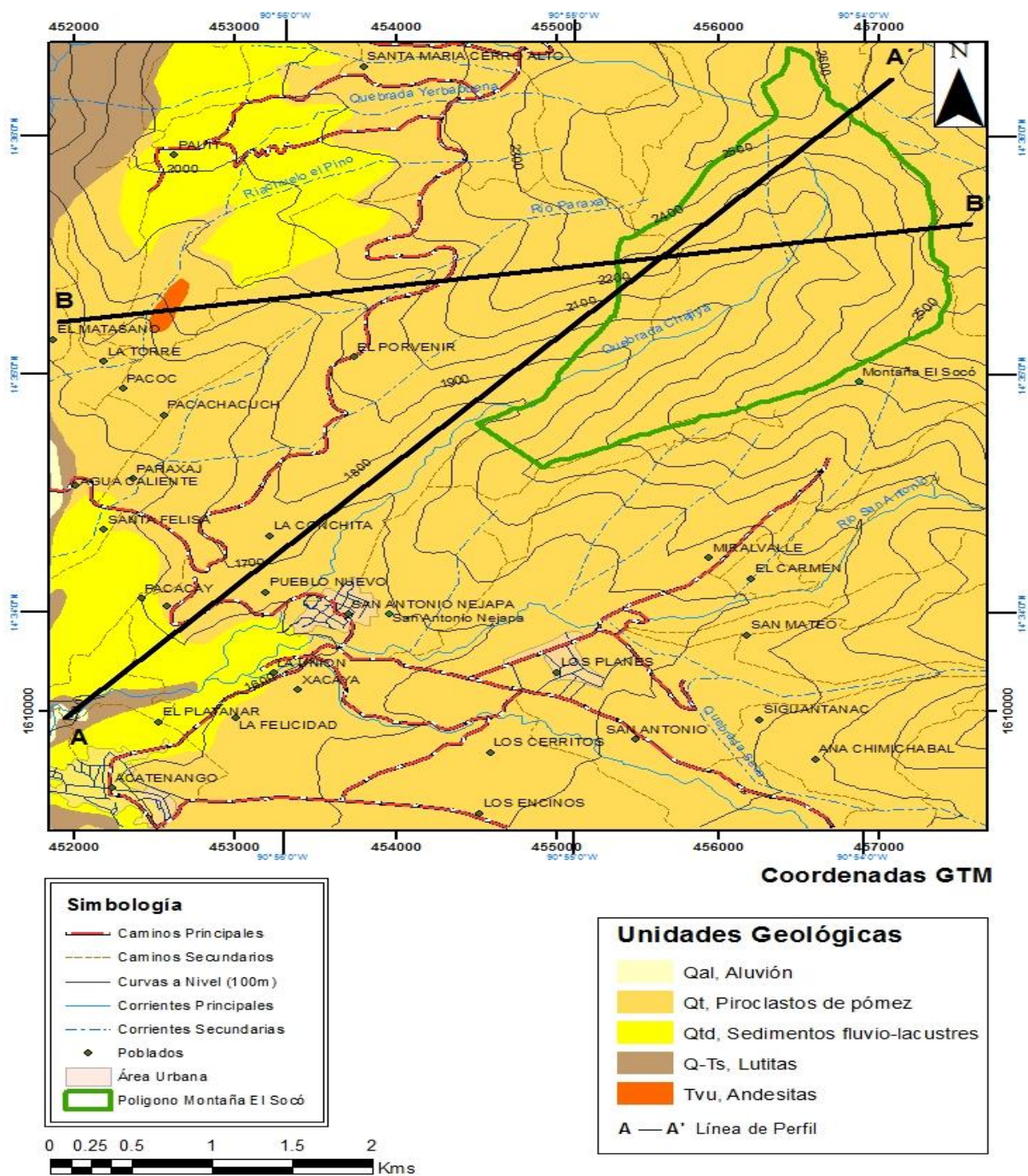


Figura 22. Mapa geológico con líneas de perfiles.

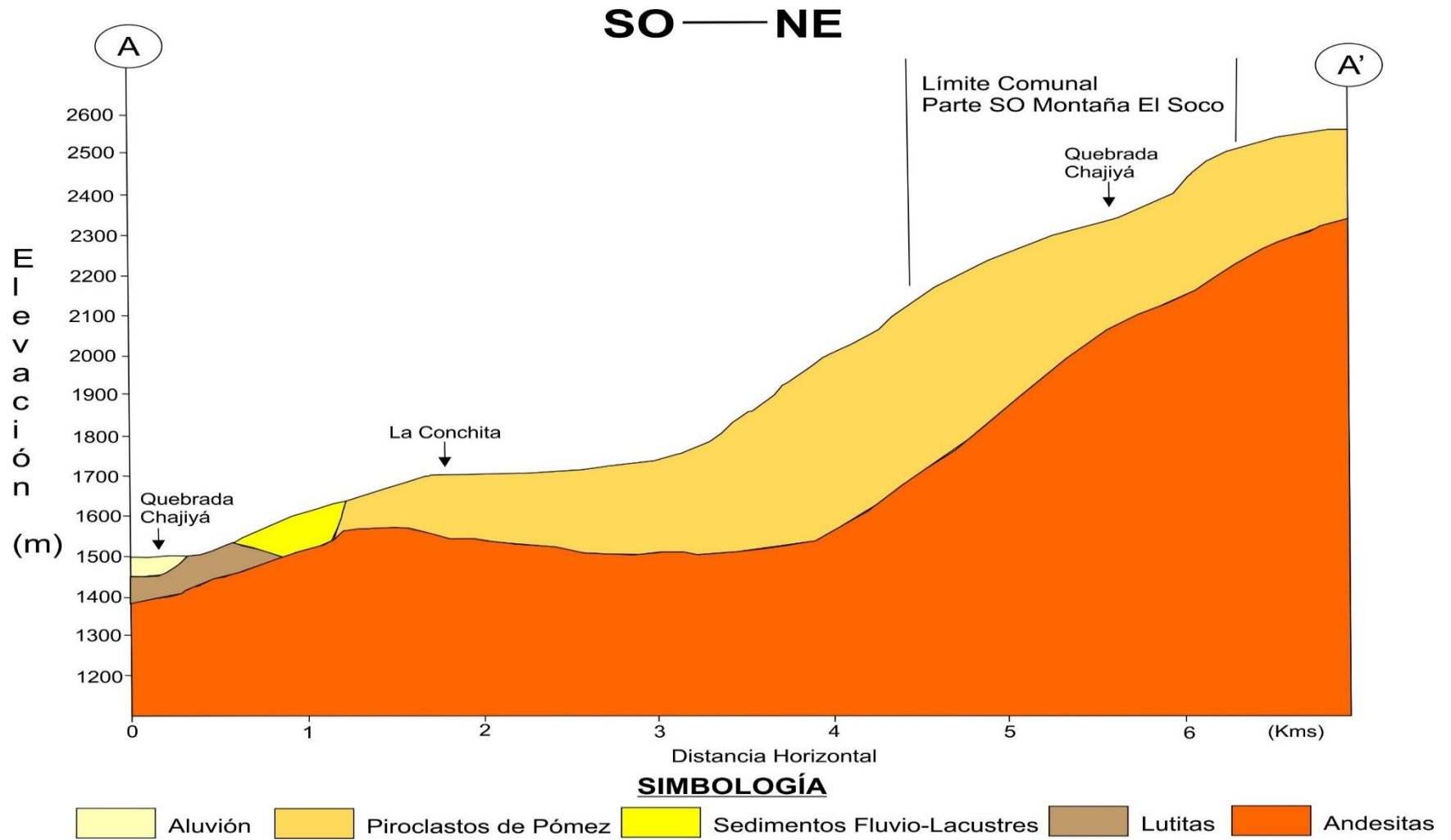


Figura 23. Perfil geológico A-A'.

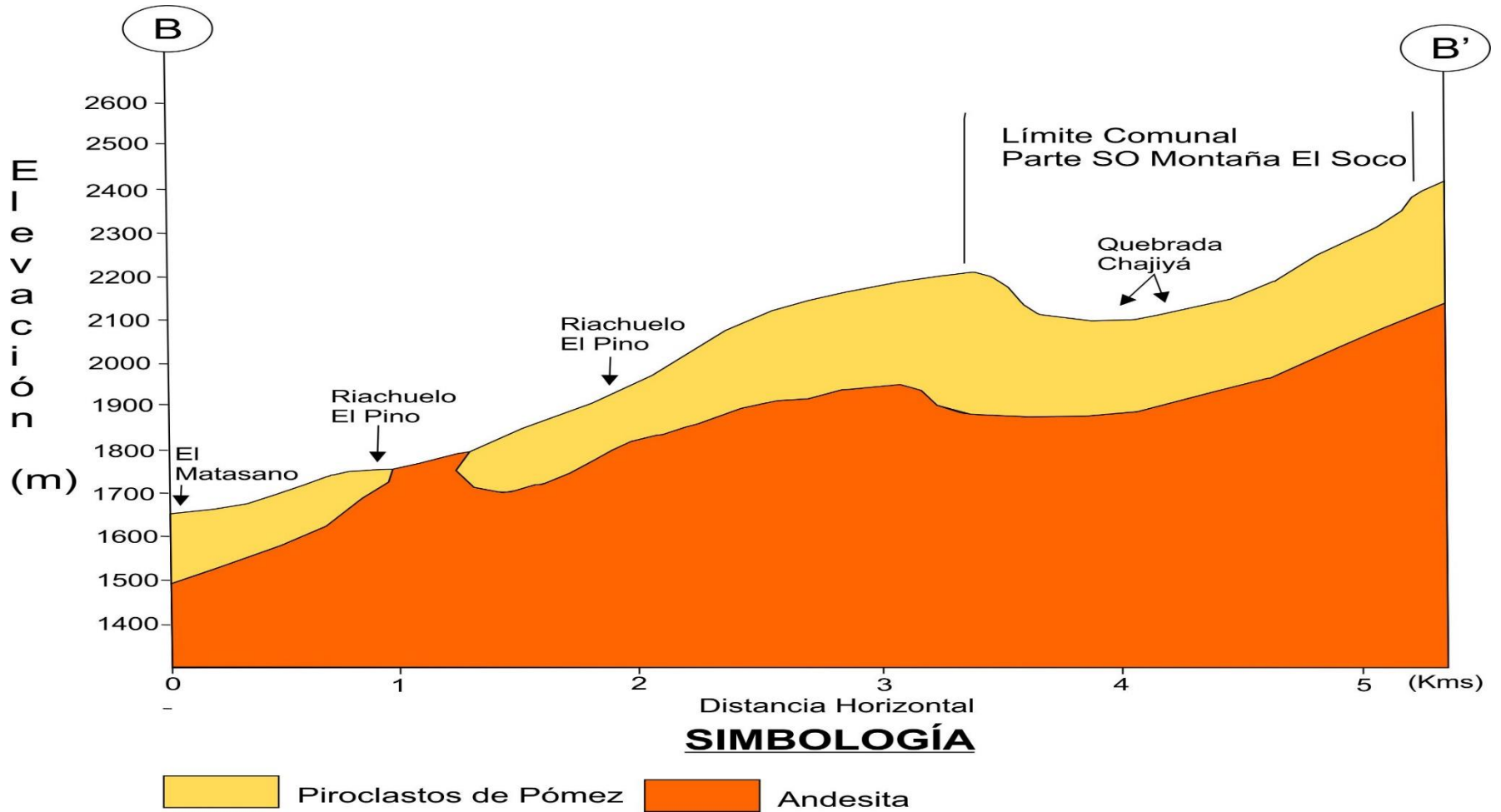


Figura 24. Perfil geológico B-B'.

2.6.3 Análisis de fisiografía

Como hemos establecido anteriormente, la fisiografía nos permite observar el tipo de relieve que presenta algunas áreas dentro de la montaña, que para su elaboración es importante mencionar el cálculo de pendientes, forma y la determinación según su porcentaje de ladera, todo esto calculado con la utilización de un software libre, agregando cálculos en formatos raster, y haciendo análisis en un rango correspondiente de pendientes, característicos para cada región fisiográfica presentada, alternando con fotografías aéreas actualizadas a un nivel de escala 1:25,000 aplicando una clasificación de pendientes basado en el reglamento CUM (Capacidad de Uso Mayor, Perú, 2004) . Por ende, las regiones fisiográficas presentadas para dicho análisis, son 4 principales, en este caso: Terrazas Altas Planas (TAP), Terrazas Altas Onduladas (TAO), Montaña Baja Pendiente (MBP) y Montaña Alta Pendiente (MAP).

2.6.3.1 Terrazas Altas Planas (TAP): Esta región fisiográfica presenta actualmente un rango de pendientes de 8 % a 15 % de inclinación del terreno, este relieve es característico aledaños a ríos, en este caso de la Quebrada Chajiyá y del lado este al río San Antonio, como tal, esta región fisiográfica constituyen pequeñas mesetas o plataformas, producto del relieve consecuente de la hidrología presentada en el área , que por la inclinación del terreno aún son arrastrados a lo largo de la quebrada, por lo que no es evidente a la hora de la cartografía correspondiente, la evidencia de la plataforma de estas áreas es la separación de curvas a nivel. Esta región fisiográfica presenta las pendientes más bajas del terreno y por tanto la ponderación más baja en la base de datos en representación de deslizamientos.

2.6.3.2 Terrazas Altas Onduladas (TAO): Podemos definir a estas terrazas altas onduladas como relieve moderadamente plano a ligeramente ondulado con pendientes que oscilan entre 15 % y 25 % de inclinación, podemos referenciar principalmente que estas terrazas es la transición de pendientes totalmente inclinadas a un valle, en forma de plataformas como lo anteriormente mencionado, con pendientes mínimas del terreno y la separación de pendientes mucho más marcadas. Esta región representa muy poca área de cobertura, por

tanto su incidencia en vinculación con deslizamientos es casi nula, y su ponderación es medianamente elevada.

2.6.3.3 Montaña Baja Pendiente (MBP): Esta región fisiográfica corresponde principalmente a pendientes que oscilan entre el 25 % y el 50 %, en el que la intensidad de inclinación empieza a ser evidente y en ser pronunciada, actualmente a esta región fisiográfica se le conoce también con el nombre de pre-cordillera, siendo esta montaña parte de la cadena volcánica nacional e históricamente siendo parte de un antiguo volcán, que tiende a poseer estas características. Básicamente responde a considerarse como una de las estructuras morfológicas con estribaciones más bajas de una cadena montañosa. En vinculación con un comportamiento de deslizamientos la ponderación a una susceptibilidad es evidente y es de alta amenaza.

2.6.3.4 Montaña Alta Pendiente (MAP): La fisiografía presentada en el área cubre aproximadamente el 65 % del área total, lo cual, tiene una alta representatividad del relieve de la montaña, entre sus principales características, es que el porcentaje es mayor del 50 % de pendiente, que se traduce a mayores de 35° y alturas aproximadas de 1400 m.s.n.m. Por otro lado la separación de curvas a nivel tiene muy poca distancia, casi juntas, lo que evidencia la forma de ladera. Esta región fisiográfica tiene total injerencia en el comportamiento de deslizamientos, ubicando esta área con una alta ponderación y recurrencia a las mismas.

Cuadro 20. Distribución de área según fisiografía.

Fisiografía	Símbolo	Ponderación	Área (Ha)	%
Terraza Alta Plana	TAP	2	247.04	58.60
Terraza Alta Ondulada	TAO	3	134.40	31.88
Montaña Baja Pendiente	MBP	4	22.44	5.32
Montaña Alta Pendiente	MAP	5	18.46	4.38
			421.53	100.19

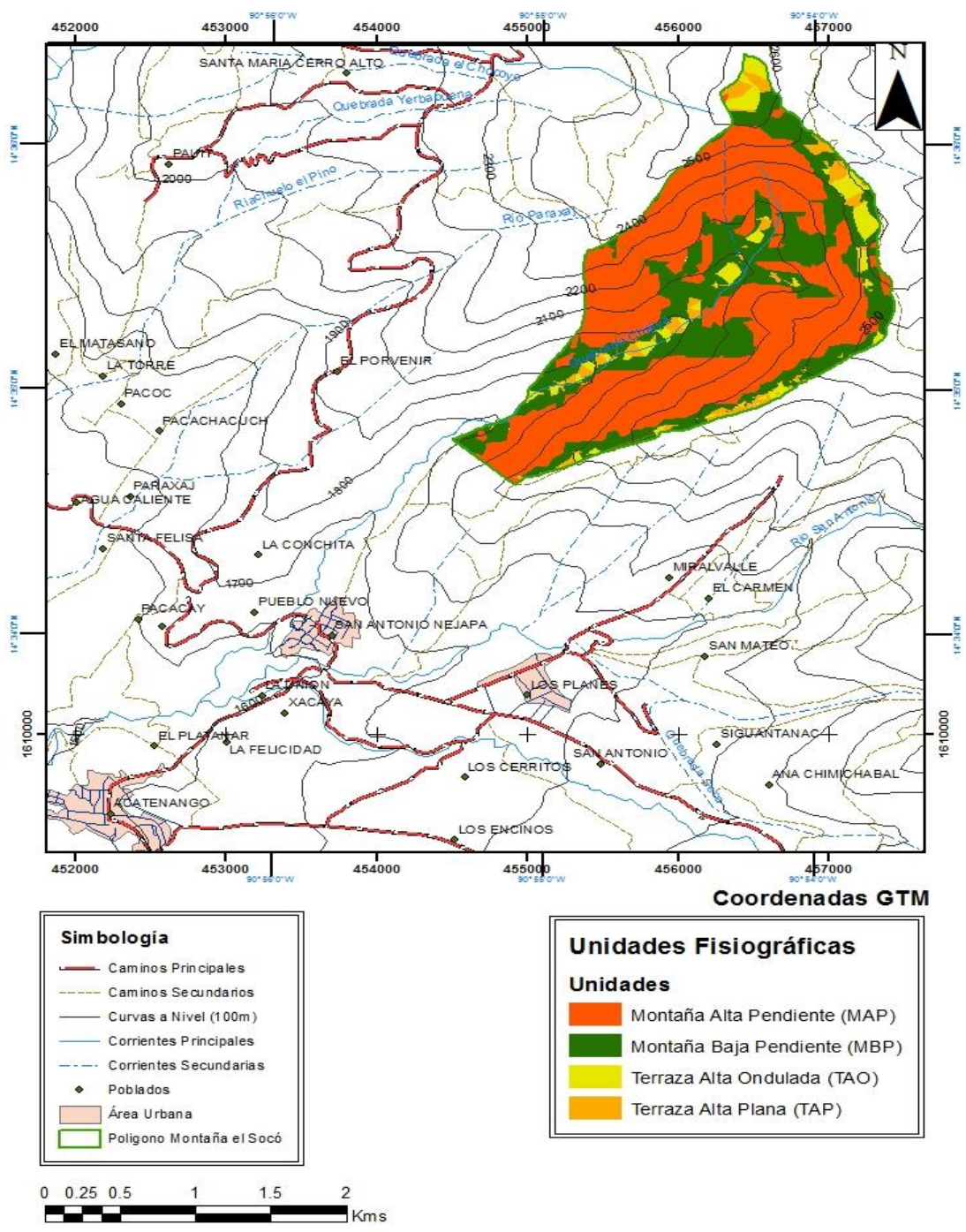


Figura 25. Mapa fisiográfico.

2.6.4 Análisis de geomorfología

La geomorfología en base a su etimología se traduce principalmente, a la forma del terreno en función de la roca o aspectos geológicos como por ejemplo fallas geológicas, que den evidencia en apariciones a sismos. Este análisis de geomorfología se hizo en traslape de dos factores, en este caso corresponde al análisis de pendientes, el cual, por su posición y su altitud genera cierto relieve, que da origen al mapa fisiográfico, utilizando rangos de pendientes en porcentaje, que dicho sea de paso, nos permite visualizar de mejor forma el relieve específico dentro del área comunal de la montaña El Socó. Por otro lado el material geológico recurrente en el territorio, esto con el fin de evaluar el material litológico, su petrogénesis y la dureza de su material, así como también presencia de fallas geológicas como índice de intensidad a sismos.

La geomorfología fue analizada en base a análisis de fisiografía y de geología, la sobre posición de ambos análisis genera dicho estudio, para complementar la investigación, interesa conocer la compactación, dureza y resiliencia en función del relieve, y esto con relación a la formación de pendientes. Con fines de resultado, el material rocoso es importante como referencia para dictaminar la susceptibilidad en deslizamientos, la evidencia de material rocoso como basamento, con dureza y densidad alta, como lo es la andesita, supone al mismo tiempo que independientemente en la zona presentada en el área de análisis, no representa un daño considerable en presencia del relieve, donde la susceptibilidad es mínima casi nula, y en función de estos preceptos, cabe recalcar que en función la sismicidad alta perturbaría la morfología del terreno, por ende, el comportamiento de sismicidad local según su falla y registros, no presenta una injerencia total en el área y minimiza la potencialidad de deslizamientos.

Con relación al material litológico observamos que en su mayoría hay susceptibilidad en el área de la montaña al no tener material consolidado como la tefra pomácea que se maximiza con la intensificación de pendientes. En el área son visibles dos regiones pertenecientes a montaña que corresponden a baja y alta. En áreas correspondientes a montaña baja pendiente, resta la susceptibilidad de lo que sería un movimiento de arrastre, y significa una

evidente diferencia al momento de compararlo con la región de montaña de alta pendiente, que intensifica el movimiento transversal del material en función de agentes naturales como saturación hídrica, desestabilización de taludes y efectos erosivos. Otra relación fundamental son las características del material rocoso, vinculado a su nivel de estrato, en el que la susceptibilidad a partir de la compactación, dureza y resistencia demuestra deficiencia y la relación a relieves como montaña alta, representa el valor más alto desde el aspecto geomorfológico, en potencialidad de deslizamientos, que disminuye, en relieves como montaña baja pendiente, pero aun así, representa una susceptibilidad alta y considerable.

En el tema de terrazas, representan las pendientes más bajas de la zona, y su mínima vinculación en el área, representa una poca susceptibilidad a deslizamientos, mencionando también planicies y plataformas en las partes más bajas de la montaña, encontrando su estabilidad parcial.

En orden jerárquico tomando en cuenta material geológico, intensidad sísmica y relieve, la ponderación de susceptibilidad a deslizamientos de menor a mayor corresponde a: Terraza Alta plana de Tefra, Terraza alta ondulada de Tefra, Montaña Baja Pendiente de Tefra y Montaña Alta Pendiente de Tefra.

Para el tema de valorización en el factor de geomorfología, se ha considerado la injerencia geológica juntamente con la relación que este tenga en su ubicación fisiográfica, por lo que se ha considerado la elaboración de la siguiente matriz:

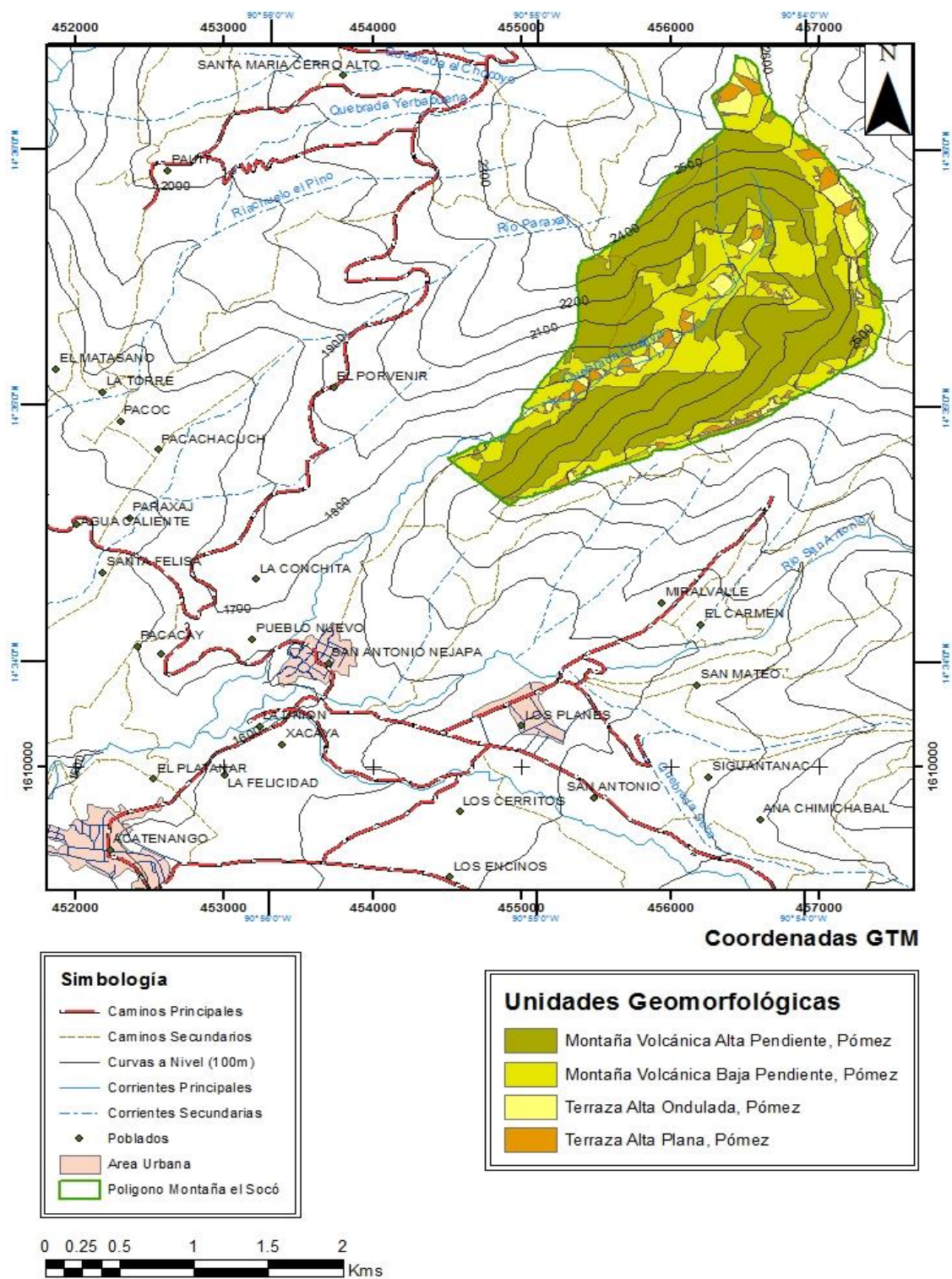


Figura 26. Mapa geomorfológico.

Cuadro 21. Cuadro de distribución de áreas geomorfológicas.

Material Geológico	Fisiografía	S(Geform)	Grado de Injerencia	Área (Has)	% Área
Tefra Volcánica+ Sismos (3)	MAP	5	Muy Alto	247.04	58.47
	MBP	5	Muy Alto	134.40	31.81
	TAO	4	Alto	22.44	5.31
	TAP	2	Bajo	18.59	4.40

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.5 Análisis de cobertura

En el análisis de cobertura vegetal y forestal, fue necesario el auxilio de información secundaria con ayuda del INAB, el cual, recientemente ha elaborado un proyecto de zonificación de cobertura actualizado hasta el año 2012, a una escala detallada nacional de 1:20,000, básicamente fue corroborado con información primaria en recorridos de campo, y avistamiento de forma satelital 2014, en los que los cambios fueron de forma mínima y un tanto no representativa.

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes ha sido muy debatido en los últimos años; el estado actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, la cual, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (Suarez, 1998). Rice y Krames (1970) sugirieron que el clima determina el efecto relativo de la vegetación para prevenir deslizamientos en los climas en los cuales la precipitación es muy grande, el efecto de la cobertura vegetal sobre la estabilidad es mínimo y en áreas de clima árido la cobertura vegetal puede afectar en forma significativa la ocurrencia de deslizamientos. La ocurrencia de deslizamientos es mayor en áreas cultivadas que en los bosques naturales. Las características de las raíces dependen de la especie vegetal, la edad, las propiedades del perfil de suelo y el medio ambiente. La profundidad de las raíces generalmente, no supera los cinco metros en árboles grandes, dos metros en los arbustos y 30 centímetros en los pastos (Suárez, 1998).

En el área de estudio podemos observar, 3 características de cobertura, nos referimos principalmente a bosque mixto, bosque latifoliado y cultivos anuales. Para este tema podemos decir que por las altas pendientes que cubre aproximadamente el 85 % del área en cuestión, es importante tomar en cuenta la aptitud del terreno que en este caso corresponde a bosque, permitiendo en ciertas partes de la ladera, tener estabilidad de taludes, regulación del ciclo hidrológico, recarga hídrica, retención de suelos y conservación de especies animales.

2.6.5.1 Bosque mixto: Cubre aproximadamente el 52.4 % de área en la montaña, el cual su incidencia dentro del área de estudio es mayoritaria. En la susceptibilidad de deslizamientos los índices no incurren directamente a una potencialidad, por lo que está catalogada como baja y posee una ponderación apropiada de estudio. Dentro de las especies que podemos encontrar en esta área boscosa están: el ilamo (*Alnus jorullensis*), yema de huevo (*Cestrum guatemalense*), Huito (*Quercus acatenangensis*), Mano de león (*Oreopanax capitatus*), Barba de viejo (*Rumex obtusifolius*) y Aliso (*Alnus Glutinosa*).

2.6.5.2 Bosque coníferas: Cubre aproximadamente el 11.2 % de área en la montaña, el cual su incidencia dentro del área de estudio es mínima. Para temas de susceptibilidad de deslizamientos no tiene una relevancia significativa, por lo que es en este catalogado como muy baja, derivado de su diversidad de especies. Dentro de las especies que son características en este tipo de bosque están: pino (*Pinus maximinoi*), (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*) roble (*Quercus brachystachys*), encino (*Quercus skinneri*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*)

2.6.5.3 Cultivos anuales: Su incidencia es del 36.4 % de área en la montaña. En temas de susceptibilidad de deslizamientos es una amenaza evidente por lo que es catalogado como alta, esto deriva a la depredación de especies afines a la aptitud del terreno, la cual es clasificación que atribuye a una ponderación máxima, dentro de las especies que podemos encontrar en estos cultivos de subsistencia están: Maíz (*Zea Mays*), Frijol (*Cologania glabriflor Rose*), Chipilín (*Crotalaria longirostrata Hook. & Arn*) y Macuy (*Solanum*

americanum Míller), cabe recalcar que por medio de ortofotos desde el año 1964, esta barrera agrícola ha trascendido significativa y exponencialmente dentro de la montaña. Dentro de este grupo podemos incluir especies como el café, que se presenta en el área con una ponderación superficial de 5.40 Hectáreas, para el área en cuestión, vinculamos esta clasificación en baja en susceptibilidad de deslizamientos puesto que para este uso en relación a la intensidad de la misma en la tierra, obedecen a un sistema agroforestal que mantiene un equilibrio eco sistemático propios de la aptitud del terreno, esta plantación agroforestal, utiliza un sistema de sombra con gravillea (*Gravillea robusta*).

2.6.6 Análisis de suelo

El área que comprende la ladera de la montaña, nos permite indicar la importancia de estudiar la capa superficial de suelo, el propósito, es analizar los detalles que este factor representa, por ejemplo, la capacidad de retención de agua, que según las características propias atribuidas a la formación de este recurso, corresponderá a factores determinantes que potencialice su erodabilidad, por tanto, se cataloga como una amenaza ajena a la susceptibilidad de deslizamientos, pero al mismo tiempo es parte de los análisis de propiedad dentro de la metodología Mora-Vahrson. Una de las propiedades del suelo como su textura, es muy importante para el análisis para su respectiva ponderación.

En el caso de la montaña es característico observar 7 sub-grupos de suelos presentes, clasificados a un nivel taxonómico, que, para el efecto, fue posible a una escala semi-detallada 1:50,000, compartida por el sistema de información del Ministerio de Agricultura (MAGA). Por tanto, encontramos dentro de esta ladera las respectivas clases: Andic Haplusteps, Humic Haplustands, Humic Udivitrands, Typic Hapludands, Typic Haplustands, Typic Udivitrands y Vitric Hapludands.

Las propiedades físicas que intervienen para cada subgrupo nos determinan el aspecto de erodabilidad, en cuanto su textura, para este caso, es importante analizar los factores intrínsecos del suelo, es importante tomar en cuenta, como un receptor del efecto disparador externo como la precipitación, los tipos de drenaje y profundidad de la capa

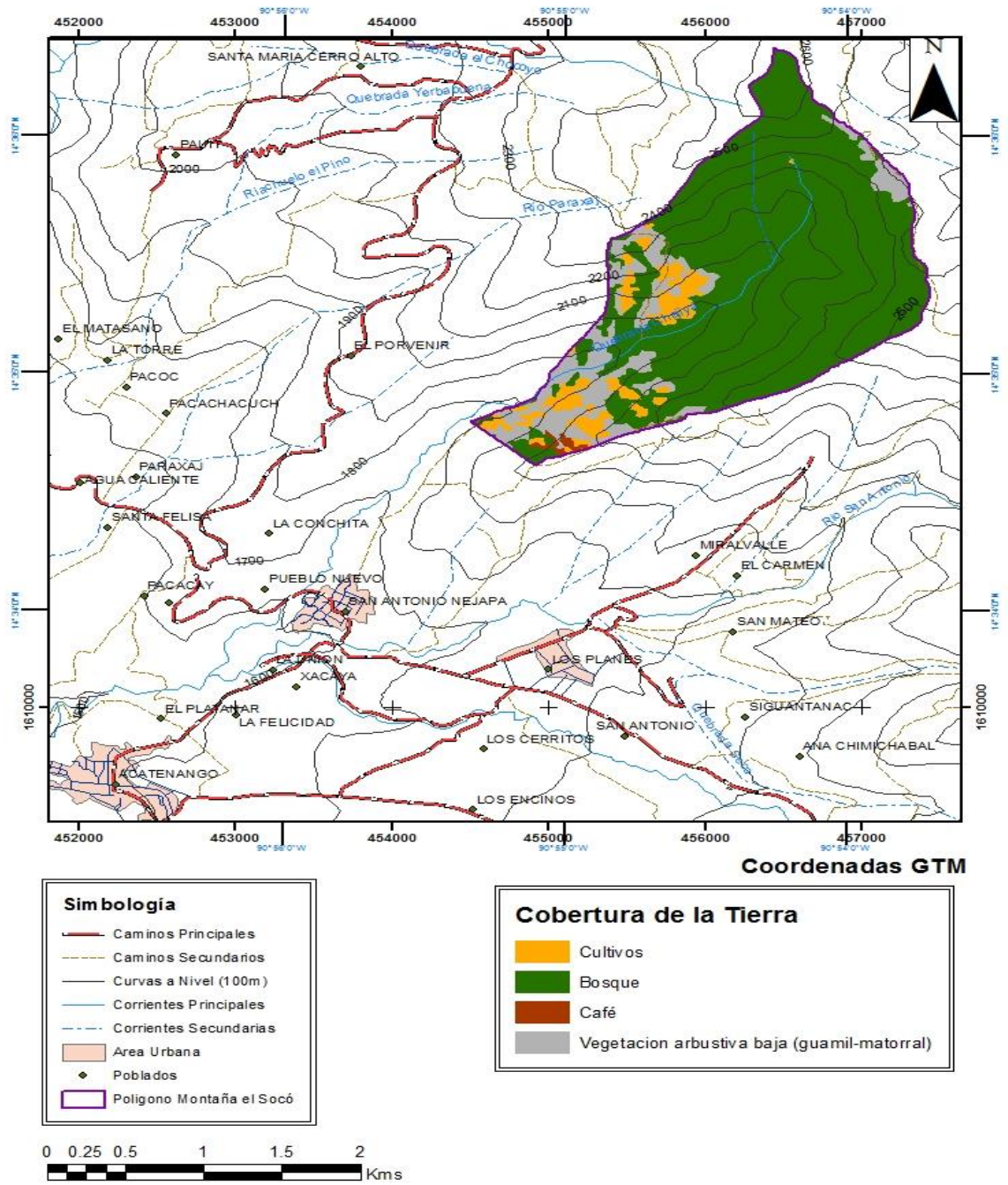


Figura 27. Mapa de cobertura vegetal.

superficial de suelo, la cual, dice el grado de capacidad de almacenamiento de agua, que se traduce en un peso versus, la capacidad de infiltración y el grado que tenga para su potencial degradación.

Acorde al área de estudio tenemos 4 tipos de textura de suelos que son mayoritariamente incidentes en la cobertura espacial del terreno, en este caso: franco, franco-arcilloso, franco-arenoso y franco limoso. En cuanto la totalidad del área, se puede observar una presencia mayor de textura franco arcilloso, que, en este caso, se toma en cuenta aspectos físicos según su textura principalmente en su permeabilidad, valorizados bajo un estándar de ponderación para su clasificación.

2.6.7 Análisis de erodabilidad

Una apropiada definición para el término de erodabilidad es el grado de resistencia y consistencia que tiene un material pedológico a degradarse (FAO, 2010). Por tanto, para los análisis correspondientes, es necesario coleccionar datos que vinculen factores afines para su respectiva relación, como en este caso, del tipo y/o clasificación erosiva de suelo, para el grado de degradación en ciertos sectores del área en estudio y la distribución espacial de las pendientes.

Algunos suelos en relación de la pendiente tienen una susceptibilidad de degradación uno diferente que otro, por tanto, es de vital importancia la clasificación intrínseca de suelos y el hábito en el área la cual se encuentran.

En el análisis de erodabilidad es necesario contar con factores de dos estudios anteriores que, para su efecto, surge de la clasificación de suelo, tomando en cuenta las propiedades como tipo de drenaje, permeabilidad, capacidad de infiltración y la profundidad del suelo, que es el resultado de la textura de suelo y esto vincula al mismo tiempo, con el grado de inclinación de pendiente.

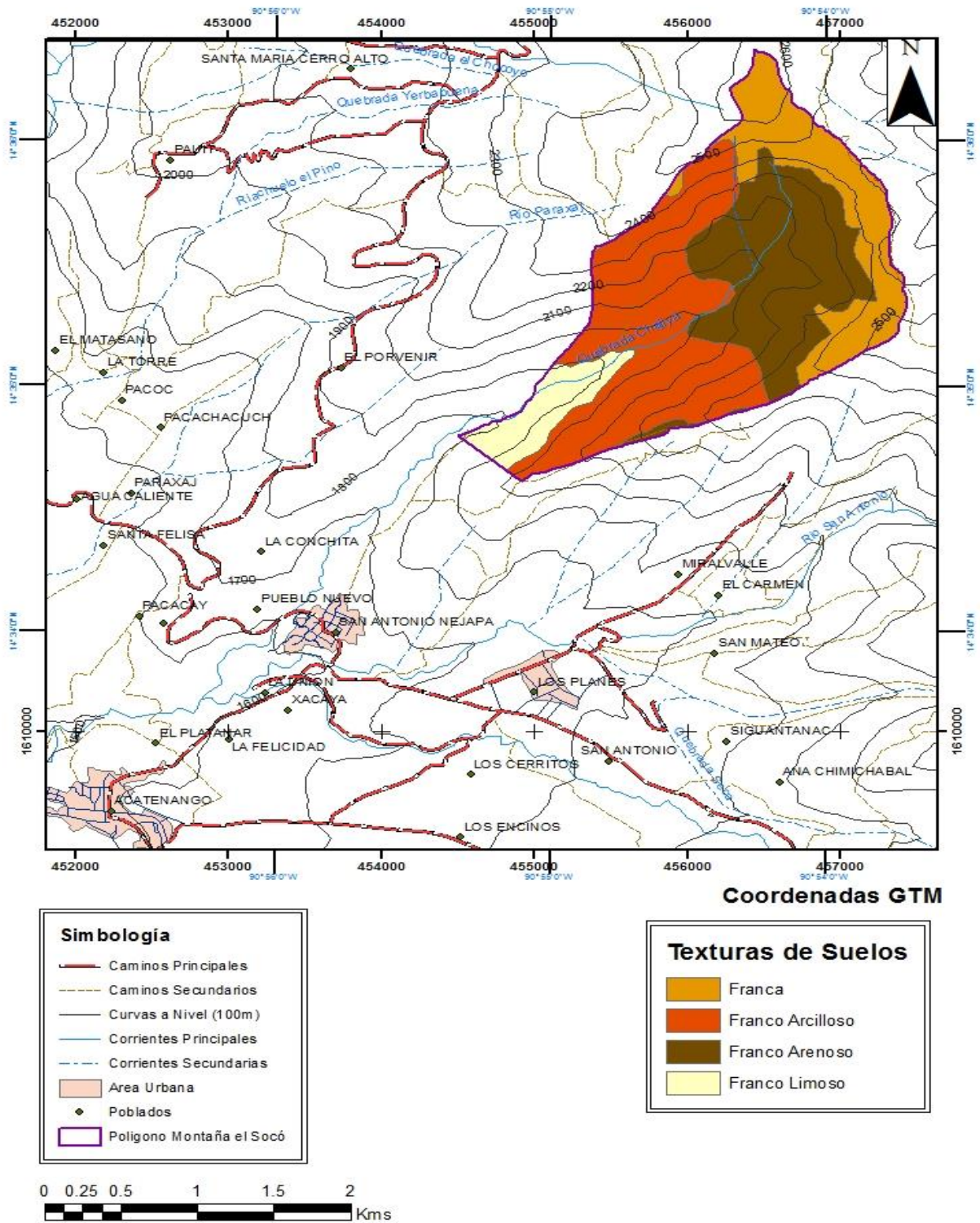


Figura 28. Mapa de textura de suelos.

El grado de erodabilidad se menciona en términos cualitativos, la cual para entender la relación puntual y de cómo el dinamismo y disposición tiene el efecto para su análisis, tenemos que el grado de infiltración, el drenaje y la profundidad del suelo, crean una capa de almacenamiento del terreno, obviamente en función de la roca madre, por tanto la densidad de esta última y la disposición de la base de suelo a su grado de degradación crean un potencial peso, que en relación al grado de inclinación de la pendiente, tiene la facultad de vencer la fuerza tangencial del equilibrio de masa, lo cual origina una remoción de detritos y una alteración al terreno en cuestión.

Para el caso de la montaña del Socó, observamos suelos que tienen drenaje moderado e infiltración moderada, sobre un material rocoso poco denso o consolidado, lo cual, como propiedad del terreno el 80 % de pendientes son relativamente pronunciadas en grado fisiográfico de montaña, por la cual, el terreno cuenta con dos unidades intrínsecas de representación gráfica como ligero y moderado, que en este caso las propiedades ligeras cubre la mayoría del área de estudio como la presencia moderada, características de faldas de la montaña (parte baja) y parte alta de la ladera.

Cuadro 22. Clasificación y distribución de área de erodabilidad.

Categoría	Clasificación	Área (Has)	%
Muy Baja	1	21.20	5.03
Baja	2	21.85	5.18
Moderada	3	213.71	50.70
Alta	4	164.44	39.01
		421.53	99.92

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.8 Análisis de susceptibilidad a la erosión

Este análisis permite ver la integralidad por la cual todos los factores interactúan y se relacionan para originar un producto resultante de la naturaleza intrínseca del terreno, para este caso de la montaña que es el área de estudio.

En el caso de la elaboración de este análisis se ha traslapado tres factores, previamente analizados individualmente, en el que la metodología de Vahrson-Mora considera los principales factores que conllevan a la estabilidad integral del terreno, por ejemplo, análisis de geomorfología, el análisis de erodabilidad del suelo y la cobertura vegetal que posee.

En el caso de la geomorfología es importante mencionar acerca del material constituyente basal, traducido a las propiedades físicas de la roca madre en términos de resistencia vinculando la función del relieve que ha formado, esto influye con la disposición de algunos materiales rocosos, por otro lado el grado de movimientos de flujos superficiales en función de la capacidad de almacenamiento de un disparador muy importante como es la precipitación y disposición de las pendientes que tiende a romper el equilibrio del terreno superficial lo que produce un arrastre de materiales y perturba la forma de terreno para su posterior degradación.

Y por último el término de cobertura vegetal, que, derivado de la aptitud del terreno, la vegetación cubre un papel muy importante en el tema de protecciones de taludes, originando una disminución en la valoración de susceptibilidad de erosión, pero al interactuar con factores que potencializa el grado de degradación, el tema de cobertura queda en una injerencia mínima.

Para este análisis se ha tomado en cuenta la densidad y resistencia rocosa como material basal, el grado de erodabilidad del suelo como parte en equilibrio y la cobertura como factor mitigante natural del terreno. Por tanto, se ha elaborado una matriz de clasificación con estos tres últimos factores. Donde dicha interacción, se ha valorizado según el grado del cual cada

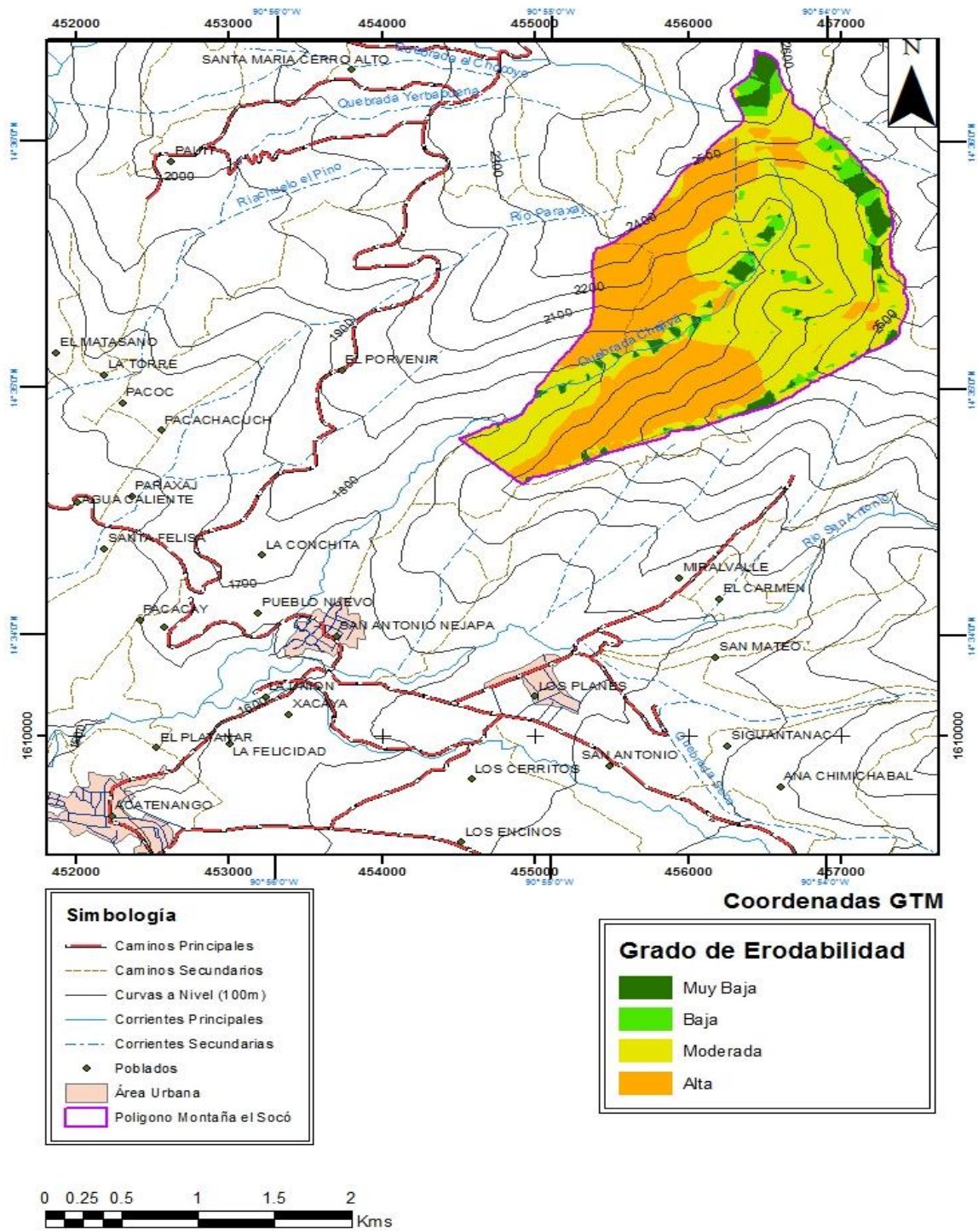


Figura 29. Mapa de erodabilidad.

uno esté presente en cierta porción de algunas áreas como propiedades preventivas o que potencialice la susceptibilidad erosiva del suelo.

Utilizando la siguiente fórmula de ponderación según Gáfaró (2010) de peso específico por cada variable intrínseco, se considera las siguientes variables:

Cuadro 23. Distribución de áreas y ponderación de susceptibilidad erosiva.

Categoría	Descripción	Área (Has)	% Área
1	Muy Baja	0.02	0.0047
2	Baja	22.51	5.34
3	Moderada	26.45	6.28
4	Alta	321.77	76.34
5	Muy Alta	48.82	11.58

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.9 Análisis de uso de la tierra

Dentro de los análisis disparadores, uno de los sub factores que condiciona el valor intrínseco del terreno, es su uso de la tierra, que como tal, podemos definirlo como los arreglos o actividades y los insumos que desde un punto de vista antropogénico, la población utiliza para producir, dinamizar, cambiar o preservar un cierto tipo de cobertura (Di Gregorio y Jansen, 1998) en su efecto para el caso del análisis confiere a actividades que pueda tener injerencia directa sobre todo en el tema de deslizamientos.

En el análisis de uso de la tierra para el área de influencia, se puede determinar en clasificaciones en un semidetalle por medio de ortofotos, fotografías aéreas satelitales y comparándolas con información de taxonomía de suelos para la región de Chimaltenango.

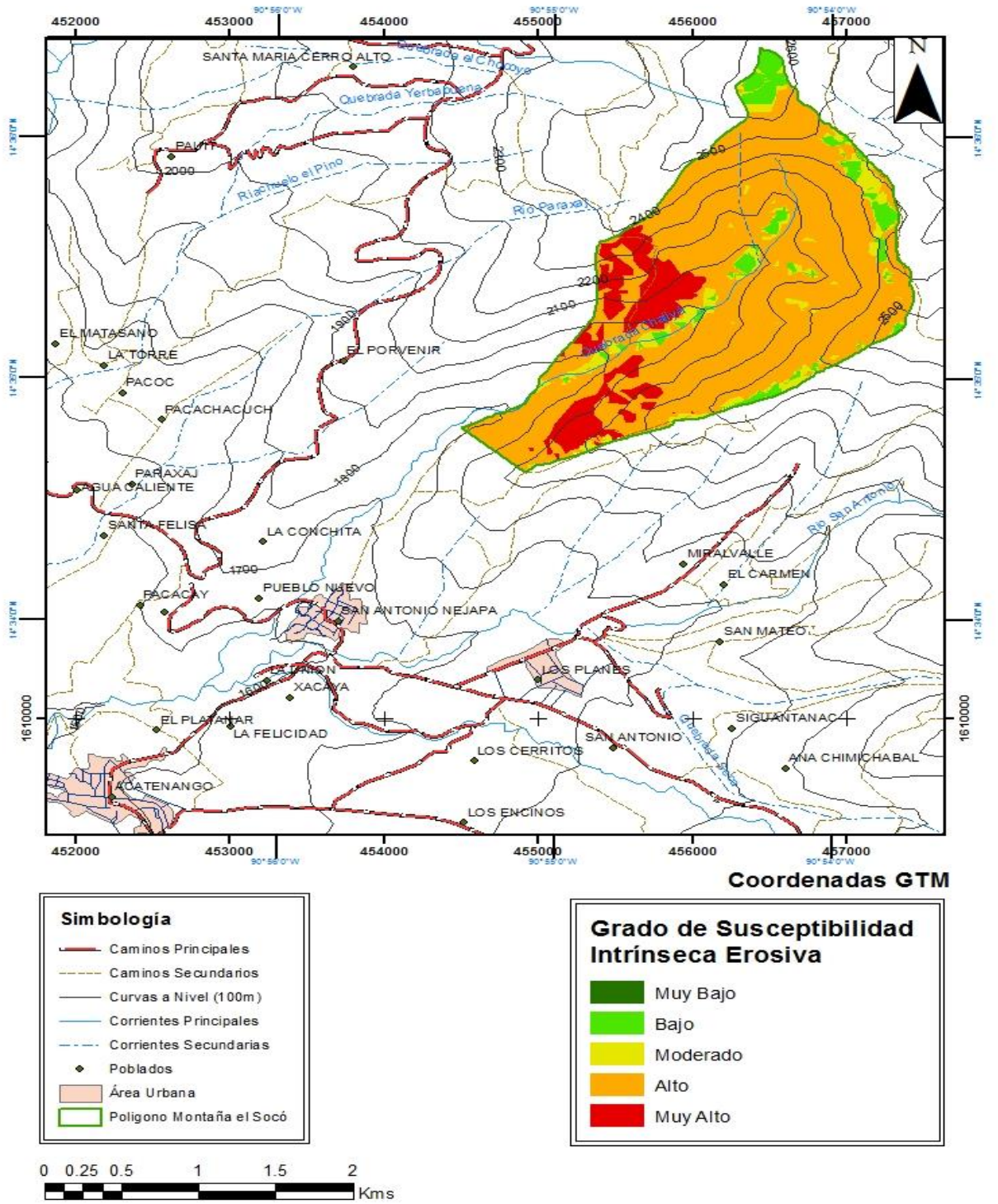


Figura 30. Mapa de susceptibilidad erosiva.

Por tanto, en la montaña del Socó se han determinado en tiempos actuales, 6 tipos de usos naturales y antropogénicos combinados dentro de la montaña, en este caso se puede visualizar: Bosque Mixto y Conífera, Vegetación baja Arbustiva, Café, Hortalizas y Granos básicos. Dentro de ella el bosque es un tema de uso natural de la tierra, que ha sido regenerado naturalmente, donde los demás usos intervienen en la frontera agrícola que ha sido evidente en los últimos años, puesto que la comunidad, actual regente en la administración de la montaña, evidencia la potencialidad para realizar actividades de subsistencia alimentaria, entre las actividades de Hortalizas encontramos Brasicáceas (Nabo), Hortalizas de hoja verde (Acelga, Apio y Perejil) y Solanaceas (Tomate). En el caso de los granos básicos son característicos del área, Fabáceas (Frijol) y Gramíneas (Maíz). Dentro de la extensión del área boscosa, se puede observar, Bosque mixto, que es el uso más extensivo dentro de esta área comunal en especies de ilamo (*Alnus jorullensis*), yema de huevo (*Cestrum guatemalense*), Huito (*Quercus acatenangensis*), Mano de león (*Oreopanax capitatus*), Barba de viejo (*Rumex obtusifolius*) y Aliso (*Alnus glutinosa*), pinos como (*Pinus maximinoi*), (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*) roble (*Quercus brachystachys*), Encino (*Quercus skinneri*) y Ciprés (*Cupressus lusitanica*). Vegetación arbustiva baja como el matorral y guamíl. Y por último la cosecha de café que es muy característico del área.

Los usos que se toma en cuenta específicamente para poder hacer el análisis, son los que corresponden principalmente en actividades antropogénicas, ya que esto es un disparador de perturbación al terreno, que juntamente con las aptitudes de dicha área en estudio, se analiza de forma independiente, ya que esto origina una conflictividad.

Para la montaña del Socó interesa cuantificar la injerencia de los diferentes usos actuales que se le da al terreno, por tanto, entre la totalidad área se hace una cuantificación proporcional para cada uso.

Cuadro 24. Distribución de áreas de uso de la tierra.

Uso Tierra	Área (Has)	% Área
------------	------------	--------

Granos básicos	43.73	10.37
Hortalizas	16.95	4.02
Bosque Mixto	338.33	80.26
Bosque Coníferas	0.94	0.22
Café	3.78	0.90
VAB	17.47	4.14
TOTAL	421.53	99.92

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.10 Análisis de capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra responde a una forma de clasificar específicamente suelos, entre diferentes factores como las pendientes, fertilidad, ubicación, pedregosidad, profundidad, drenaje etc... La cual se traduce a un tipo de sistema de ordenamiento en tema de practicidad y por ende interpretar, en el que se fundamenta la aptitud y capacidad natural que presenta el suelo para que este pueda producir un constante tratamiento continuo en usos relativamente específicos. Bajo este ordenamiento se hace una calificación que demuestra con información básica la problemática de los suelos en aspectos de limitaciones de uso, y la necesidad real que estas tengan, con prácticas para conservar o manejo que estas avoquen. También suministra elementos de juicio que son necesarias en temas de ordenamiento, formulación y programación en planes integrales de conservación o de desarrollo agrícola (Agroieta, 2010).

Hay una variedad importante para la clasificación de la capacidad de uso de la tierra, para este estudio se ha utilizado la metodología propuesta por el Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA), que clasifica el uso adecuado de la tierra a través de símbolos de carácter romano que nos detalla características específicas para su manejo.

Para la obtención de información acerca del modelo gráfico del área se ha utilizado la

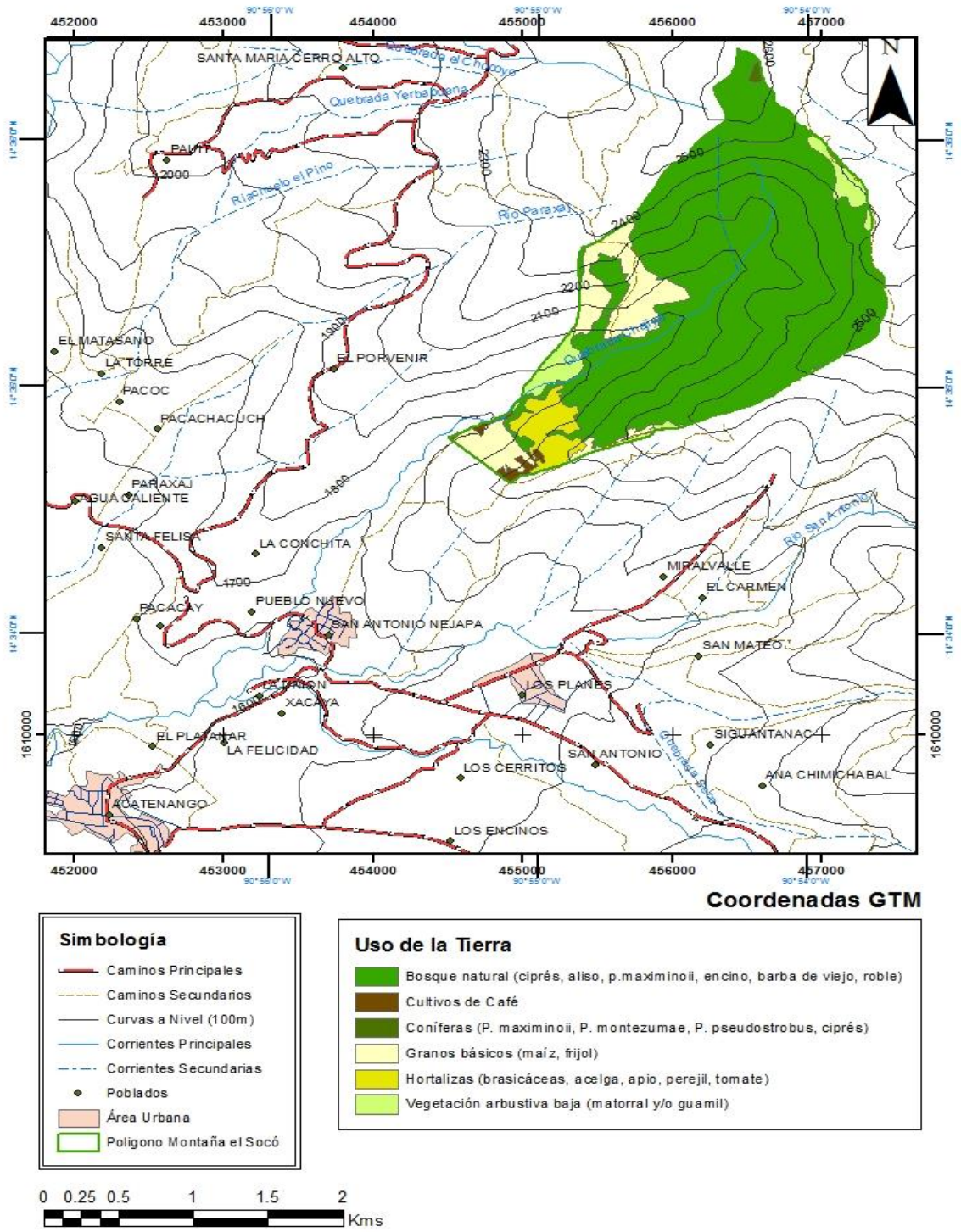


Figura 31. Mapa de uso de la tierra.

base de datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA (1:50000) que determina la capacidad de la zona.

En el mapa (Ver Figura 22), observamos que casi en su totalidad la montaña tiene una vocación forestal de categoría VII derivado de sus altas pendientes, y sus características de suelo, por otro lado capacidades de tipo VI, en menor recurrencia en el área, nos indica una limitación de producción, dicha calificación complementa con el anterior, puesto que son áreas aptas para conservación y protección, particularmente en un terreno donde la cobertura y su aptitud es muy importante en temas de medidas de conservación.

Como un análisis descriptivo del área, los factores y características sobresalientes del área en estudio se ponen en manifiesto a continuación según las clases de capacidad de uso del USDA (Klingebiel Y Montgomery, 1961).

2.6.10.1 Clase VI: Suelos con limitaciones severas que no los hacen aptos para el aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura.

Estos suelos tienen limitaciones permanentes que son muy difíciles de corregir tales como: pendientes muy pronunciadas,

1. Susceptibles a erosión severa,
2. Muestran efectos muy severos de erosión anterior,
3. Pedregosidad,
4. Superficialidad de la zona radical,
5. Excesiva humedad o riesgo de inundación,
6. Exceso de salinidad o sodio
7. Factores climáticos severos o combinaciones de ellas.

Algunos de estos suelos son aptos para cultivos especiales que muestran requerimientos distintos que la mayoría de los cultivos.

2.6.10.2 *Clase VII*: Suelos con limitaciones muy severas que no los hacen aptos para cultivos y restringen su uso exclusivamente a la producción de pastos o árboles o vida silvestre.

Estos suelos pueden ser aprovechados para pastoreo o la producción de maderas o combinaciones de ella, si se aplican prácticas de manejo.

Las limitaciones permanentes para su uso incluyen los efectos individuales o combinados de:

1. Pendiente muy pronunciada
2. Erosión
3. Suelos superficiales
4. Pedregosidad
5. Suelos excesivamente drenados
6. Salinidad y sodio
7. Clima desfavorable
8. Otras limitaciones que hacen de estos suelos no aptos para cultivos comunes.

Cuadro 25. Distribución de áreas según capacidad de uso de la tierra.

CUT (USDA)	Área (Has)	% Área
VI	4.20	0.99
VII	416.99	98.92
TOTAL	421.53	99.92

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.6.11 Análisis de intensidad de uso de la tierra

La intensidad de uso de la tierra se puede definir como la relación que hay entre el uso de la misma a lo más actual en función del tiempo y la capacidad o aptitud que tiene para sostener algunas actividades que se presentan (FAO, 2012). En este análisis de intensidad hay tres formas significativas que se pueden categorizar en a tierras sobreutilizadas, y por ende el uso correcto, la cual se pueden definir como:

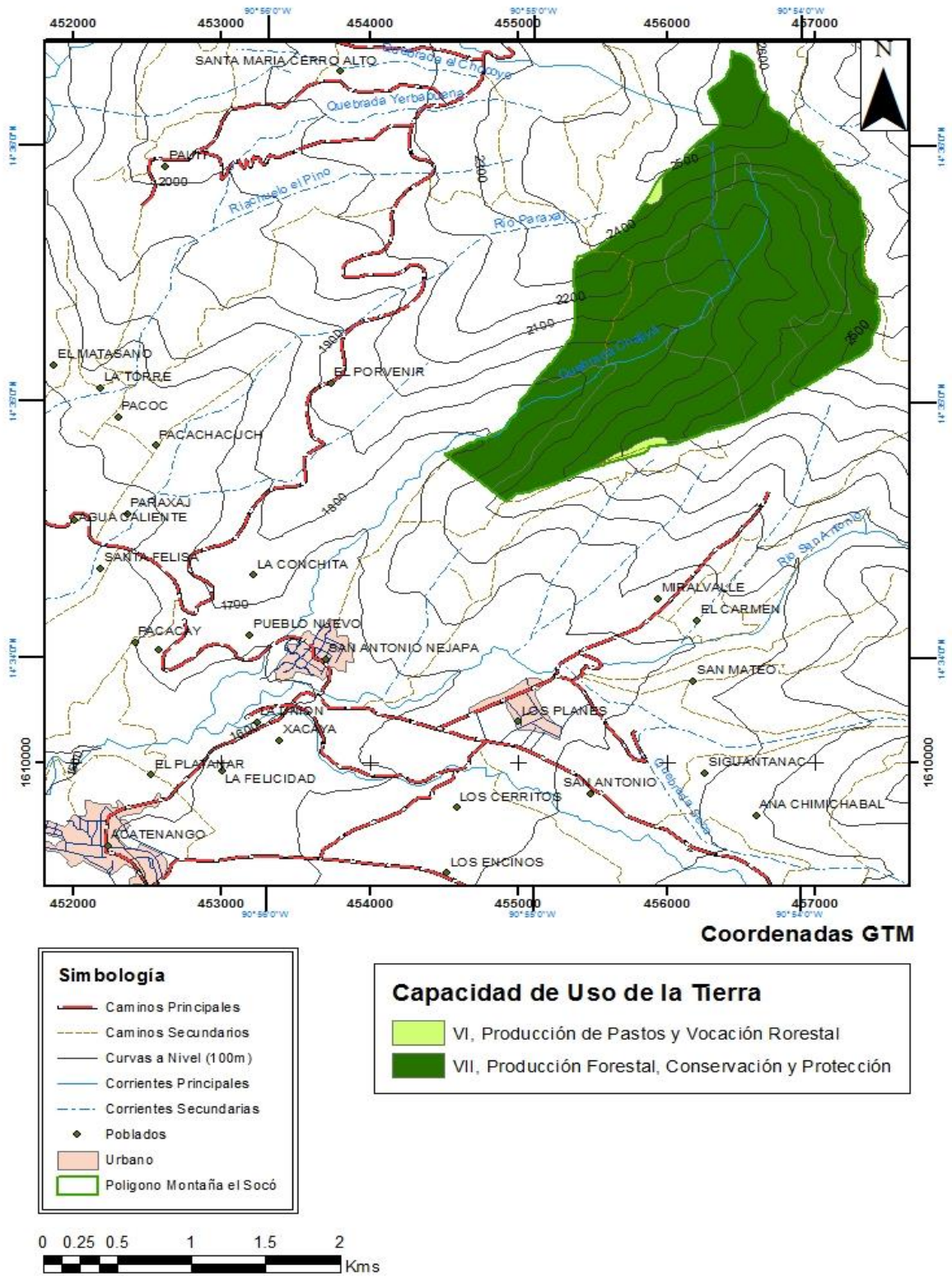


Figura 32. Mapa de capacidad de uso de la tierra.

2.6.11.1 Tierras sobreutilizadas: uso de una unidad de tierra a una intensidad mayor a la que soporta en términos físicos (Komives et al. 1985, Ritchers 1995).

2.6.11.2 Tierras de uso correcto de utilización: Uso que indica que no hay discrepancia entre la capacidad de uso de la Tierra y el uso que actualmente se le está dando (Komives et al. 1985, Ritchers 1995).

Para el área comunal de la montaña se hace el análisis en el que se ha traslapado dos estudios anteriores, como por ejemplo la capacidad de uso de la tierra y el uso actual, se tiene conocimiento en este caso, que a lo largo de los años, esta montaña ha dado a los pobladores servicios ambientales muy importantes, derivado de su cobertura boscosa lo cual se ha mantenido a lo largo del tiempo, pero problemas locales tales como la tenencia de la tierra, hacinamientos y vulnerabilidades sociales como (pobreza, desnutrición e incremento poblacional acelerado) ha afectado parte de la montaña, lo cual incurren conflictos en el manejo de la montaña, como por ejemplo la falta de legislación para la misma, pugnas sociales y la pérdida de las potencialidades que representa el área comunal.

Por tanto, de análisis anteriores hemos observado que el 97 % de aptitud de dicha área corresponde principalmente a cobertura forestal con diferentes tratamientos como silvopastoriles, sistemas agroforestales o en su defecto pasto. Estas se cumplen en algunas partes de la montaña que va en relación al uso según su aptitud, pero observamos al mismo tiempo el avance de la frontera agrícola que significa un problema en temas de obviar programas y proyectos de manejo, lo que se traduce a pérdidas de servicios ambientales que ofrece la montaña, y que esta exposición se incrementa en los siguientes años. Por tanto se evidencia en pérdida de suelo, deforestación en algunas partes de la montaña, talas ilícitas y basureros clandestinos. El problema que tiene esta área comunal es de sobreuso de la misma, al implementar agricultura intensiva en categoría clase VII de aptitud (forestal).

Cuadro 26. Criterios para la calificación de uso de la tierra.

CUT	Uso	Intesidad de Uso
VI	Granos básicos	Sobreuso
VI	Bosque mixto	Uso Correcto
VI	VAB	Sobreuso
VII	Granos básicos	Sobreuso
VII	Bosque mixto	Uso Correcto
VII	VAB	Sobreuso
VII	Coníferas	Uso Correcto
VII	Café	Uso Correcto
VII	Hortalizas	Sobreuso

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cuadro 27. Distribución de áreas según su intensidad de uso.

Clasificación	Intensidad	Área (Has)	% Área
5	Sobreuso	77.77	18.4486474
1	Uso correcto	343.41	81.4663349
	TOTAL	421.53	100

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

2.6.12 Análisis de isoyetas

Las isoyetas se definen como líneas equitativas con datos de precipitación que hace una unión en un plano cartográfico y presentan el mismo, datos de lluvia en relación en una unidad de tiempo específica (Estudios de Geografía, 2012). Esto nos define el régimen de lluvia en un área.

Para poder conocer los datos de lluvia para es necesario trasladar la información a cartografía, que evidencie los datos de lluvia, al mismo tiempo, localizar las estaciones más cercanas al área de estudio, que puedan cubrir en una mayor cobertura posible sobre partes altas, medias y bajas del área, las cuales tales puntos representan la influencia de

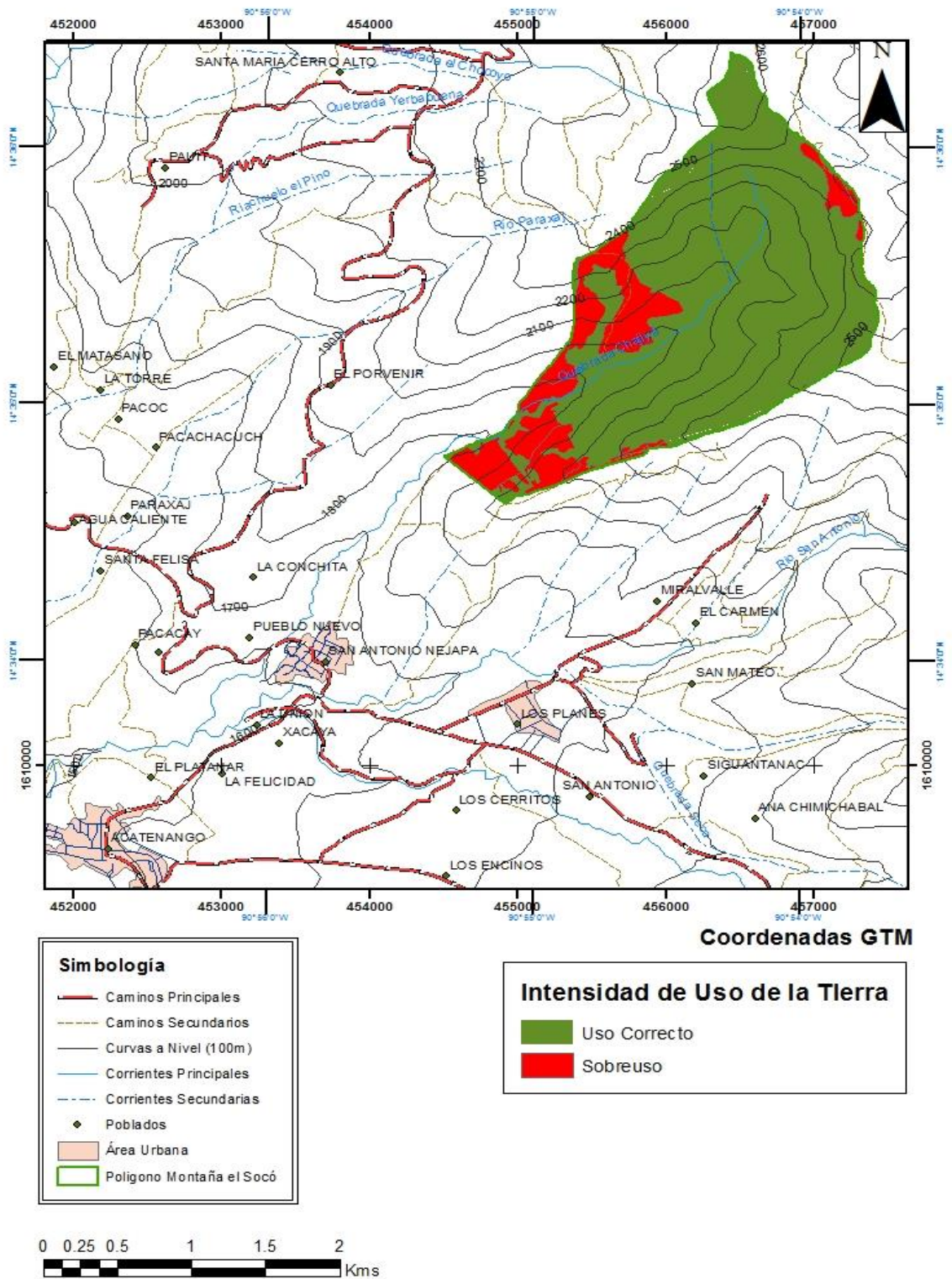


Figura 33. Mapa de intensidad de uso.

la estación meteorológica, las cuales, se unen para formar rectas, donde se ubican intersecciones equitativas de distancia, que nos representa lluvias características sobre ciertas partes del área en estudio.

En el estudio de la montaña comunal del Socó se ha utilizado los datos de 3 estaciones meteorológicas las cuales son Santa Cruz Balanyá, Alameda ICTA y el Platanar, las cuales los datos de precipitación se han ponderado de forma mensual.

Cuadro 28. Datos de lluvia de estaciones meteorológicas.

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Prom_Anual	Tot_Anual
Balanya	2.03	5.93	5.73	26.44	146.39	273.91	183.40	184.43	217.30	167.73	29.14	7.83	104.18	1250.26
Alameda ICTA	3.73	1.57	10.05	29.20	185.15	243.56	261.79	203.18	300.25	192.75	30.86	10.44	122.71	1472.53
El Platanar	0.40	19.50	31.00	37.10	130.00	252.30	57.60	93.20	243.70	197.40	21.10	5.90	90.76	1089.20

Fuente: INSIVUMEH, 2015.

Por tanto, se ha hecho un recuento para cada dato representativo en el área lo cual da tres datos promedios según las estimaciones en relación a las estaciones meteorológicas antes mencionadas, los datos dan como resultado 1140, 1150 y 1160 mm de precipitación.

El dato que es representativo para el análisis del área es de 1150 mm por año, por la que se ha considerado una moderada precipitación, dada que su ubicación geográfica y la fisiografía de la región, lo que hace que tenga un dinamismo de lluvias significativas, donde las direcciones de viento, tanto alisios del norte como contralisios del sur hacen un choque de frente y el sistema de humedad de estas regiones se traduce en precipitaciones. También influye la posición en la cual la montaña está ubicada, donde hay una transición fisiográfica entre la parte alta del altiplano y partes bajas del sur, la cual, por movimientos naturales del viento estos tengan un choque orográfico a diferentes presiones que genere lluvias dentro de esta región.

Para el análisis de deslizamientos el dato que arroja el estudio de isoyetas de 1150 mm, tiene una susceptibilidad moderada, por tanto, es un dato potencial disparador para la

saturación intrínseca del terreno, lo cual aporta un peso relativo y promueve la remoción de flujo.

Cuadro 29. Ubicación de estaciones meteorológicas.

No.	Estación	Ubicación	Coordenadas
1	Balanyá	Sta. Cruz Balanyá, Chimaltenango	455642.12, 1622977.06
2	Alameda ICTA	Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala	466998.34, 1617363.33
3	El Platanar	Acatenango, Chimaltenango	452397.48, 1609792.51

Fuente: Elaboración propia, 2015

2.6.13 Análisis de disparadores

Los disparadores son los factores que en conjunto potencializan el riesgo a movimientos de flujos de material, factores que, dependen de las acciones tanto antropogénicas y naturales para condicionar así un evento extremo, que si bien intrínsecamente el terreno tiene aptitudes naturales que demuestra su vulnerabilidad, los disparadores permiten que el suceso tenga recurrencia evidenciando partes susceptibles del terreno.

Para el caso del área de estudio en cuestión, el análisis de disparadores cuenta con dos factores que se relacionan entre sí, se refieren al análisis del régimen de lluvia, y también el análisis de conflictividad del terreno, dichos factores desencadenan eventos extremos de desestabilidad en el área de estudio.

En el caso de la precipitación, es importante observar que ha medida del aumento de altitud fisiográfica este tiene un incremento de una lámina de 10 mm al año por tanto, la presencia de lluvia es ligeramente más recurrente en partes altas,

Ubicación de estaciones meteorológicas en área de estudio

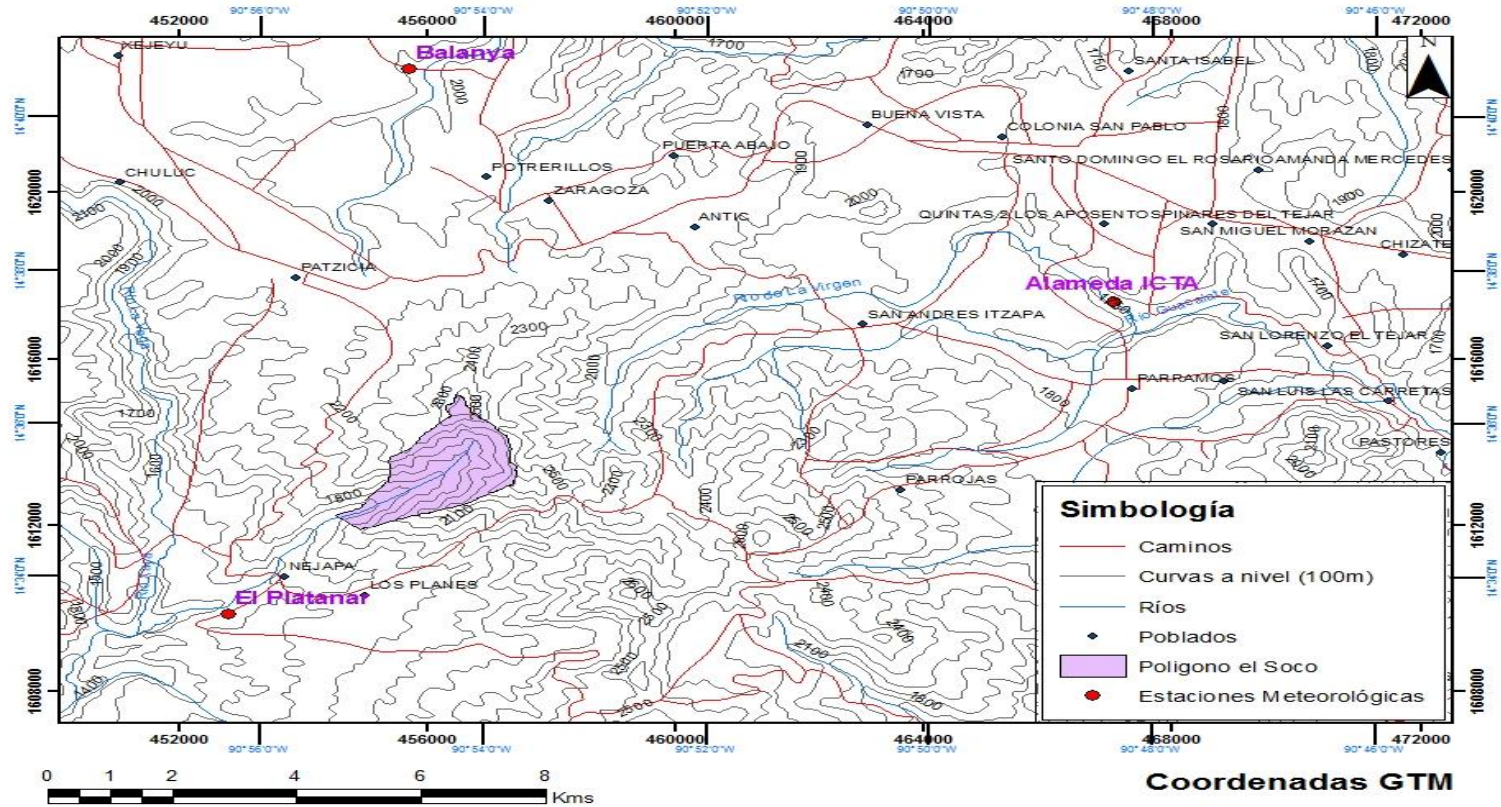


Figura 34. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas.

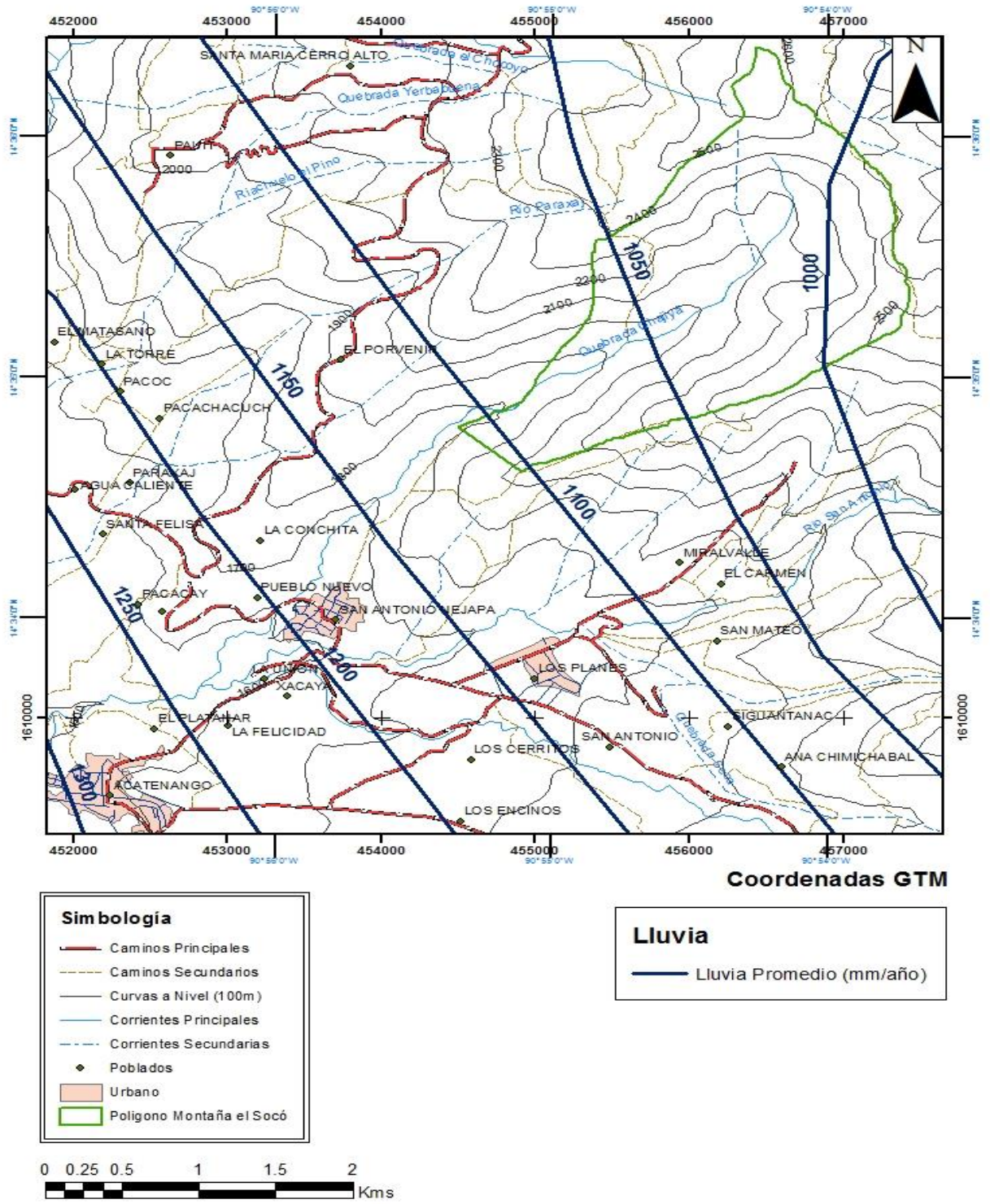


Figura 35. Mapa de isoyetas.

específicamente en nuestra área de estudio, en el caso de la conflictividad de uso del terreno, observamos una condicionante muy importante, la cual corresponde a un sobreuso, donde se ha demostrado un avance de la frontera agrícola de parte de los pobladores, puesto que la montaña es comunal, y aumentan los índices de amenaza. Al combinar estos dos factores nos da el resultado de exposición de disparadores.

Para entender este análisis se ha optado por categorizar de forma cartográfica la incidencia de disparadores dentro de la zona, la cual se divide en Moderado, Alto y Muy Alto, en el que principalmente vemos la presencia de lluvias, que obviamente en un promedio de régimen de precipitación este representa un intervención moderada, aún si el análisis de conflictividad del terreno se mantiene en uso correcto, los índices aumentan cuando la precipitación injiere sobre lugares donde hay alteración antropogénica, traducido en sobreuso, y la presencia moderada de lluvias, donde en partes bajas del área de estudio, representa una calificación de alta y en partes altas con 20 mm de precipitación de diferencia al año sobre una conflictividad de sobreuso del terreno.

Cuadro 30. Distribución de áreas a exposición de disparadores.

Exposición a disparadores	Área Has
Muy Alta	9.48
Alta	100.15
Moderada	364.46

2.6.14 Análisis de susceptibilidad de deslizamientos Montaña El Socó

Como una definición teórica de deslizamientos podemos decir que son desplazamientos de masas rocosas o de tierra en el cual interactúan diferentes factores como pendiente, cobertura natural vegetal, geología, suelo y factores externos que en base técnica logren superar el movimiento tangencial de ladera según su inclinación y sus componentes que muestran la susceptibilidad ante la aparición de este tipo de eventos.

Para el análisis de susceptibilidad de deslizamientos de área de estudio, se ha analizado cada factor que corresponde a los principales efectos de estos, en contribución potencial a alteraciones en forma de corrimiento del terreno, por ende la metodología mora-vahrson es esencial para tomar en cuenta detalles y valoraciones que nos permita a nosotros obtener un producto cartográfico donde evidencie una zonificación de susceptibilidad (parte de la amenaza), que vincula dos análisis finales muy importantes representados en los análisis intrínsecos del terreno y los factores externos o disparadores, donde este último se ve sujeto a intervenciones naturales y antropogénicos. Por ende, todas interacciones posibles bajo el dinamismo de factores se simplifican en el siguiente mapa cartográfico (Ver figura 27).

El mapa con la que se pudo relacionar los factores para dar este producto final, siguiendo los pasos de la metodología de Mora-Vahrson, fue principalmente el análisis de los factores intrínsecos con el mapa de susceptibilidad a la erosión, y la relación de esta, con el mapa de efectos externos o disparados, que previamente se ha clasificado en exposición de disparadores. Esta interacción arroja una matriz que permite dar un producto con su respectivo cálculo, que permite clasificar áreas como muy alta, alta, moderada, baja y muy baja susceptibilidad a deslizamientos, según metodología propuesta para el presente documento.

Cuadro 31. Distribución de áreas para clasificación de deslizamientos.

Clasificación	Área (Has)	% Área
Muy Baja	191.29	40.31
Baja	28.28	5.96
Moderada	172.96	36.45
Alta	81.41	17.16
Muy Alta	0.58	0.12
Total	471.51	100

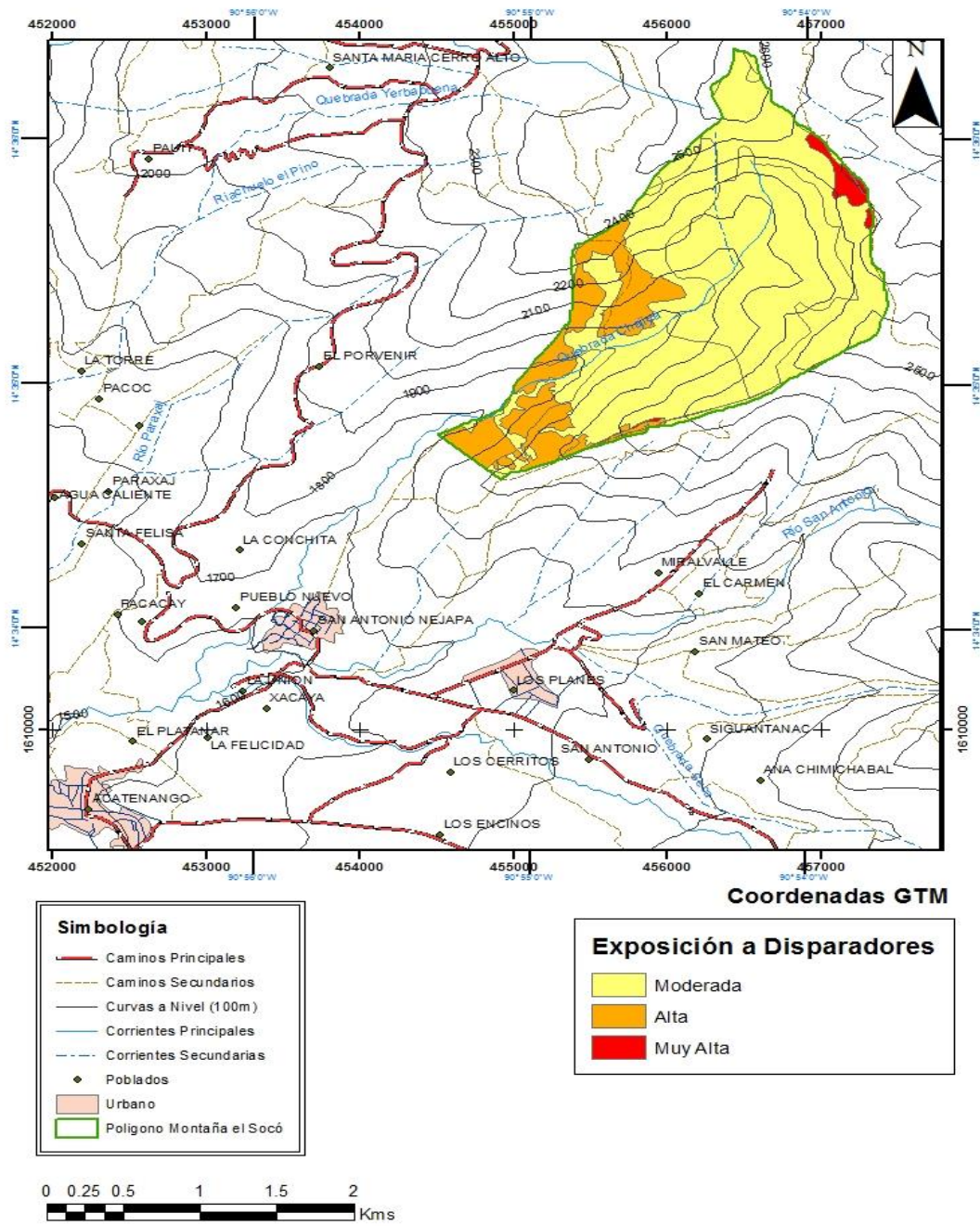


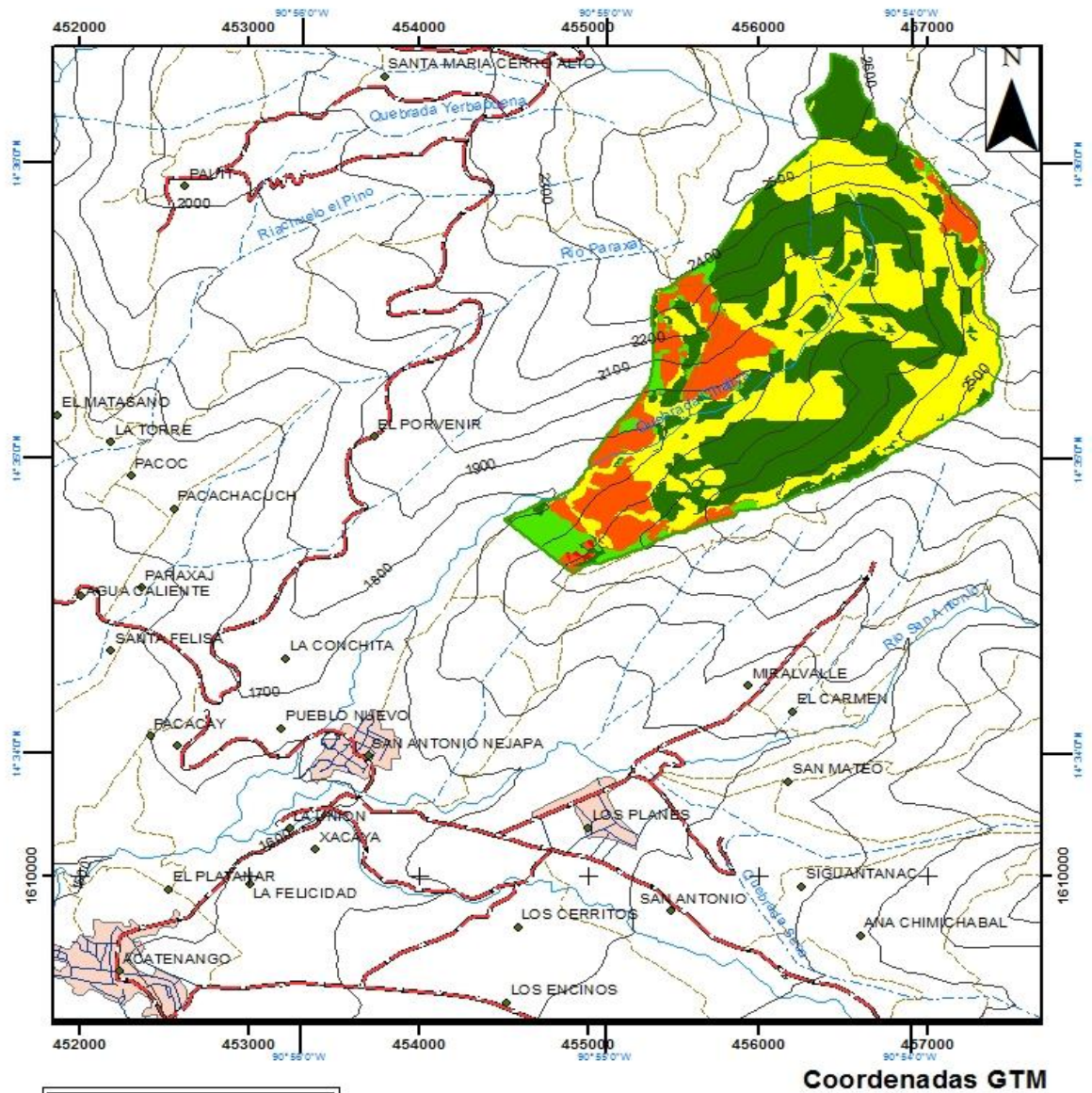
Figura 36. Mapa de exposición a disparadores.

Algunas áreas de la montaña se mantienen en muy baja susceptibilidad en la mayoría de cobertura del área, derivado del uso correcto y la baja conflictividad, al contrario de áreas donde representa áreas moderada y alta susceptibilidad, donde la conflictividad es mayor y el efecto de la lluvia tiene una particular presencia sobre ellas.

Con el mapa final tenemos la zonificación del área a la susceptibilidad de deslizamientos, donde las zonas que tienen un mayor índice de presencia en el área corresponden a zonas de muy baja y moderada susceptibilidad a deslizamientos. Para comprender mejor las variables es importante determinar a que se cataloga cada una de ellas, como se menciona a continuación:

Cuadro 32. Descripción según categorías de deslizamientos.

Clase	Calificativo de susceptibilidad de Deslizamiento	Descripción
I	Muy Baja	Sectores que presentan una mayor estabilidad en la montaña, por el momento no se requieren medidas correctivas. Se debe de tomar en cuenta sectores cercanos donde estas áreas se han modificado o han tenido exposición que potencialice susceptibilidades moderadas a muy altas. Sectores que se tienen que priorizar la conservación y protección.
II	Baja	Áreas donde aún encontramos estabilidad ya sea natural o morfológica, aunque requiere medidas de corrección menores. Al igual que el análisis anterior se requiere considerar la influencia de áreas más potenciales a deslizamientos desde moderado a alto. Sectores que se tienen que priorizar la conservación y protección.
III	Moderada	Para estas áreas es necesario manejar medidas de prevención y mitigación, talleres de conservación de recursos para manejar estas áreas. Definitivamente no se debe permitir construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y mejora de la condición del sitio
IV	Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (<50%) en caso de factores que promuevan movimientos como lluvias y sismos de magnitud importante e intensidad alta. Altas medidas de conservación en relación a la aptitud del terreno.
V	Muy Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (>50%) en caso de factores que promuevan movimientos como lluvias y sismos de magnitud importante e intensidad alta. Prohibido su uso de una modalidad urbana, infraestructura y agricultura intensiva. Fuertes medidas de conservación en relación a la aptitud del terreno.



Simbología

- Caminos Principales
- Caminos Secundarios
- Curvas a Nivel (100m)
- Corrientes Principales
- - - Corrientes Secundarias
- ◆ Poblados
- Urbano
- Polígono Montaña el Socó

Susceptibilidad a Deslizamientos

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy Alta

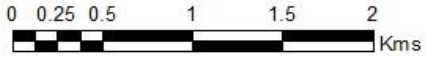


Figura 37. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos.

2.7 CONCLUSIONES

1. La zonificación de la susceptibilidad (que es parte de la amenaza) reúne factores que evidencian sectores de recurrencia sobre deslizamientos del área. Estos se han hecho en su gran mayoría a partir de modelamientos espaciales utilizando los sistemas de información geográfica, corroborando así con datos de campo para el área comunal de la montaña del Socó, San Antonio Nejapa, Acatenango, como un punto de partida para fomentar acciones que permitan avanzar en un proceso sostenible y sustentable, el cual evidencia a los factores presentes dentro de dicha área en la susceptibilidad de deslizamientos, sobre todos los antropogénicos.
2. La susceptibilidad a deslizamientos que se traduce en movimientos de flujos de material a lo largo de una ladera, debe de estudiarse en cada espacio geográfico con datos y suministros disponibles de forma más específica posible que nos podrá permitir manejar la integralidad del riesgo de una manera eficiente, pues detectar una inminente inestabilidad de una ladera requiere la atención y un seguimiento para accionar de mejor forma a los sistemas de alerta temprana. Por lo tanto, es posible dictaminar una amenaza a deslizamiento, incluso utilizando el sentido de la vista, que por lógica, al perturbar la montaña de su aptitud y de su capacidad natural recurre en una inestabilidad, afirmando los relatos de la comunidad, en la frecuencia de este fenómeno los últimos 20 años, dejando secuelas desastrosas, ante lo que es el disparador más importante y el principal desencadenante de este tipo de desastres significativos, y nos referimos a los eventos extremos de precipitación.
3. Dentro del presente estudio se ha podido analizar que las susceptibilidades más imponentes de deslizamientos, ya que están ubicadas en la parte alta y baja de la ladera de la montaña, acordes a las características que presenta específicamente en estas áreas de estudio, donde están condicionadas tanto de su material basal como rocas, las características de suelo, su alta pendiente, y la falta de cobertura, que suele ser un problema muy importante cuando asociamos el nivel de conflictividad y

productividad del área. En general la susceptibilidad se ha calificado como Muy Baja, Baja, Moderada, Alta y Muy Alta susceptibilidad, utilizando la metodología Mora-Vahrson, donde los factores se adecuan en la recurrencia y su nivel de aporte a la amenaza.

4. Derivado de este tipo de conflictividad traducido a la perturbación del terreno, se fomenta la pérdida de suelo en procesos erosivos acelerados que no solo contamina cuerpos de agua superficiales sino que se asocia a la pérdida de fertilidad del mismo, como otras propiedades internas físicas (porosidad, compactación, infiltración y retención) que en un sistema regulado este aporta al acuífero de la zona donde esta montaña se cataloga como una de las más importantes áreas de recarga hídrica en las zonas aledañas donde está ubicada, que por ende, tiene una importante relación con la degradación y deforestación del bosque natural del área en cuestión.
5. Esta investigación hizo evidente debilidades que puede presentar la falta de planificación, puesto que la barrera agrícola ha aumentado en los últimos 10 años, las zonas más susceptibles son característicos donde la intensidad antropogénica ha sido relevante. Esto marca una necesidad de normar el uso del territorio y de los recursos dentro del área comunal, y considerar programas de capacitación para el uso adecuado de los recursos junto con el aprovechamiento sostenible dentro de la montaña, paralelo a ello fomentar la educación ambiental, en jóvenes y niños para conservar el legado de convivencia con la naturaleza y protección de sus baluartes naturales.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar un estudio a una escala apreciable para toda el área de Acatenango y San Antonio Nejapa ya que según estudios recientes a nivel macro, la ubicación de la montaña pertenece al altiplano guatemalteco, donde la mayor parte de la amenaza de deslizamientos se concentran a nivel nacional. Esto último permite la viabilidad a una organización y planificación comunitaria.
2. Sistemas de monitoreo que sea vinculante con la organización de los pobladores y la integralidad del riesgo, en dos parámetros muy importantes, la prevención y mitigación, junto con los Sistemas de Alerta temprana enfocados a efectos disparadores, vinculado a normas comunales del uso sostenible de la montaña. Para ello, relaciona el establecimiento comunal de una COLRED (coordinadora local para reducción de desastres).
3. Para el aspecto de estructura de gobernanza, establecer programas o proyectos, donde haya una capacitación para líderes comunitarios donde se maneje una práctica, la solidaridad comunal y trabajo en grupo, permitiendo así una auténtica organización, en post de establecimiento de normas en cada una de las potencialidades que posee la aldea, y un mejor dinamismo bajo los ejes de desarrollo rural.

Basándonos a lo anterior, estas acciones, dan viabilidad de establecer proyectos de conservación integral dentro de la montaña, estos proyectos también permiten la sostenibilidad y sustentabilidad de las actividades que se lleven dentro de la misma, el estudio vincula a la frontera agrícola como agricultura de subsistencia, que paralelamente a esto está en función de otra problemática en el país, como el caso de la tenencia de la tierra. Por tanto, a no tener un parámetro de planificación, normas, legislación y la alta conflictividad entre pobladores, produce un degrado de la misma.

4. Proyectos tales como conservación de suelos (barreras vivas, barreras muertas, terrazas, etc.) produce minimizar el riesgo de erosión de suelos que es un factor de desgaste en deslizamientos, por otro lado, el aprovechamiento de la fertilidad de suelos y una agricultura amigable con el territorio de la montaña. Otros proyectos tales como campañas de reforestación y educación ambiental aumenta más el compromiso de proteger el área, que vincula principalmente a vigilantes, guardabosques y protectores, manteniendo un monitoreo para salvaguardar la flora y fauna de la misma, y así evitando su depredación.

5. Las potencialidades tanto de servicios ambientales como de aprovechamiento que ofrece la montaña del Socó es de considerable importancia, por tanto la vinculación de entidades gubernamentales o no gubernamentales junto con el apoyo de la municipalidad de Acatenango, permitiría mejorar las condiciones de la montaña, involucrando sectores aledaños que se vean beneficiadas por los recursos que este ofrece, esta vinculación cumple la función de ser facilitador de los procesos, donde la aldea, la comunidad, pobladores y áreas circundantes, mantengan una retroalimentación de desarrollo, en relación al uso y protección.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

- 1.) Barrantes Castillo, G; Barrantes Sotela, O; Núñez Román, O. 2011. Efectividad de la metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona, Costa Rica. Revista Geográfica de América Central no. 47:141–162. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/viewFile/3970/3812>.
- 2.) Basabe, P; Almeida, E; Ramón, P; Zeas, R; Álvarez, L. 1996. Avance en la prevención de desastres naturales en la cuenca del río Paute, Ecuador. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines no. 25(3):443-458. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en [https://www.academia.edu/29818762/Avance en la preveni%C3%B3n de de sastres naturales en la cuenca del r%C3%ADo Paute Ecuador](https://www.academia.edu/29818762/Avance_en_la_preveni%C3%B3n_de_de_sastres_naturales_en_la_cuenca_del_r%C3%ADo_Paute_Ecuador).
- 3.) Carranco, A. 2013. Método de Mora-Vahrson: Modelo de determinación *a priori* de amenaza de deslizamientos en grandes áreas utilizando indicadores morfodinámicos. Ecuador, Geología Ambiental. 11 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <https://es.scribd.com/document/136310398/Metodo-de-Mora-Vahrson>.
- 4.) Elías Gramajo, S; Ochoa, P. 2011. Estudio de caso de San Antonio Nejapa, Acatenango, Chimaltenango. Guatemala, Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) / Fondo Nacional para la Conservación (FONACON). 25 p.
- 5.) Gáfaró Duarte, MA. 2013. Zonas de amenazas por deslizamientos, a partir de modelamiento de datos espaciales para el casco urbano del municipio de San José de Cúcuta. Tesis Inga. Forestal. San José de Cúcuta, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. (ECPAMA). 70 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/1422>.
- 6.) Herrera Ibáñez, IR. 2012. Estudio hidrogeológico de la sub-cuenca del río Los Ocotes, para determinar las áreas principales de recarga hídrica e identificación de las áreas vulnerables a deslizamientos e inundaciones para proponer alternativas de prevención de la parte noreste de la ciudad de Guatemala. Guatemala, CONCYT, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología / Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 118 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202009.35.pdf>.
- 7.) Herrera, L; Mena, Y; Martínez, R. 2001. Aplicación de métodos indirectos para el análisis de susceptibilidad de deslizamiento en la subcuenca del río Gatuncillo, Panamá. Panamá, Unidad de Sensores de Remotos de la Autoridad del Canal de Panamá / Universidad Tecnológica de Panamá, Instituto de Geociencias / Ministerio de Comercio e Industria, Dirección de Recursos Minerales. 25 p. Consultado 10 nov.

2017. Disponible en <http://www.cich.org/Publicaciones/06/art-deslizamiento-gatuncillo.pdf>.

- 8.) Hervás De Diego, J; Barredo Cano, JI. 2001. Evaluación de la susceptibilidad de deslizamientos mediante el uso conjunto de SIG, teledetección y métodos de evaluación multicriterio: Aplicación al barranco de Tirajana (Gran Canaria), España. *In* Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables (5., 2001, Madrid, España). Madrid, España, IV Programa Marco de Investigación sobre Medio Ambiente y Clima de la Unión Europea, RUNOUT. p. 305-316. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/1b11/289af00ee0b98d5b13275dd57ec09a908a8b.pdf>.
- 9.) Highland, LM; Bobrowsky, P. 2008. Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes. Denver, EE. UU., Sistema Geológico de los Estados Unidos. 176 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en http://www.iproga.org.pe/descarga/manual_derumbes.pdf.
- 10.) Lira Sosa, ER. 2004. Plan de conservación de sitio para la determinación de zonas prioritarias de manejo en la montaña “El Socó”, departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 89 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2070.pdf.
- 11.) Medina Cuellar, BC. 2015. Análisis de la amenaza a deslizamientos en el departamento de Sololá, durante la tormenta tropical STAN (octubre de 2005) y propuesta para manejo de tierra. Tesis Inga. Agra. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 169 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en http://www.repositorio.usac.edu.gt/2335/1/CARTA_Trabajo%20DE%20GRADU_ACCION%20Berta%20Carolina%20Medina%20Cu%C3%A9llar.pdf.
- 12.) Mora, R. 2004. Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del cantón de San José, provincia de San José, Costa Rica. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología. 14 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/242245217_EVALUACION_DE_LA_SUSCEPTIBILIDAD_AL_DESLIZAMIENTO_DEL_CANTON_DE_SAN_JOSE_PROVINCIA_DE_SAN_JOSE_COSTA_RICA.
- 13.) Rodríguez Zuluaga, JE. 2005. Estado del arte de los métodos de zonificación de la susceptibilidad, la amenaza y el riesgo por proceso de movimientos en masa en laderas. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas. 67 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <https://es.scribd.com/document/244509078/ESTADO-DEL-ARTE-DE-LOS-METODOS-DE-ZONIFICACION-pdf>.

- 14.) Tobías Vásquez, HA; Ortiz López, AA; Díaz Lara, EL; Méndez Muñoz, MA; Santos Mancilla, WG; Celestino Cabrera, P; López Búcaro, CF; Monzón López, JM; Lira Sosa, EM. 2004. Estudio para la determinación de áreas protegidas de la montaña El Socó, Chimaltenango. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación (DIGI) / USAC, Facultad de Agronomía. 120 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2003-028.pdf>
- 15.) Van Westen, C. (2003): Zonificación de amenazas naturales en la cuenca del río Samalá y análisis de vulnerabilidad y riesgo en la población de San Sebastián Retalhuleu, Guatemala, Centro América. Guatemala, Capacity Building for Natural Disaster Reduction (CBNDR) / Regional Action Program for Central America (RAPCA). 44 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <https://www.itc.nl/external/unesco-rapca/english/Guatemala/Zonificacion%20amenaza%20San%20Sebastian%20Guatemala.PDF>
- 16.) Van Westen, C. 2000. Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamientos en la cuenca del río San Juan, República Dominicana. República Dominicana, UNESCO / ITC / Universidad Tecnológica de Delft / Universidad de Utrecht / CEPREDENAC / Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales. 41 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <https://www.itc.nl/external/unescorapca/Publicaciones%20RAPCA/Republica%20Dominicana/Estudio%20Cuenca%20Rio%20San%20Juan%20Republica%20Dominicana.PDF>
- 17.) Vargas Franco, RD. 2001. Evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos municipio de Balboa, departamento de Risaralda, Colombia. Pereira, Colombia, Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER). 70 p. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://www.carder.gov.co/intradocuments/webDownload/susceptibilidad-a-deslizamientos-balboa>

2.10 ANEXOS

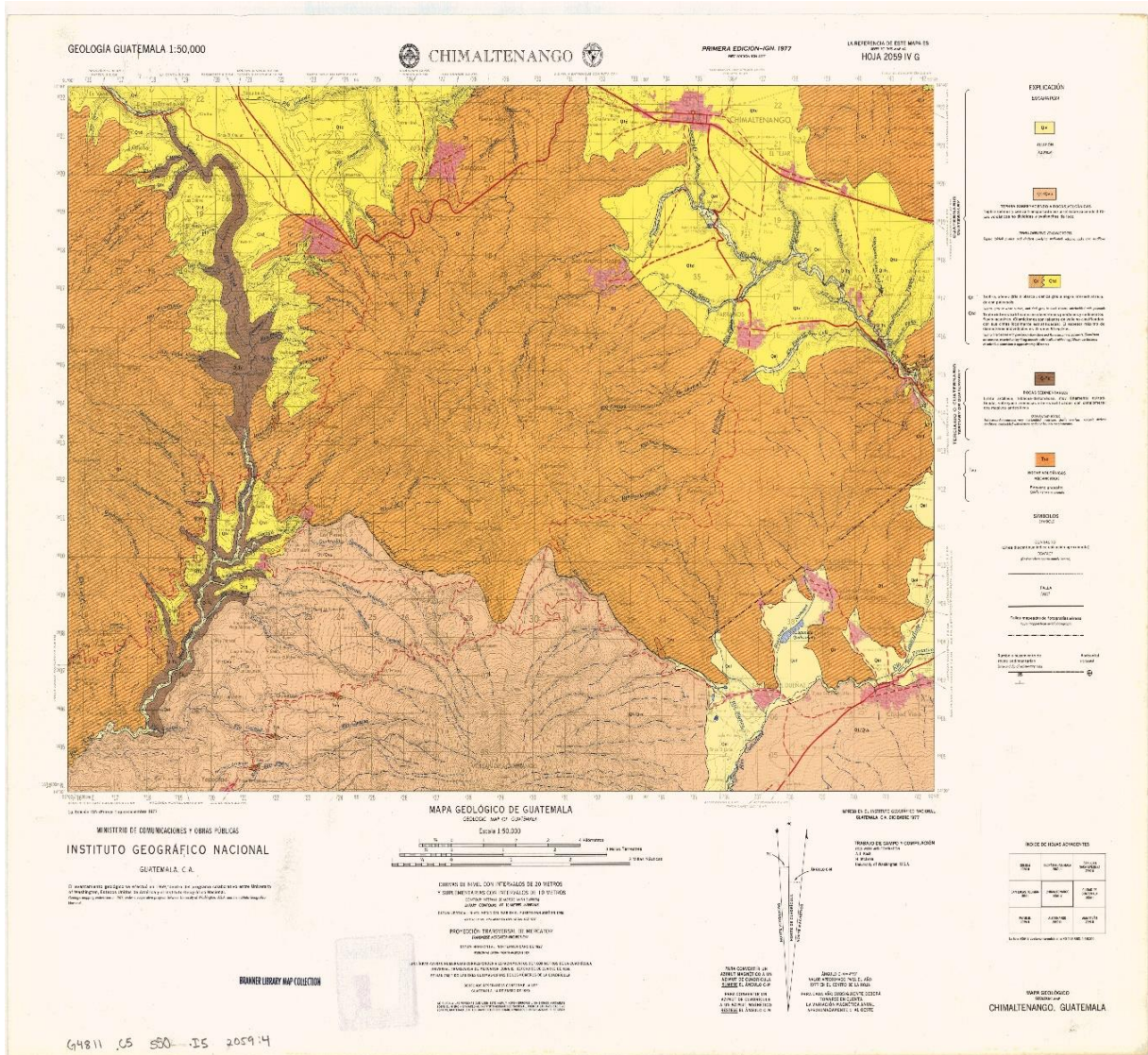


Figura 38A. Mapa geológico 1:50,000 Chimaltenango.

Fuente: IGN, 2015.

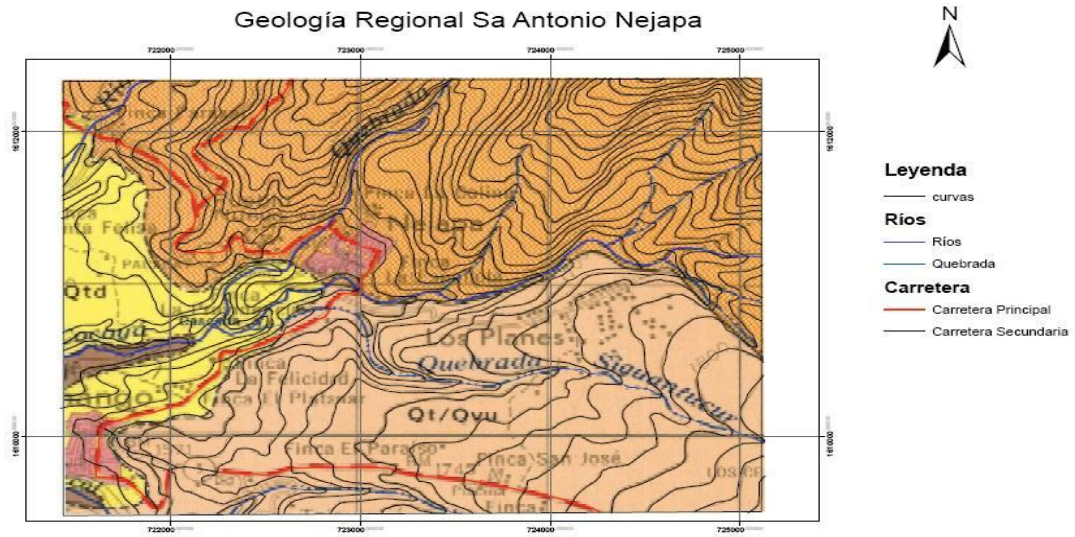


Figura 39A. Mapa de geología local San Antonio Nejapa, Acatenango.

Fuente: IGN, 2016.

Sismicidad del área de San Antonio Nejapa, Acatenango

Localización

Sismicidad registrada en San Antonio Nejapa, Acatenango y alrededores desde el 1 de Enero de 1984 hasta el 11 de Abril de 2016.

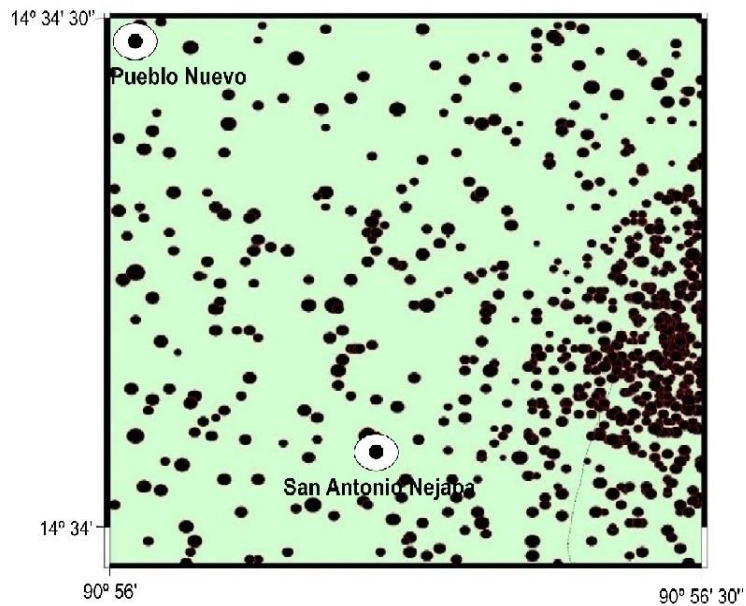


Figura 40A. Mapa de puntos sísmicos área de influencia San Antonio Nejapa

Fuente: INSIVUMEH, 2016.

Cuadro 33A. Registros de actividad sísmica San Antonio Nejapa, Chimaltenango (20 años)

668	1997	5	17	23	10	58.2	14.504	90.875	26.9	3	0.5	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
669	1997	5	20	0	52	41.2	14.54	90.884	29.1	3	0.2	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
670	1997	5	23	7	29	43.9	14.526	90.868	14.1	4	0.5	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
671	1997	6	20	9	43	47.1	14.62	90.863	1.7	4	0.1	3.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
672	1997	6	30	2	2	55.2	14.549	90.888	7.5	4	0.1	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
673	1997	7	5	6	59	25.4	14.532	90.973	4.2	4	0.1	3.1	GUA	Depto. de Chimaltenango.
674	1997	7	6	6	40	46.1	14.501	90.875	8.2	3	0.1	2.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
675	1997	7	6	7	15	41.3	14.518	90.987	27.6	3	0.7	2.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
676	1997	7	6	7	20	29.8	14.491	90.967	6.4	3	0	2.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
677	1997	7	6	8	42	31.1	14.496	90.93	7.3	3	0.2	2.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
678	1997	7	6	8	45	44.9	14.5	90.881	6	3	0	2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
679	1997	7	6	13	15	2.9	14.535	90.863	5.6	5	0.2	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
680	1997	7	6	13	17	48.1	14.516	90.884	10.5	3	0.1	2.4	GUA	Depto. de Chimaltenango.
681	1997	7	6	13	27	44.1	14.563	90.99	5.1	5	0.1	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
682	1997	7	6	14	3	12.5	14.512	90.931	0	3	3.6	2.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
683	1997	7	6	14	8	37.0	14.49	90.863	10.1	6	0.5	3.2	GUA	Depto. de Sacatepequez.
684	1997	7	7	3	46	31.8	14.512	90.867	9.7	6	0.3	3.1	GUA	Depto. de Sacatepequez.
685	1997	7	8	5	0	15.1	14.518	90.865	9.3	4	0.3	3.3	GUA	Depto. de Sacatepequez.
686	1997	7	9	10	49	43.8	14.496	90.886	38.8	3	0	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
687	1997	7	10	22	3	49.7	14.592	90.977	13.3	4	1.1	2.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
688	1997	7	12	3	53	13.6	14.53	90.879	4.8	5	0.1	3.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
689	1997	7	12	5	43	55.5	14.526	90.869	9.4	5	0.1	3.1	GUA	Depto. de Chimaltenango.
690	1998	2	25	18	29	26.6	14.538	90.911	78.7	4	0	2.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
691	1998	3	19	10	48	47.2	14.508	90.931	50	3	0	3.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
692	1998	8	30	1	50	16.6	14.635	90.895	50	4	0.4	3.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
693	1998	9	20	18	54	38.0	14.559	90.911	0	3	2.2	3.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
694	1998	12	19	22	11	11.3	14.563	90.884	6.8	3	0.1	3.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
695	1999	1	9	10	41	55.5	14.533	90.866	6.9	3	0	3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
696	1999	6	30	11	28	53.6	14.532	90.991	7.1	3	0	2.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
697	1999	7	16	20	59	57.5	14.53	90.916	0	4	2.1	3.4	GUA	Depto. de Chimaltenango.
698	1999	8	9	2	8	9.4	14.568	90.879	52.4	6	0.2	3.5	GUA	Depto. de Chimaltenango.
699	1999	10	10	14	41	57.3	14.571	90.88	5.4	4	0	3.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
700	2000	8	25	3	20	58.8	14.543	90.91	180.8	6	0.2	4	GUA	Depto. de Chimaltenango.
701	2001	1	10	3	40	20.5	14.575	90.926	10.7	8	0.1	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
702	2001	7	9	2	12	8.4	14.563	90.875	2	4	0.2	3.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
703	2001	8	22	14	10	23.4	14.611	90.912	50	5	1	3.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
704	2001	10	13	21	6	32.7	14.607	90.998	27.5	4	1	3.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
705	2002	4	14	9	46	26.1	14.524	90.881	25.6	5	0.9	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
706	2002	5	14	5	13	28.9	14.561	90.925	184.1	6	0.2	4.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
707	2003	6	18	7	55	43.3	14.502	90.933	198.8	3	0.3	3.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
708	2003	8	31	13	43	29.4	14.559	90.899	7	4	0.3	2.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
709	2004	8	3	5	25	34.6	14.568	90.943	5.4	4	0.2	3.5	GUA	Depto. de Chimaltenango.
710	2004	8	3	15	39	52.3	14.525	90.994	4.6	8	0.7	4.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
711	2005	3	9	11	2	39.9	14.619	90.88	71.1	3	0	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
712	2005	8	10	17	6	5.0	14.569	90.907	7.7	3	0.1	2.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
713	2005	12	31	13	58	19.9	14.513	90.973	7.9	7	0.5	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
714	2005	12	31	17	45	59.3	14.561	90.953	7	6	0.9	3.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
715	2005	12	31	19	2	13.4	14.551	90.988	8.7	4	0.8	3.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
716	2006	9	4	5	7	42.2	14.604	90.992	11.7	8	0.2	3.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
717	2006	11	27	0	24	9.8	14.618	90.959	14	3	0.2	3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
718	2007	3	13	18	51	8.6	14.6	90.896	4	4	0.5	3.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
719	2007	8	29	22	46	58.5	14.527	90.871	0.5	4	0	3.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
720	2008	1	1	2	42	19.9	14.59	90.868	7	5	0.2	3.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
721	2009	3	4	23	16	5.0	14.587	90.998	200.9	7	0.3	3.7	GUA	Depto. de Chimaltenango.
722	2009	3	20	18	48	34.7	14.513	90.93	30.9	8	0.4	3.4	GUA	Depto. de Chimaltenango.
723	2009	9	29	13	57	28.0	14.609	90.99	129.3	3	0.2	3.5	GUA	Depto. de Chimaltenango.

724	2011	5	19	10	35	15.8	14.587	90.906	1.8	7	0.2	3.1	GUA	Depto. de Chimaltenango.
725	2012	6	5	5	27	40.4	14.496	90.9	191.1	6	0.3	3.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
726	2013	12	8	17	16	16.1	14.581	90.986	6.1	3	0.1	2.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.
727	2014	4	4	9	58	55.7	14.5	90.982	249	6	0.2	3.9	GUA	Depto. de Chimaltenango.
728	2014	8	27	22	36	7.8	14.534	90.981	132.7	4	0.7	3.6	GUA	Depto. de Chimaltenango.
729	2014	10	7	23	16	12.5	14.615	90.932	301.2	4	0	4.2	GUA	Depto. de Chimaltenango.
730	2014	12	30	13	59	55.8	14.504	90.969	17.8	4	0.2	3.3	GUA	Depto. de Chimaltenango.
731	2015	12	20	16	10	45.3	14.511	90.992	112	5	1	3.8	GUA	Depto. de Chimaltenango.

NOTACIÓN

TIEMPO DE ORIGEN: año, mes, día, hora, minuto y segundo en el que ocurrió el evento (restar 6 horas para obtener la hora local).

LAT °N: latitud norte en grados y milésimas de grado.

LONG °W: longitud oeste en grados y milésimas de grado.

PROF: profundidad en kilómetros del evento sísmico en el epicentro.

ST: número de estaciones utilizadas para la localización.

RMS: raíz cuadrada del promedio de la sumatoria de los cuadrados de los residuales.

MAG: magnitud en escala Richter.

AGE: agencia que reporta el evento.

REGIÓN: región en donde se localiza el epicentro respecto de Guatemala.

■ evento reportado sensible.

Fuente: IGN, 2016.

Datos de Lluvia utilizadas en la metodología Estación Alameda ICTA

Cuadro 34A Datos pluviométricos estación Alameda ICTA.

Coordenadas: **Lat. 143802 Long. 904812**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	2.0	0.0	59.9	25.6	82.8	171.9	148.7	149.4	225.4	77.3	44.3	0.7	988.0
2004	0.8	16.5	25.4	11.7	N/D	N/D	N/D	0.0	208.3	137.6	4.8	0.7	405.8
2005	N/D	N/D	0.7	7.0	192.2	462.2	237.9	203.3	187.8	258.2	30.5	2.0	1581.8
2006	12.3	0.0	1.5	60.3	121.1	370.7	175.6	156.4	200.1	136.9	20.5	19.7	1275.1
2007	5.0	0.0	0.8	23.2	86.1	217.4	105.1	170.0	203.2	82.5	1.9	2.8	898.0
2008	0	6.4	0	19.6	101.9	280.4	217.9	188.3	187.9	116.7	N/D	0.1	1119.2
2009	0	0.1	0	13.3	216.4	222.8	141.6	80.9	149.4	30.9	120.3	35.8	1011.5
2010	0	5.5	4.5	59.4	322.3	210.0	183.8	289.5	307.8	60.3	31.2	0	1474.3
2011	0	10.4	8.5	15.8	36.8	148.2	194.3	217.4	106.8	301.3	10	0	1049.5
2012	1.7	11.1	4	49.5	194.1	104.9	81.6	132.5	121.7	84.3	1.9	0	787.3
2013	0.5	0	1.3	2.6	89.0	118.2	129.4	221.6	282.7	264.9	12	9.4	1131.6

Fuente: INSIVUMEH, 2015.

Cuadro 35A Datos pluviométricos estación Balanyá.

Datos de Lluvia utilizadas en la metodología Estación BalanyáCoordenadas: **Lat.** 144112 **Long.** 905455

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	3.6	N/D	N/D	35.5	157.8	280.9	162.0	99.1	385.3	97.9	36.6	0.5	1259.2
2004	3.9	0.0	29.7	33.1	177.5	159.4	685.0	89.6	279.5	156.7	6.9	N/D	1621.3
2005	2.3	0.0	4.4	6.1	127.6	363.1	248.0	183.9	684.2	190.6	14.7	7.6	1832.5
2006	4.8	N/D	N/D	0.0	131.0	438.7	234.5	148.5	231.8	221.9	13.7	9.0	1433.9
2007	14.7	0.0	6.2	56.3	81.5	186.9	142.8	175.4	215.4	133.1	14.9	1.6	1028.8
2008	0.0	0.0	0.0	12.4	56.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	68.4
2009	N	4.6	0.0	10.8	130.8	186.6	103.9	111.4	155.6	59.5	144.2	44.4	951.8
2010	2.4	1.3	1.4	54.8	507.1	315.6	284.9	377.3	284.1	46.4	26.0	2.6	1903.9
2011	0.5	5.3	3.9	11.9	152.0	177.2	176.8	204.0	214.4	325.7	18.5	0.3	1290.5
2012	3.3	2.4	5.2	96.1	210.7	74.2	91.2	177.9	107.8	246.8	7.8	1.0	1024.4
2013	1.7	0.2	23.9	6.2	156.6	174.0	117.2	157.4	219.2	161.3	0.2	17.0	1034.9

Fuente: INSIVUMEH, 2015.



CAPÍTULO III

SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS A LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, EN ALIANZA CON EL PROGRAMA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIDISCIPLINARIO EPSUM-USAC

3.1 PRESENTACIÓN

En este documento se detalla los servicios efectuados, durante el lapso de realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), que ha consistido en su desarrollo en los meses de agosto 2015 a mayo 2016, en la Asociación Sotz'il (Centro para la planificación y desarrollo indígena), ubicado en Colonia San Rafael Zona 2, Chimaltenango.

Los servicios que se han propuesto, se han hecho en base a puntos de referencia con fines investigativos, que son herramientas necesarias para la Asociación Sotz'il, la cual conlleva a un punto de partida para los diferentes productos en cuanto a la planificación del territorio, que vincula actividades de desarrollo. Cada servicio empleado cuenta con un sistema de acción, para lograr objetivos, resultados y conclusiones y/o propuestas, que ha permitido promover el seguimiento de dichos servicios.

Como parte de las actividades realizadas dentro de la Asociación Sotz'il, se ha elaborado como primer servicio una caracterización biofísica, ambiental y social de lo que la institución domina como la "Cadena Volcánica Kaqchikel", la cual se limita principalmente en el asentamiento de la cultura Kaqchikel en Guatemala. Para ello, se ha incentivado en la primera delimitación de trabajo de la institución, utilizando la parte técnica adquirida y las herramientas geográficas necesarias, para establecer un polígono macro de análisis en área de estudio, tomando en cuenta anexo a ello, los límites políticos departamentales, la influencia geográfica laboral de la Asociación Sotz'il y zonas de veda de volcanes como Fuego, Agua, Acatenango y Atitlán. El área constituye un área superficial de 2455.48 kms², donde abarca departamentos como Sacatepéquez, Chimaltenango, una porción del departamento de Guatemala, Escuintla y Sololá.

Partiendo de esto, la ejecución del servicio ha derivado de un trabajo multidisciplinario para hacer la descripción integral que representa el área delimitada. Donde se ha hecho énfasis en aspectos de pobreza, calidad de vida, temas específicos de dinámica forestal y relevancias geográficas. Como parte de esta integración se ha caracterizado aspectos

ambientales como hidrografía, geología, fisiografía, aguas subterráneas, climatología y gestión de riesgos, haciendo las descripciones y herramientas necesarias para su conclusión.

Como segunda medida de acción se ha realizado un protocolo de acciones a establecer para el diagnóstico de calidad de agua, en la cuenca del río xayá, ubicándose”, donde abarca las comunidades importantes principalmente en el municipio de Tecpán, Chimaltenango.

Este servicio ha derivado de una problemática social en dichas comunidades, ya que aquejan, de la perturbación de los cauces aledaños, producto de las acciones empresariales lindantes dentro del área (textileras, rastros, etc...). Por tanto, la institución soz’il al dar apoyo a estas comunidades, y tener una un lazo laboral con la asociación ACAX, y la municipalidad de Tecpán, se ha trabajado en conjunto para dar un punto de referencia de las acciones a implementar que permita la planificación de los sectores empresariales en armonía con las comunidades, utilizando los instrumentos legales necesarios para su ejecución en un mediano plazo.

Y como último servicio, es la capacitación del personal técnico de Sotz’il en el uso de herramientas geográficas, para la implementación en sistemas de planificación y ejecución de proyectos.

3.2 SERVICIO 1. ELABORACION DE MAPAS BIOFÍSICOS Y AMBIENTALES CON SU RESPECTIVA DISCUSIÓN DE LA CADENA VOLCÁNICA KAQCHIKEL (CVK)

3.2.1 OBJETIVOS

3.2.1.1 Objetivo general

Elaborar una investigación del área de influencia de la denominada “Cadena Volcánica Kaqchikel” en términos biofísicos y ambientales, que nos permite dictaminar su estado actual en caracterizaciones específicas.

3.2.1.2 Objetivos específicos

- Delimitar el área geográfica de influencia conocida como Cadena Volcánica Kaqchikel por medio de aspectos culturales y delimitaciones asociativas de trabajo departamentales de la institución.
- Elaborar un mapa geológico, exponiendo los diferentes estratos inherentes al área de estudio, junto con la elaboración de los perfiles geológicos a-a' y b-b'.
- Sistematizar modelos geográficos que expongan amenazas naturales (inundaciones, deslizamientos y sismicidad) junto con vulnerabilidad social (recurrencia a incendios, sequías e inseguridad alimentaria).
- Analizar los registros de precipitación presentes en el área de estudio, estableciendo un modelo cartográfico por medio de isoyetas que refleja el promedio de lámina de lluvia en milímetros anuales.
- Establecer metodología para generar análisis de recarga hídrica dentro el área de estudio.

- Identificar los diferentes tipos de suelos según el estudio de Simmons en la región de estudio.

3.2.2 METODOLOGÍA

3.2.2.1 Planificación y reuniones con el equipo técnico de Sotz'il: Con el fin de establecer los productos y análisis deseados dentro de la institución, se ha procedido a establecer diálogos de trabajo, en el que se ha llegado a acuerdos en cuanto a la delimitación del área de trabajo, a la denominada "Cadena Volcánica Kaqchikel (CVK)". Dichas reuniones han consistido en establecer líneas de acción para su delimitación con el equipo multidisciplinario asignado, a su vez, de tomar en cuenta criterios institucionales para ser aplicados, dentro de las herramientas a utilizar.

Para su realización fueron tomados en cuenta los siguientes parámetros, la cual consiste, en primera instancia, el sentido de pertenencia cultural, precisamente con la kaqchikel, la cual se hace énfasis en el asentamiento de dicha cultura, en lugares característicos. Como segunda medida, es a lo que la institución denomina "Kumatzin", que son las ubicaciones geográficas dentro del área de estudio en la cultura kaqchikel, este término consiste en la representación de los sitios sagrados, la cual para la cosmogonía maya representa la figura del "Kan" (serpiente). Por otro lado también se ha tomado en cuenta los límites políticos de los departamentos como toma de referencia. Y por último, la ubicación del relieve del altiplano guatemalteco, junto con las características de montañas, cerros y volcanes que hacen peculiar esta porción del territorio, junto con las zonas de veda de estas últimas como limítrofe al momento de la delimitación.

El propósito de delimitar dicha área, es reconocer y analizar los aspectos ambientales y caracterizaciones de recursos naturales y sociales. Permitiendo viabilizar el desarrollo,

promoviendo proyectos en dimensiones socio-económicas que se retro-alimente en acciones sustentables y sostenibles hacia los ejes eco-sistemáticos.

3.2.2.2 Información bibliográfica secundaria: Como parte inicial para la integración de los aspectos a analizar, se ha procedido a la recopilación de análisis previos existentes, documentados ó sintetizados geográficamente. Esto nos ha permitido establecer metodologías pertinentes en base a lo último mencionado, a su vez, una discutir técnicamente características para su estudio.

3.2.2.3 Información geográfica para la elaboración de mapas temáticos para análisis: Parte fundamental para la elaboración de dicha caracterización es la síntesis de la recopilación obtenida. Para ello, se ha elaborado mapas geográficos que exponen características pertinentes al área de evaluar según sus clasificaciones técnicas que estas injieren, por tanto esta herramienta consta, en primera medida, de la ubicación del área, y la aplicación de los sistemas de información geográfica que fueron obtenidas en instituciones ya sean públicas o privadas. Para ello se ha obtenido el apoyo de las siguientes instituciones: Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Nacional de Sismología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Instituto Nacional de Bosques (INAB), Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Ministerio de Agricultura y Alimentación (MAGA), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y Universidad del Valle de Guatemala (UVG), la cual ha servido de base para modelar metodologías geográficas. Con las cuales se ha realizado los siguientes mapas:

- Mapa de Vulnerabilidad a Inseguridad alimentaria. (INE, 2002).
- Mapa de Pendientes. (Elaboración propia, 2015).
- Mapa de Geología. (IGN, 2002).
- Perfiles Geológicos. (Elaboración propia, 2015).
- Mapa de Precipitación. (INSIVUMEH, 2015).
- Mapa de Probabilidad a Inundaciones. (CONRED, 2013).
- Mapa de Recarga Hídrica. (Elaboración propia, 2015).
- Mapa de Vulnerabilidad de Sequías. (INAB, 2008).

- Mapa de Suelos. (MAGA, 2005).
- Mapa de Zonas de Vida. (IGN, 2002).
- Mapa de Zonas Sísmicas. (CONRED, 2013).
- Mapa de Deslizamientos. (CONRED, 2013).
- Mapa Fisiográfico. (Elaboración propia, 2015).
- Mapa Geomorfológico. (Elaboración propia, 2015).

3.2.3 RESULTADOS

Los productos realizados consisten principalmente en la elaboración de mapas geográficos correspondientes al tema a evaluar, juntamente con el enunciado técnico, nombrando y exponiendo sus principales características. Ante el tratado de confidencialidad del presente documento por parte de la institución, se menciona los resultados fundamentales y básicos por cada tema a analizar

3.2.3.1 Delimitación y área de influencia de la Cadena Volcánica Kaqchikel.

Como parte de lo anteriormente citado en el presente documento, es importante mencionar la función institucional con el equipo multidisciplinario de EPS para la delimitación real de trabajo, estableciendo un polígono de forma geográfica, que permite el punto de partida para los análisis temáticos competentes en el estudio final. Las bases que se han tomado en cuenta para realizar dicha delimitación son de índole geopolítico, social y cultural, obteniendo un área total de 2,455.48 kms², con un perímetro de delimitación de 282 kms. Posterior a ello, se ha elaborado un mapa base que consta de poder observar, centros poblados, caminos principales y secundarios, curvas a nivel, ríos y zonas urbanas.

3.2.3.2 Análisis de Geología en la Cadena Volcánica Kaqchikel.

Para el análisis de Geología, se ha determinado por medio de los criterios geológicos cartográficos presentes en territorio guatemalteco, de la cual se ha dispuesto de hojas geológicas a semi-detalle (1:50,000), así como de un mapa geológico a escala general (1:100,000). De acuerdo a la anterior síntesis, se ha observado 6 estratos geológicos predominantes en el área. Aluvión (Qa), en arrastre de sedimentos en riberas de ríos, piroclastos de pómez (Qp), dispersos en valles y en la parte superior de conos volcánicos, (Qv) como roca volcánica cuaternaria traducido en coladas de lava, y en dispuestas en forma antigua del terciario (Tv), Intrusivos como roca plutónica (I) y como un basamento, de estratos más antiguos como la caliza (Ksd).

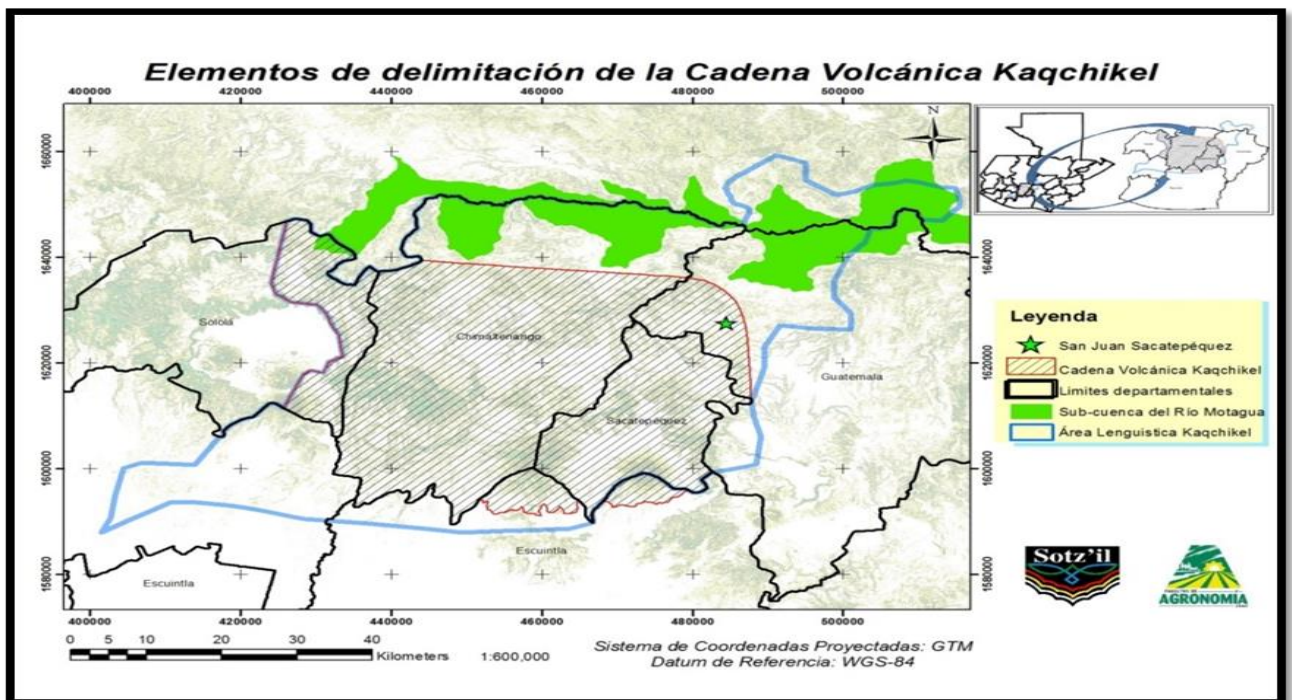


Figura 41. Delimitación de la CVK.

3.2.3.2.1 Perfiles Geológicos:

En base a lo antes descrito, se ha realizado dos perfiles geológicos con simbología de a-a' y de b-b' con orientaciones SurEste para ambas. Elaborando en principio los perfiles topográficos, de la modelación fisiográfica dentro del corte pauta, y estableciendo la disposición de cada estrato en el terreno, como principio fundamental es la parte de arrastre (Aluviones) como formaciones recientes, seguido por los materiales piroclásticos de pómez (Qp) en los valles en los cuales se ha asentado, de forma más consistente de materiales de coladas de lava se encuentran andesitas, riolitas y dacitas como estratos inferiores, interviniendo en intrusiones consolidadas magmáticas rocas plutónicas tales como el granito y diorita, y por último el basamento más antiguo de esta área que son calizas, siendo evidentes algunos afloramientos en la parte norte del área de estudio, este estrato data del período Cretácico.

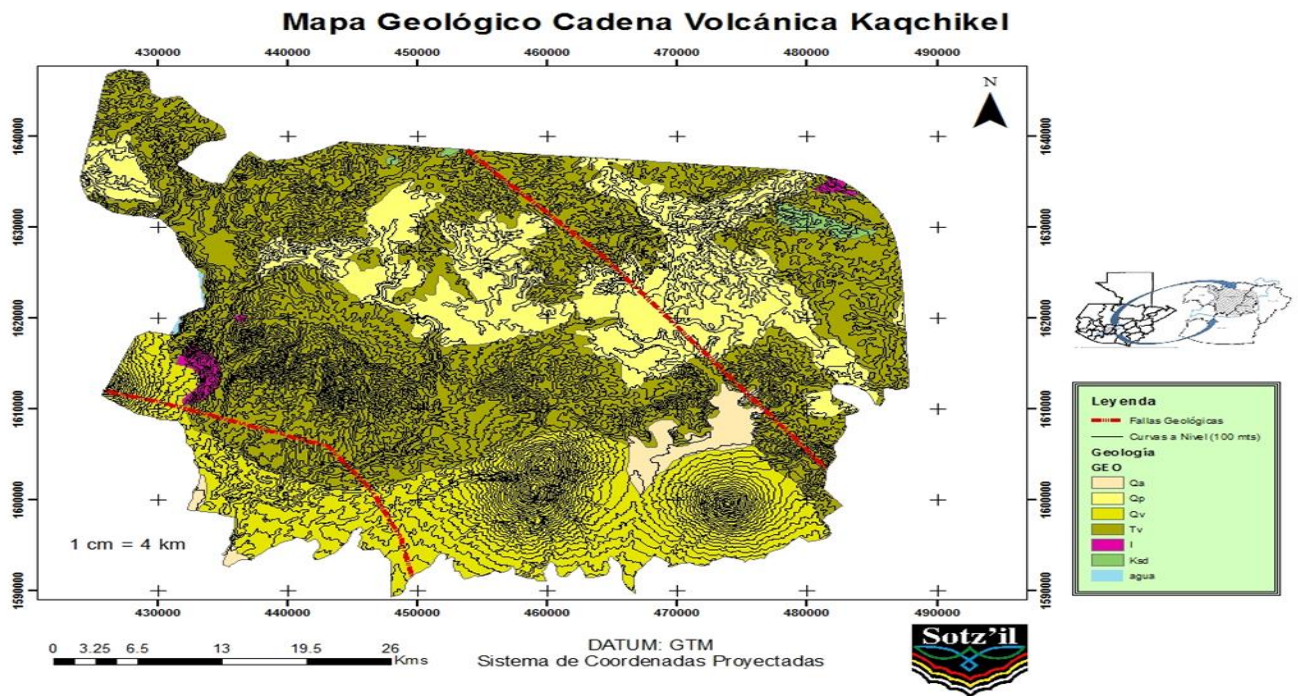


Figura 42. Mapa geológico de la CVK.

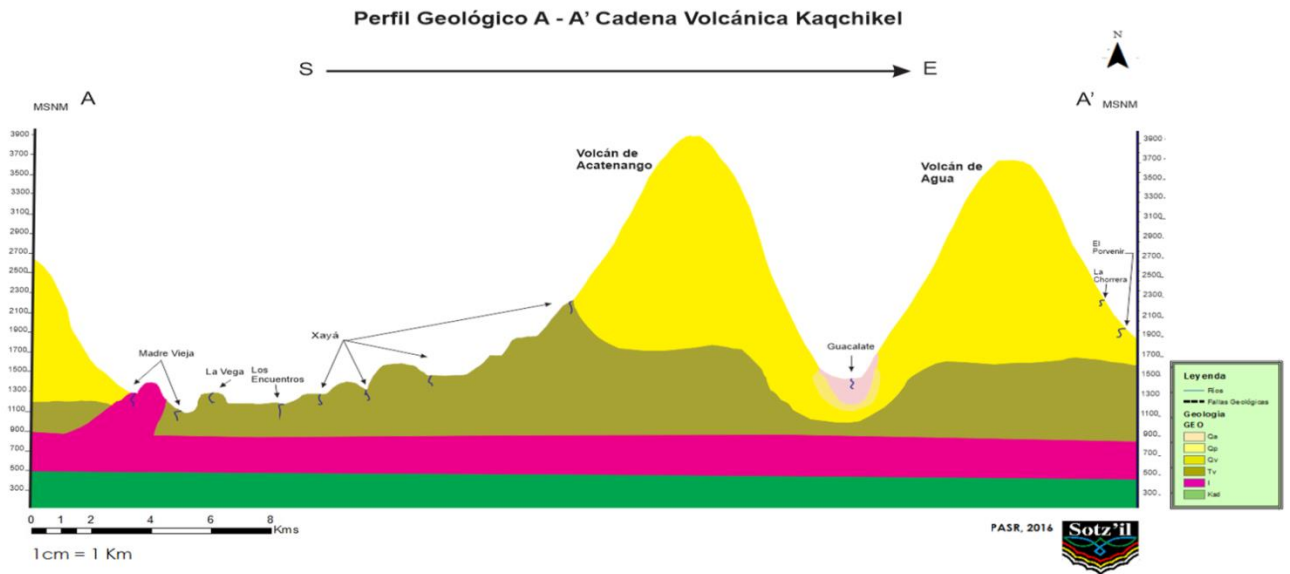


Figura 43. Perfil geológico A-A' de la CVK.

3.2.3.3 Análisis de Riesgos Naturales, Ambientales y Sociales en la Cadena Volcánica Kaqchikel:

En el análisis de riesgos naturales (deslizamientos, inundaciones y sismicidad), puede ser traducido a la aparición de amenazas dentro del área delimitada, para ello se ha tomado en cuenta información secundaria, que se ha sintetizado en mapas geográficos, en algunos casos se ha realizado modelamientos que ha dejado un producto final en cuanto a la exposición de la amenaza natural. Para el caso de los riesgos sociales se ha analizado la vulnerabilidad a la seguridad alimentaria, la cual, esta información deriva de registros de población en conjunto con tasas de desnutrición. Por otra parte riesgos ambientales climatológicos como sequías, en función de las acciones antropogénicas que estas puedan derivar en siniestros como los incendios forestales.

3.2.3.3.1 *Deslizamientos:*

Para el análisis de deslizamientos se ha realizado un modelamiento geográfico utilizando factores como la pendiente, geología, cobertura y la conflictividad de uso de la tierra. La cual se ha manifestado de forma cualitativa en injerencia de alta, media y baja amenaza. La cual se ha ubicado en relieves escarpados de alta ladera ya sea cóncavo o convexo, áreas de alta amenaza. Seguidamente de ello terrazas onduladas o planas áreas de mediana amenaza. Y por último valles o planicies, áreas de baja amenaza.

3.2.3.3.2 *Inundaciones:*

Para el tema de inundaciones se ha utilizado datos estadísticos de CONRED, en conjunto con el INSIVUMEH, que han establecido modelos de eventos en función de la estadística probabilística de ocurrencia, para ello, se ha tomado en cuenta la exposición en áreas de cuencas significativas, expresados en porcentaje de probabilidad ante un evento extremo de precipitación, para tales cuencas, como un alta probabilidad tenemos en un rango de 80%-90% (probabilidad alta de ocurrencia), las cuencas de los ríos María Linda, Coyolate, Nahualate , Motagua y Achiguate. En temas de menor ocurrencia con un rango de

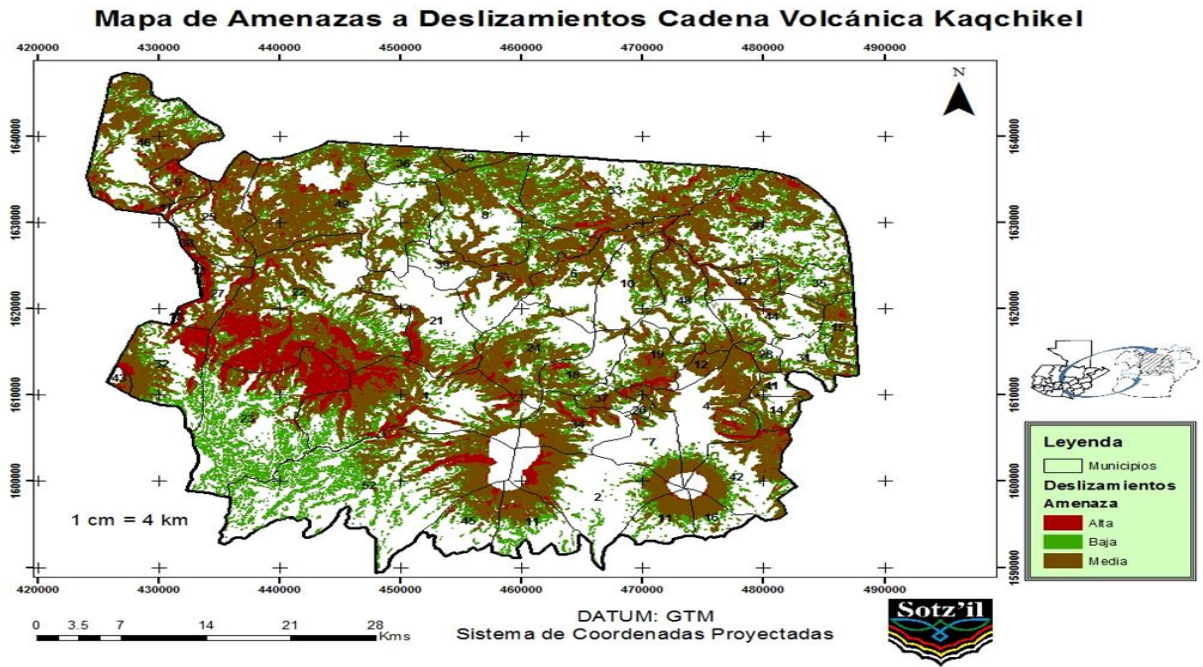


Figura 44. Mapa de deslizamientos de la CVK.

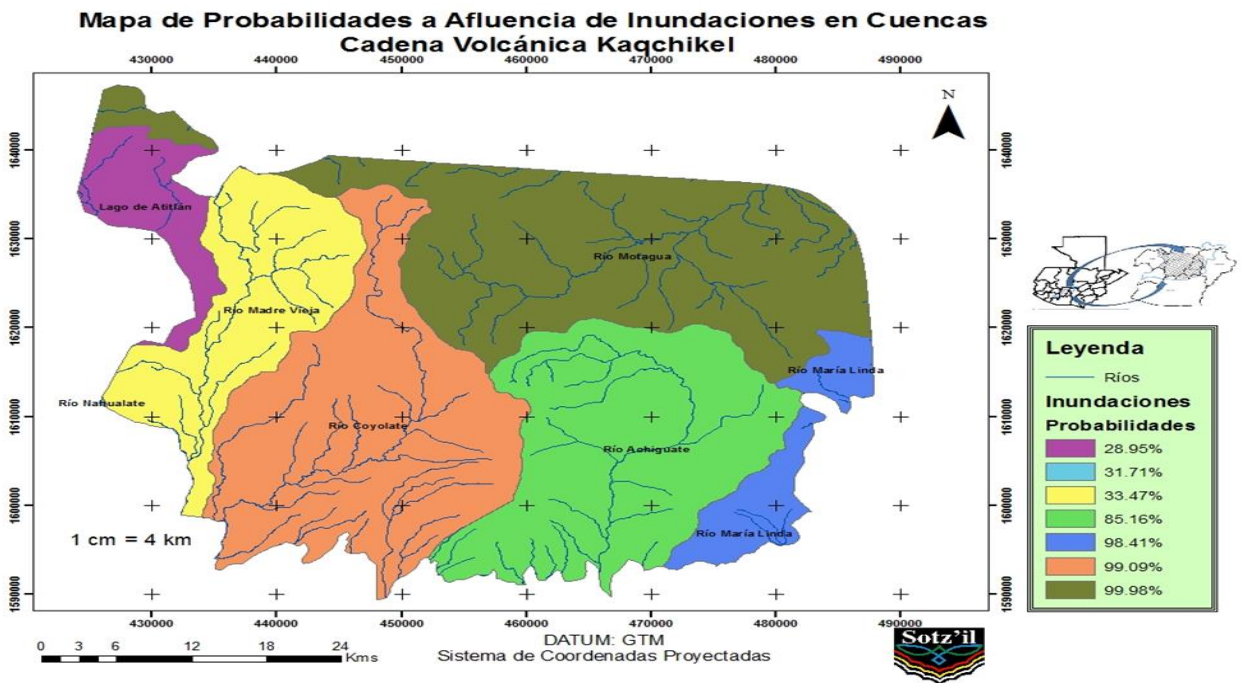


Figura 45. Mapa de probabilidades a inundaciones en cuencas de la CVK.

0 – 40%, se encuentra las cuencas del río Madre Vieja y el Lago de Atitlán. Obviamente se ha tomado el área de la cuenca completa como tal, en jurisdicción del área de estudio.

3.2.3.3 Sismicidad:

En el factor de sismicidad, se ha utilizado los puntos sísmicos registrados en el INSIVUMEH, en base a los datos monitoreados de los últimos 10 años. Con esto se ha modelado de forma geográfica una modelación de la intensidad sísmica en el área de estudio, la cual se ha expuesto de forma cualitativa, caracterizando dos clasificaciones como elevado en la parte sur de la cadena volcánica kaqchikel y moderado en la parte norte.

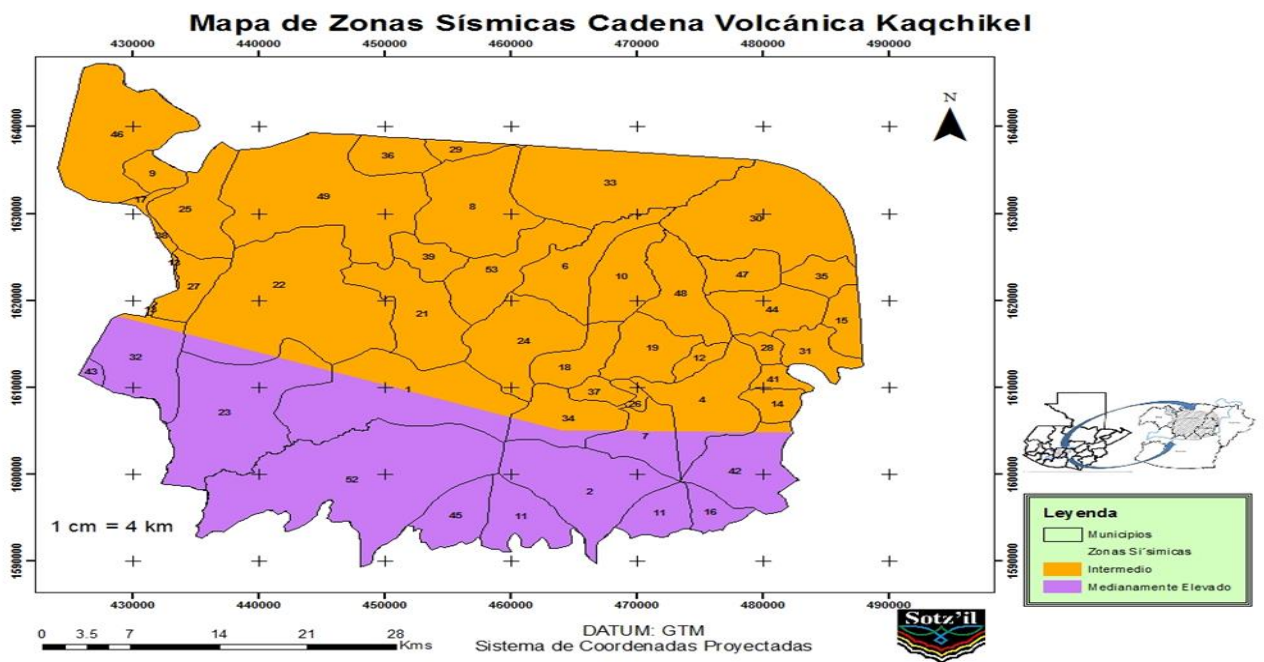


Figura 46. Mapa de susceptibilidad de sismicidad de la CVK.

3.2.3.3.4 Vulnerabilidad alimentaria:

En el análisis de vulnerabilidad alimentaria, se ha hecho en base a los registros de calidad de vida municipal monitoreado por el INE, donde se ha tomado factores de cuantificación de registros de pacientes que presentan cuadros de desnutrición, la tasa de ingresos familiares y la accesibilidad comercial dentro del área, para la clasificación de todas estas variables se ha expuestos criterios cualitativos como alta, media y baja vulnerabilidad. Siendo los municipios de alta vulnerabilidad Sololá, Concepción, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó, Tecpán, Acatenango, Patzún, Santa Apolonia, San José Poaquil y Comalapa.

3.2.3.3.5 Sequías y Recurrencia a Incendios:

Para el análisis de sequías y recurrencia a incendios, se ha obtenido información del monitoreo climático, tanto de la radiación solar, como la temperatura, la cual, se ha interpretado bajo dos factores. Una de ellas es la presencia de sequías en duración de meses, vinculados a la recurrencia de incendios en registros de los últimos 10 años, la cual se hace referencia a la etapa máxima de sequías de lapsos de 9 – 10 meses en la parte norte del área de estudio y en injerencia directa a una recurrencia alta de incendios en un 90% de la totalidad del área. Se vincula los factores de sequías e incendios, por ser características altamente vinculantes para la aparición de este tipo de escenarios, a su vez que complementan el retraso del dinamismo de la producción agrícola en temas de vulnerabilidad alimentaria.

3.2.3.4 Análisis de precipitación de la cadena volcánica kaqchikel:

Para el tema del análisis de precipitación se ha necesitado los registros que son monitoreados por el INSIVUMEH, las cuales las estaciones meteorológicas funcionales utilizadas para dicho estudio, son Balanyá, Alameda ICTA, El Capitán y El Platanar, en la que se ha triangulado según sus registros anuales, y por medio de la triangulación, se ha logrado modelar isoyetas con representación del promedio de la lámina acumulada anual

en mm. Los valores son bastante dispersos, por ejemplo en la parte sur del área de estudio los valores oscilan entre valores de 1800 – 4000 mm/añual, en cambio para la parte norte los rangos se estiman 800 – 1400 mm/añual. Esto se deriva por la disposición de los vientos alisios con los contralisios, que están más concentrados al sur, por dinámica orogénica.

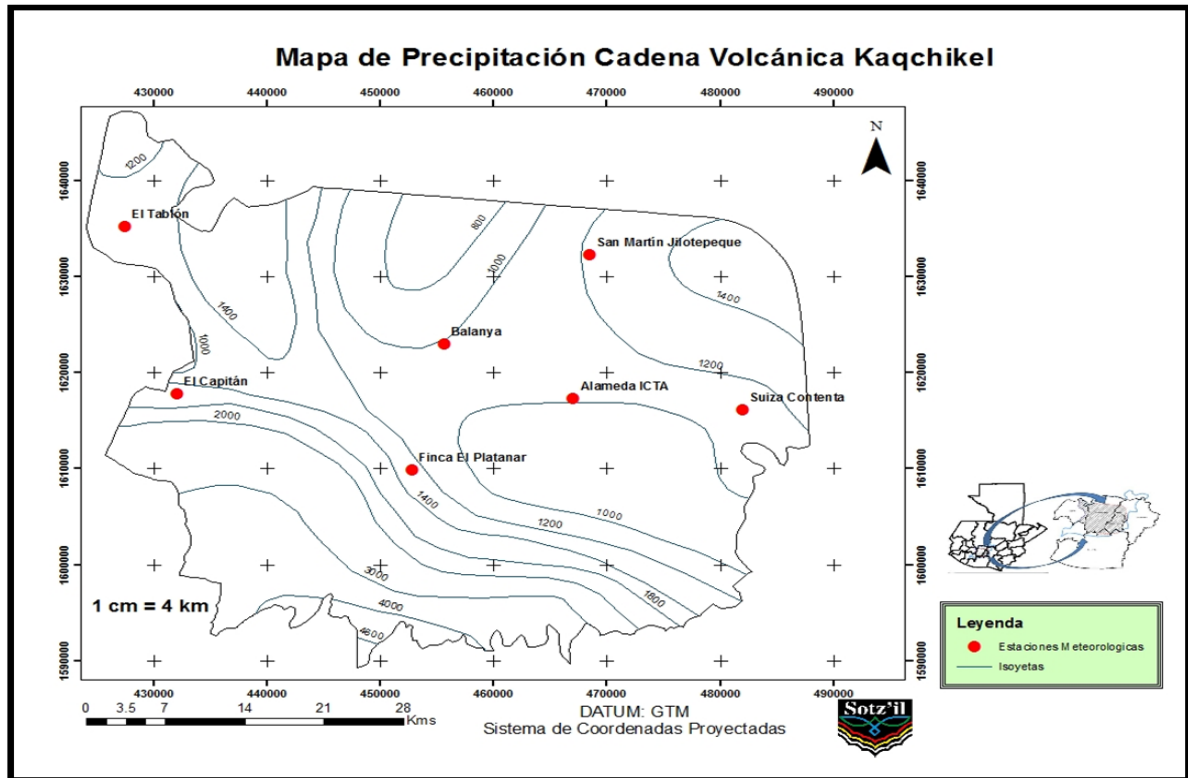


Figura 47. Mapa de isoyetas de la CVK.

3.2.3.5 Análisis de recarga hídrica de la cadena volcánica kaqchikel:

Para la sistematización de la recarga hídrica, fue necesario utilizar la metodología de ADINAM, donde reúne los factores geológicos, de suelos, cobertura y pendiente, estableciendo caracterizaciones cualitativas de alta, media y baja recarga hídrica. Para la aplicación de esta metodología en el área de estudio, tenemos que la mayoría del área representa una moderada intensidad de recarga, siendo muy baja en área de asentamiento urbano y altos en zonas de veda de volcanes y áreas de amortiguamiento.

3.2.3.6 Análisis de suelo de la cadena volcánica kaqchikel:

En el estudio de suelos es importante mencionar, la disposición de la serie pedológica que corresponden al área de estudio, la cual se tiene alrededor de 33 serie de suelos presentes en el lugar, en la que de forma mayoritaria se expone la serie de suelos Alotenango (Al), Cauqué (Cq), Guatemala fase pendiente (Gtp) y Tecpán (Tc). La generalidad de estos suelos, es de poseer buenas características físicas para su aprovechamiento (plasticidad, drenaje, textura, etc.) y ser una buena fuente para el aporte de nutrientes que engloba el contexto macro y micro en su disposición.

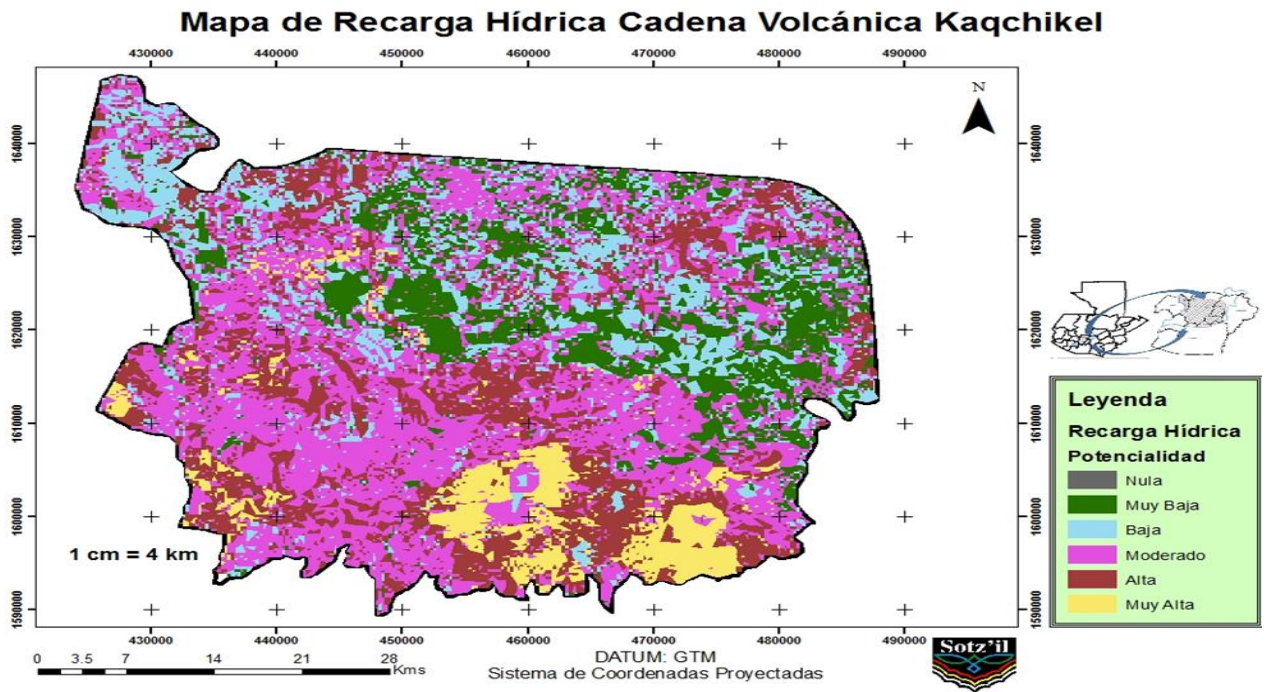


Figura 48. Mapa de recarga hídrica de la CVK.

3.2.4 EVALUACIÓN

Como parte de la planificación y establecimiento de proyectos de la Asociación Sotz'il se ha propuesto como primera medida la delimitación real del área de influencia real dentro la injerencia laboral de acción teniendo un área total de 2455.48 km², donde abarca los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez y porciones de superficie de Guatemala, Sololá y Escuintla.

El análisis geológico, nos ha mostrado una correlación de estratos volcánicos de diferente naturaleza de formación, en los estratos superiores son derivados de explosiones volcánicas y seguidas de ellos estratos formadas por coladas de lava. Esta manifestación geológica está vinculante con los cuerpos volcánicos presentes en el área de estudio. Aunado a esto es importante recalcar el paso de dos fallas regionales, la cual provoca fracturas internas que particularmente hacen de esta área un buen almacenador de agua subterránea, que al relacionar factores anexos tales como buena cobertura, la infiltración de suelo y el relieve, hacen como producto, un positivo alcance a la situación hídrica para su aprovechamiento, siempre y cuando hayan planes de desarrollo para su conservación y manejo. En relación a la geología, cabe recalcar, que es un factor básico para la formación de suelos, dándoles características de textura, pedregosidad, drenaje y permeabilidad con aporte mineralógicos importantes, al mismo tiempo de su intercambio de nutrientes. Estos suelos de origen volcánico tienen propiedades altas de fertilidad, que pueden ser aprovechadas para producción agrícola. Para ello es importante contar con la sectorización adecuada que permita planificar de mejor forma las actividades de una población, y regule la regeneración de dichos suelos y al mismo tiempo, no perturbar áreas que genere conflictividad ecosistémica.

En el tema de análisis de riesgos naturales, sociales y ambientales, es importante tomar en cuenta las partes que evidencian problemas de amenazas. En el caso de deslizamientos son recurrentes en partes altas donde la fisiografía denota un escarpe y la pendiente es alta. Por otro lado las inundaciones en el sector son expuestas en la parte costera del área de estudio, tomando en cuenta, cuencas que han registrado daño en los últimos años, mediante

de estudios de probabilidades, siendo áreas de alto drenaje aportado por ramificaciones secundarias y la gravedad, auspiciada por el relieve circundante. En el caso de la sismicidad, la totalidad del área se expone en una intermedia intensidad de recurrencia, siendo la parte sur (lindante al sistema volcánico), los lugares donde se han registrado la mayoría. En factores ambientales las sequías se han registrado en la parte norte, derivado a las corrientes de viento desfavorables para ese sector, extendiéndose en un periodo de tiempo de hasta 9 meses, caso contrario que en la parte sur donde es recurrente. Esto va relacionado con el factor de lluvia que en temas de intensidad la parte norte registra datos de lámina anual en un rango de 800 – 1400mm. En cambio la parte sur registra un rango de 1400 – 4000 mm. Esto explica la dinámica social en actividades agrícolas y de acceso a los recursos naturales/ambientales para la seguridad alimentaria, al no existir medidas de mitigación que permita acciones contingentes en función del desarrollo poblacional.

3.3 SERVICIO 2. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE TRABAJO PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO XAYÁ.

3.3.1 OBJETIVOS

3.3.1.1 Objetivo general

- Elaborar una metodología en términos cualitativos, describiendo los principales factores para la determinación de calidad de aguas en la microcuenca del río Xayá.

3.3.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los actores involucrados en la problemática de la contaminación de aguas superficiales de la microcuenca del río Xayá.
-
- Describir los factores que permiten la evaluación de la calidad de aguas superficiales en la microcuenca del río Xayá.
- Describir propuestas mitigantes para la gestión del uso hídrico y el tratamiento de aguas residuales empresariales dentro de la microcuenca del río Xayá.

3.3.2 METODOLOGÍA

3.3.2.1 Fase de Campo: Diálogo con actores y participación en reuniones discutiendo la problemática de la contaminación de agua, en la microcuenca del río Xayá: De acuerdo a establecer una armonía dentro de la comunidad, y una relación de trabajo inicial, ha sido importante el involucramiento de las partes interesadas para conocer la reseña histórica del problema expuesto, por tanto, se ha contemplado la convivencia con la comunidad, en apoyo con las asociaciones que brindan soporte para el desarrollo. Estas reuniones se han realizado con el fin de planificar actividades para el monitoreo de aguas superficiales dentro de la microcuenca, al mismo tiempo, exponiendo los productos y/o aportes esperados dentro el contexto de organización.

3.3.2.2 Reconocimiento del área total de la microcuenca: Para poder establecer las medidas de acción de trabajo, ha sido de suma importancia el poder concretar recorridos dentro de la cuenca, de la cual, ha consistido en observar el punto de aforo, observar algunos ramales de afluencia que alimentan el cauce natural, algunas actividades que derivan propiamente de la cuenca en función del recurso hídrico, el avistamiento de las fuentes contaminantes y el sistema funcional de la cuenca, en relación a la situación hídrica. Para ello ha sido importante georreferenciar algunos puntos importantes, para el análisis de ubicación del área y fotos que demuestran algunas situaciones relevantes que sustente la documentación de dicho estudio.

3.3.2.3 Fase de gabinete Final: La idea principal y fundamental desde un inicio del plan de trabajo, ha sido la integralidad del estudio, la cual, contaba con datos cuantificados de los parámetros a evaluar en el contexto de calidad de aguas, exponiendo así los análisis técnicos correspondientes y establecer propuestas en base a lo antes mencionado. Pero por limitantes de tiempo de pasantía, presupuestos y conflictividad de algunos comunitarios, el plan de trabajo se ha limitado a un protocolo de investigación, donde se ha dictaminado los parámetros a evaluar, una descripción de cada uno de ellos, y visitas de charla ambiental, que contempla la ejecución de presentaciones, la cual se ha expuesto fotos de

los recorridos que se han realizado dentro de la microcuenca, mapas de delimitación, mapas donde se ha mostrado los puntos para realizar las tomas de agua para su análisis, capacitación para la correcta colección de tomas de agua, pláticas de educación ambiental y el contexto de la microcuenca del río xayá. Finalmente, con todas las variables sintetizadas, se ha hecho entrega del documento con su presentación, respectiva, contando con los actores afines al apoyo de la investigación.

3.3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para poder implementar el plan de trabajo, se ha basado en la metodología del manual de manejo de cuencas y establece que, para el recurso hídrico en relación directa con la calidad de agua, contempla los parámetros siguientes como:

- Comunicación con los actores involucrados en la problemática
- Calidad bacteriológica de agua
- Calidad Química de agua
- Calidad Física de agua
- Disponibilidad de agua (cantidad)
- Zonificación o establecimientos de focos contaminantes de agua de la microcuenca del río Xayá.
- Análisis de contaminación del recurso hídrico

3.3.3.1 Comunicación con los actores involucrados en la problemática

La socialización ha sido fundamental para el inicio de las actividades a realizar dentro de la microcuenca, es importante establecer un punto de partida acerca de los usos antropogénicos del recurso hídrico, síntomas o puntos de enfermedades que afecten la salud de las personas, y las interacciones que provoca la contaminación hídrica en las comunidades o el grupo de personas que tienen un uso directo con este río. Por otro lado, el fortalecimiento de los grupos que se encarga en el cuidado y conservación de la microcuenca y el modo cooperativo con el cual se logre establecer un nexo para intercambiar aspectos técnicos de importancia, en relación a esto la participación social hace de esta evaluación un conjunto integral que contempla el aspecto social y ambiental. Para poder establecer esta relación se ha contado con la participación de:

- Asociación Civil Ambiental Xayá (ACAX)
- Asociación Sotz'il
- Vecinos comunales afectados por la contaminación.



Figura 49. Fotografía de reunión con integrantes de ACAX-Sotz'il.

3.3.3.2 Calidad Bacteriológica de agua

Los datos cualitativos que en representación se obtienen del evalúo bacteriológico del agua generalmente indica la calidad del agua en cuanto al consumo humano, recreación o uso para agricultura. Por tanto, los microorganismos es un índice del tipo de agua que se tiene acceso. Las bacterias presentes de tipo coliforme son las que usualmente se determinan, la cual, los valores que nos arroja este análisis, son principalmente comparadas con valores estándares que provienen generalmente en área que no ha sido manipulada por el hombre o donde la participación del mismo ha sido limitada. Dentro de las bacterias que son detectables usualmente se mencionan las siguientes: bacterias coliformes, kribrellas, coliformes fecales y estreptococos fecales. La presencia que tenga de las antes mencionadas, demostraran las condiciones físicas de la microcuenca y el grado de responsabilidad de la planificación de las actividades antropogénicas. La frecuencia del

muestreo dependerá de las necesidades, alcance del estudio y de las disponibilidades económicas.

3.3.3.3 Calidad Química del agua

La naturaleza de las corrientes de agua son sistemas que se determinan por el drenado a la misma y la interacción directa con otros tipos de corrientes, partiendo de este principio, corrientes naturales arrastran elementos o partículas donde ha tenido paso ya que este recurso es un solvente natural. Las aguas pueden poseer sustancias y elementos característicos contaminantes, y determinar su calidad química será base a si estas sustancias son o no perjudicial para los propósitos, proyectos o más importante aún la calidad de vida de las personas aledañas a la microcuenca.

Dentro de los principales elementos que contaminan las fuentes de agua están los siguientes: calcio, fósforo, azufre, sodio, potasio, magnesio, etc. Dentro de estos análisis que se efectúan en los laboratorios está el parámetro de demanda bioquímica y química de oxígeno, que dan un índice de probabilidad del desarrollo de vida dentro del río. Se menciona también que en cuanto a la calidad química existen varios análisis posibles y métodos disponibles de acuerdo a la naturaleza del agente contaminante. La contaminación del agua en sus aspectos químicos también se hace el análisis desde el origen que da lugar estos efectos. La contaminación del agua en sus aspectos químicos también debe considerar las condiciones de sitios naturales que en algunos casos vierten o son de materiales que alteran las características. El muestreo del agua desde el punto de vista químico también se realiza de acuerdo a las disponibilidades económicas del proyecto, así como también del alcance del estudio a realizar y de las necesidades que se tengan.

3.3.3.4 Calidad Física del Agua

Como calidad física del agua se pueden dictaminar 2 parámetros que detallan las principales características dentro de este estudio.

La calidad física del agua está determinada principalmente por las características de sólidos en suspensión y características organolépticas.

- *Sólidos en Suspensión:* Estos son conocidos por sedimentos, y estos pueden clasificarse como arenas, gravas o restos orgánicos. Es importante conocer la concentración de los sólidos en suspensión en el agua, ya que la presencia de coloides nos permite conocer la turbiedad y los agentes involucrados en las actividades que han alterado la naturaleza física del agua. Para efectuar la medición se hará por medio de probetas graduadas y midiendo directamente el volumen ocupado por los sedimentos y relacionarlo al volumen total ocupado por la muestra. En otras situaciones será necesario separar los sedimentos mediante la evaporación del agua y pesar posteriormente los sedimentos y referirlos posteriormente al peso total de la muestra. La frecuencia de la toma de las muestras va a depender de las necesidades, y las disponibilidades económicas y de cualquier otro tipo de factor que determine la necesidad del conocimiento de la concentración de los mismos.
- *Características organolépticas:* Básicamente se refieren a las características que injieren en estética y aspecto. Para ello es importante la utilización de nuestros sentidos, dentro de estos se consideran los siguientes análisis tales como: color, sabor, olor, incluso gusto. Estas características se relacionan con ciertas sustancias integrantes del agua que representa contaminación por su paso en algunas áreas que representa potencial amenaza que altere su calidad derivado de las actividades que injieren en la dinámica hídrica, en algunas ocasiones la calidad de agua no representa un peligro secuencial para las personas pero si muchas veces puede

causar un impresión de apariencia no agradable que también puede considerarse un problema.

3.3.3.5 Disponibilidad de Agua

La disponibilidad de agua también es un indicador de la disposición de agua y su variación en el tiempo, principalmente porque este tiene relación a la disminución o aumento de la cantidad de agua en relación a las actividades que se utiliza para su aprovechamiento.



Figura 50. Fotografía de contaminación visual de textileras en río Xayá.

Como condición ambiental, la disposición del recurso hídrico es de suma importancia para su captación y frecuencia ante las personas usuarias, ya que contempla la integralidad en el uso del recurso y su aprovechamiento equitativo, como también aspectos que relaciona la biodiversidad acuática y todo el ecosistema equilibrado dentro de la microcuenca del Xayá, por lo tanto, interesa datos como caudales característicos como caudal de estiaje, caudal máximo, caudal mínimo y el caudal ecológico. Dentro de ese análisis también toma en cuenta el comportamiento de escurrimiento, para ello la metodología consiste en

diferentes procesos de aforos de caudales que puede aplicarse dos específicamente, como el método del molinete y de sección transversal por medio de la ecuación de manning, en caso de tener como limitante el tiempo se empleará el método de flotador. La fórmula general del caudal es $Q = \text{Área} \cdot \text{Volumen}$, teniendo como factores determinantes las dimensiones del río, velocidades, pendiente, áreas, precipitación, etc. En los proyectos que ya están haciendo uso del agua, el conocimiento del comportamiento de la misma en la cuenca nos permitirá también planificar y racionalizar su uso.

3.3.3.6 Zonificación o establecimientos de focos contaminantes de agua en la microcuenca del Río Xayá

Para la evaluación ambiental de la microcuenca del río Xayá es necesario el poder identificar los principales focos contaminantes, el cual, es importante priorizar y focalizar con el objetivo de mitigar procesos que ocasionan una potencial alteración a la calidad de agua del río, por tanto para zonificar y establecer es necesario recorrer integralmente la cuenca y posteriormente georreferenciar las ramificaciones hídricas y las redes que abastece el cauce principal, dentro de esto, el producto final tendrá como un objetivo primordial: la delimitación de la cuenca y al mismo tiempo la ubicación en un mapa de las zonas críticas que tienen exposición con un grado potencial de contaminación, estas exposiciones y puntos de referenciación se harán a base de sistemas de información geográficas utilizando un sistema de coordenadas afín a la zona y softwares que nos permita interpretar los datos analizados dentro del marco mencionado anteriormente, como por ejemplo estado físico, químico y microbiológico, el origen de tal situación, factores directamente relacionados y propuestas de mitigación para cada sector de la cuenca. Al mismo tiempo nos ha permitido establecer la recurrencia o la ubicación de tomas de muestreo de agua que posteriormente se analizará en un laboratorio.

3.3.3.7 Análisis de contaminación del recurso hídrico

Para cada evaluación de las características que se desea realizar se necesita saber la disposición actual, tanto como los análisis físico-químicos y microbiológicos como también en cantidad, todas estas relaciones y estas variables es un conjunto del comportamiento hídrico de la microcuenca del río Xayá. Partiendo y recolectando cada parámetro a analizar permite tener un panorama general de lo que sucede en el recurso hídrico y sus posteriores propuestas. Dentro de las zonificaciones se tendrá una propuesta previamente analizada de cómo se podría actuar en relación a los fines de la asociación y adecuarlo hacia una integralidad del sistema que injieren en la microcuenca, dentro de este tema se expondrá ante dirigentes de la junta de ACAX y evaluar propuestas que se acomodaría según su zonificación y los factores involucrados.



Figura 51. Fotografía que evidencia la contaminación ambiental del río Xayá.

3.3.4 EVALUACIÓN

En la microcuenca del río Xayá, el área actual es de 261 kms², uno de los principales problemas es la contaminación de actividades industriales aledañas, que por medio de recorridos y visitas se ha constatado que las empresas textiles y de productos cárnicos (rastros), tienen una importante injerencia ante la perturbación de las áreas. Aunado a esto, la falta de planificación ante el drenaje de aguas negras domiciliarias, hacen de estos cauces, un potencial peligro en exposición a la salud de las personas.

Derivado de esta problemática, asociaciones como Sotz'il y ACAX, reúnen esfuerzos iniciales para poder contrarrestar y mitigar, la situación hídrica actual, en promoción del desarrollo de comunidades aledañas.

Para ello la metodología expuesta anteriormente, es tomada como un punto de referencia, que les permitirá hacer acciones posteriores en el acompañamiento de la gestión hídrica del agua, hacia una planificación en costos, procedimientos y resultados esperados. Todas estas variables fueron expuestas en reuniones y visitas correspondientes, donde se ha explicado descripciones generales técnicas en conformación de la cuenca, agua, análisis de calidad química y física, educación ambiental y propuestas a considerar para el manejo hídrico.

Cada parámetro en propuesta de evaluar dentro del sistema de aguas superficiales, ha considerado los límites cualitativos de análisis, como principales agentes a observar, dentro del dictamen de los resultados que permiten conocer el estado actual hídrico, de los cauces importantes o que presentan problemas de contaminación en la microcuenca del río Xayá.

3.3.5 RECOMENDACIONES

Para la microcuenca del río Xayá es importante adecuar proyectos de conservación, agua potable y de monitoreo ambiental. Para poder mitigar el tema de contaminación de aguas dentro de la microcuenca, es importante reunir esfuerzos hacia la integralidad, donde se pueda mediar la conciencia ambiental en los sectores involucrados (autoridades municipales, asociaciones, comunidad e industria), utilizando las herramientas legales necesarias, y el sentido de la planificación. Aunado a esto, es sustancial el acompañamiento técnico para el manejo integrado de cuencas, donde mantenga en equilibrio y regulación el desarrollo comunal en vínculo con los recursos naturales que esta pueda ofrecer. Este protocolo de investigación da pauta a una fase inicial de organización para actividades que se pueden desarrollar, en tema de conservación y protección de las dimensiones garantes del desarrollo.

3.4 SERVICIO 3. CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DE SISTEMAS INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL

3.4.1 OBJETIVOS:

3.4.1.1 Objetivo general

- Capacitar al personal de Sotz'il en el área técnica, mediante el uso de los sistemas de información geográfica.

3.4.1.2 Objetivos específicos

- Explicar los sistemas de información geográfica y la importancia de su uso.
- Aplicar la funcionalidad de los sistemas de información geográfica.

3.4.2 METODOLOGÍA:

3.4.2.1 Preparación de curso: Como parte de la planificación en la institución, es la preparación de cada tema relacionado al uso de los sistemas de información geográfica, que consiste en este caso 2 horas semanales, donde particularmente se utilizó una hora, para explicar la teoría y el resto, en prácticas conceptuales, para el efecto se empleó el software QGIS 3.2.3.

3.4.2.2 Sistematización del curso: Para la aplicación de los sistemas de información geográfica, se ha utilizado un salón, que consistía en proyecciones de diapositivas preparadas para la explicación teórica de los temas a abordar, junto con materiales de información necesarias para proyectar modelos.

3.4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la capacitación se ha tomado en cuenta temas importantes tales como:

- Uso del GPS.
- Instalación del software Qgis 3.2.3.
- Georeferenciación.
- Manejo de sistemas poligonales, rasters y base de datos.
- Utilización de herramientas para modelaciones.

3.4.3.1 Uso del GPS:

Parte de los temas de reforzamiento dentro de la institución es el uso de una herramienta muy importante en temas de ubicación y georreferenciación, en el cual se ha utilizado el GPS, como una herramienta de soporte. La capacitación ha consistido en la toma de puntos en una zona evaluar, donde se ha interactuado con las proyecciones de posiciones tanto geográficos como proyectados, la cual consiste, en la interpretación de coordenadas planares (GTM y UTM), así como también la conversión de los mismos. Aunado a esto también se ha demostrado la extracción de puntos al software y viceversa.

3.4.3.2 Instalación del software Qgis 3.2.3:

Uno de las herramientas fundamentales para el análisis geográfico, es contar con el software adecuado para la interacción del sistema de información que se desea emplear. Para ello se hace la utilización del programa Qgis 3.2.3, que por sus funciones accesibles y por la amplitud de uso, al no crear una conflictividad de licencia con los usuarios, se ha determinado que es la herramienta perfecta para poner en práctica los diferentes análisis temáticos. Esta instalación fue implementada en todas las máquinas de la institución.

3.4.3.3 Georreferenciación

Para crear e interactuar con la información precedente, es importante ubicar toda esta, en un sistema de coordenadas, la cual consta de dos clasificaciones: geográficas y planares, para el tema didáctico se referencia bajo estos dos factores, siendo la más utilizada las coordenadas GTM. Donde se ha explicado la diferencia entre ambas, distancias X y Y, latitudes y longitudes, ubicarse en un sistema de referencia, calibrar plantillas de trabajo, así como también el GPS.

3.4.3.4 Manejo de sistemas poligonales, rasters y base de datos

Continuando con el método de enseñanza de las bases geográficas, se ha empleado la descripción y diferencias de dos manifestaciones figurativas para el manejo de información. La cual se ha interactuado con la realización de polígonos que da como producto la cuantificación de área y perímetro, el uso de polilíneas para determinar cálculos de distancia ya sea de caminos o longitud de ríos y puntos que nos detallan la ubicación de vértices, ó señalización de posicionamiento importantes con sus respectivas coordenadas. Derivado de esto fue necesario la manipulación de las bases de datos de información, plasmados en estas figuras. Por último se ha explicación del manejo de información “raster”, donde el almacenamiento de información cambia con respecto al primero, en relación a cuadros de pixeles que este representa, formando un conjunto de áreas y su representación de imagen. Dichos factores ha permitido hacer modelaciones y cálculos en la presente plataforma.

3.4.3.5 Utilización de herramientas geográficas para modelaciones

Una vez se ha terminado con la aplicación de todo el sistema base para la creación de información, en las herramientas geográficas establecidas, se ha procedido a la aplicación de estas para modelos proyectados. Dichos modelos sirven como una herramienta básica fundamental para la planificación. Estos modelos han consistido en reunir factores vinculantes, que por medio de cálculos, establezcan un modelo visual del tema específico

que se ha abordado. De forma práctica y didáctica, se ha realizado modelos de inundaciones, deslizamientos, crecimiento poblacional proyectado a años, dinámica forestal, hidrología e hidrogeología.



Figura 52. Fotografía de capacitación a la institución.

3.4.4 EVALUACIÓN

Como parte del fortalecimiento institucional se ha creado una vinculación hacia herramientas útiles que permiten el desarrollo dentro de la asociación Sotz'il, trasladado a mecanismos de acción en comunidades anexas a los planes de trabajo en el margen del desarrollo.

Dentro de estos parámetros descritos se ha logrado establecer aportes en temas tecnológicos enlazados a factores temáticos específicos geográficos, con el fin de potencializar herramientas que establezcan decisiones para la planificación rural y urbana, permitiendo así modelar diversas dinámicas que puedan generar conflictividad ó generen oportunidades para el establecimiento de proyectos.

Dentro de este contexto, se ha capacitado al personal técnico en la utilización de los sistemas de información geográfica, en aspectos específicos básicos para la practicidad en la síntesis de información. Este proceso de conocimiento ha consistido en factores de referencia de coordenadas, utilización de aparatos geográficos vinculantes y modelamientos hacia dimensiones sociales, naturales y ambientales.

Como resultado de lo antes descrito, es la percepción satisfactoria de la didáctica implementada hacia estos sistemas, de parte del personal que se ha capacitado en la institución.

3.4.5 RECOMENDACIONES

Como primera medida, es la retroalimentación de las prácticas establecidas, la cual, conlleva, a utilizarse como un principio fundamental en las visitas iniciales para la implementación de proyectos.

Por otro lado, es importante generar espacios de corroboración de la información obtenida, mediante visitas de campo establecidas, y la actualización de softwares y modelos que permitan fortalecer, aún más las metodologías que se han empleado.

3.4.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Borton, J. and Nichols, N. Sequía y hambruna. Programa de políticas de socorro y desastres. Instituto de Ultramar. Regent's Collage. Londres. 1994.
2. Cañas, J, et al: Informe sobre el deslizamiento del Mariel (Manuscrito), La Habana, Instituto de Geografía. Academia de Ciencias de Cuba, 1968.
3. CATHALAC, PNUD, GEF, 2008. Síntesis Regional, Fomento de las Capacidades para la etapa I de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, Panamá.
4. Herrera, I. (2002) Hidrogeología Práctica, Primera Edición. Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos. 290 pp.
5. Herrera, I. (2013) Geología Aplicada, Primera Edición. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos. 290 pp.
6. IGAC;MAGA. 2010. Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Chimaltenango, Guatemala. Primera Edición. Volumen I. (786 pág.)
7. IGAC;MAGA. 2013. Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Primera Edición. (788 pág.)
8. IGAC;MAGA. 2013. Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sololá, Guatemala. Primera Edición. Volumen I. (787 pág.)
9. INE. 2013. Caracterización estadística de la República de Guatemala 2012. 76 pág.
10. Pacheco, S. E: La Meteorología en la Prevención de los Desastres. Volumen 1. VIII Congreso Brasileiro de Meteorología y II Congreso Latino-Americano e Ibérico de Meteorología. Belo Horizonte. Brasil, 1994, p. 337 - 342.
11. Raghunath, H.M. (2006).- Hydrology. New Age International. 477pp.
12. Reuter (Eds.), Geomorphometry: concepts, software, applications. Developments in Soil Science 33, 497-525. Amsterdam: Elsevier. Fairbridge, R. W. (Ed.). (1997). Encyclopedia of geomorphology. New York: Springer
13. Rios. L. 2008. Plan Maestro Parque Regional Municipal, Parque Ecológico Jun Ajpu, Santa María de Jesús. Sacatepéquez. Guatemala. 40 pág.

14. Shaw, E.M.; K.J. Beven; N.A. Cappell y R. Lamb (2011).- Hydrology in Practice. Chapman and Hall, 543 pp.
15. Viessman, W. y G. L. Lewis (2003).- Introduction to Hydrology. Pearson Education Inc., 5ª ed., 612 pp.
16. Wanielista, M. (1997).- Hydrology and Water Quality Control 2ª edición. Ed. Wiley
17. Ward, A.D. y S.W. Trimble (2004).- Environmental Hydrology. CRC Lewis, 2ª ed., 475 pp.