

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Facultad de Ingeniería

Facultad de Psicología

Facultad de Filosofía

Facultad de Química

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

DIAGNÓSTICO INTEGRADO Y PARTICIPATIVO DEL PAISAJE EN LAS ZONAS FUNCIONALES DE LA MICROCUENCA POTRERO DE LA PALMITA, NAYARIT.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Alejandro César Valdés Carrera

Dirigido por:

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Mtro. Julio César Carbajal Monroy

Santiago de Querétaro, Qro., Septiembre de 2017

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

"Diagnóstico integrado y participativo del paisaje en las zonas funcionales de la
Microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit"

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Alejandro César Valdés Carrera

Dirigido por:

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Mtro. Julio César Carbajal Monroy

SINODALES

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero
Presidente

Mtro. Julio César Carbajal Monroy
Secretario

Mtro. Liliana González Erives
Vocal

Dr. Oscar Ricardo García Rubio
Suplente

Dr. Raúl Francisco Pineda López
Suplente

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Directora de la Facultad

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Septiembre 2017
México

RESUMEN

Las zonas funcionales y las unidades de paisaje de una microcuenca permiten analizar de manera sistémica los procesos presentes y futuros en los subsistemas y dinámica histórico-evolutiva de sus componentes (ambientales, sociales, políticos y económicos), abordándolos desde diferentes escalas de análisis. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el estado actual del paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México, mediante un diagnóstico integrado y participativo a fin de planificar y gestionar acciones para la optimización del uso de su territorio y reducción de problemáticas socio-ambientales. Para contestar el objetivo se utilizaron los métodos para la delimitación de zonas funcionales, para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje físico-geográfico, de manejo y gestión de cuencas, de optimización de uso del territorio y de construcción de la base cartográfica, adaptados a escala local. El resultado fue la delimitación de tres zonas funcionales (alta, media y baja), así como un total de 39 unidades de paisaje, de las cuales 17 corresponden a la zona alta, 18 a la zona media y 4 a la zona baja, cuyos componentes paisajísticos y diagnóstico integrado y participativo, permitieron elaborar una propuesta de optimización de uso del territorio, así como de gestión y divulgación ante la comunidad. La investigación representó una metodología viable para trabajar a escala de gran detalle, pues con el análisis de la estructura vertical y horizontal de las unidades de paisaje físico-geográfico se logró obtener una base de la dinámica y procesos que se llevan a cabo en la zonas funcionales de la microcuenca, para contribuir en estrategias encaminadas a la gestión, planeación y uso de los recursos de su territorio.

(Palabras clave: Microcuenca, Zonas funcionales, Paisaje físico-geográfico).

ABSTRACT

The functional zones and the landscape units of a micro-basin allow to analyze in a systemic way the present and future processes in the subsystems and historical-evolutionary dynamics of its components (environmental, social, political and economic), approaching them from different scales of analysis. This work aims to analyze the current state of the landscape in the functional zones of the Potrero de la Palmita microbasin, Nayarit, Mexico, through an integrated and participatory diagnosis in order to plan and manage actions to optimize the use of its territory and reduction of socio-environmental problems. In order to answer the objective, we used the methods for the delimitation of functional zones, for the semi-automated generation of physical-geographic landscape units, watershed use and management, land use optimization and cartographic base construction, adapted to local scale. The result was the delimitation of three functional areas (high, medium and low), as well as a total of 39 landscape units, of which 17 correspond to the upper zone, 18 to the middle zone and 4 to the lower zone, whose landscape components and integrated and participatory diagnosis, allowed to elaborate a proposal of optimization of the use of the territory, as well as management and divulgation to the community. The research represented a viable methodology to work on a scale of great detail, because with the analysis of the vertical and horizontal structure of the units of physical-geographical landscape was able to obtain a basis of the dynamics and processes that are carried out in the functional zones of the micro-watershed, to contribute in strategies aimed at the management, planning and use of the resources of its territory.

(Keywords: Micro-basin, Functional zones, Physical-geographic landscape).

DEDICATORIAS

A mis queridos maestros Armando y Paty

A mis padres, hermanas y familia

A mi linda novia

A mis buenos amigos

A la comunidad Potrero de la Palmita

por su tiempo, guía, sinceridad, apoyo y cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo para la realización de esta investigación a través del financiamiento y evaluación continua, las cuales impulsaron mi desarrollo profesional, académico y personal.

Al doctor Juan Alfredo Hernández Guerrero por compartir sus conocimientos, vivencias, experiencias, amistad, confianza y apoyo, que impulsaron mi crecimiento personal y profesional, así como el desarrollo, calidad y culminación oportuna de mi investigación.

Al maestro Julio César Carbajal Monroy por su amistad, conocimientos, recomendaciones, correcciones y aportes específicos desde el campo de la geografía física, que llevaron al buen término de mi tesis.

Al doctor Raúl Francisco Pineda López por compartir su pasión, entusiasmo, conocimientos, experiencia y formación sobre la gestión y manejo de cuencas, lo cual me permitió desarrollar las bases del saber y actuar como cuencólogo.

Al doctor Oscar García Rubio por su apoyo, amistad y comentarios oportunos, los cuales contribuyeron al buen término de mi investigación, abonando a mi desarrollo personal y profesional durante el trayecto de la maestría.

A la maestra Liliana González Erives por sus aportes, consideraciones y buen trato durante el curso de la maestría, lo cual contribuyó a realizar un mejor abordaje de temáticas sociales dentro de mi investigación.

A los docentes de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, de la Facultad de Ciencias Naturales (UAQ), Miguel Ángel Domínguez Cortázar, Luis Enrique Granados, Hugo Luna Soria, María del Carmen Gilio Medina, Tamara Osorno Sánchez y Juan Pablo Ramírez Herrejón por compartir sus conocimientos y experiencia respecto a herramientas y métodos aplicados a la gestión y manejo de cuencas, que abonaron al mejor planteamiento y abordaje de mi trabajo de tesis.

Al grupo de trabajo de la Maestría en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de la Plata, Argentina, en especial a la doctora Fernanda Julia Gaspari por su apoyo, confianza e intercambio de conocimientos durante el desarrollo de mi estancia de investigación, los cuales aportaron a mi crecimiento personal y profesional, así como a la oportuna finalización de mi tesis.

A mis buenos amigos de la comunidad wixárika de Potrero de la Palmita, Nayarit, Doña Marina, Javier, Alberto, Don Livorio, Basilia, Elvia, Teresa y María Elena, quienes me abrieron las puertas de su hogar, compartieron sus conocimientos, creencias y cultura, apoyando al desarrollo, propuesta y culminación de mi investigación.

A mis compañeros y amigos de la maestría: Gustavo, Claudia, Oscar, Lili, Paty, Mayra y Luz, por su tiempo, conocimiento compartido, buenas pláticas, convivencias, salidas de campo, trabajo en equipo, experiencias de vida y buen trato, que hicieron inmejorable mi estancia en la maestría y sobretodo, la vida en Querétaro.

Al maestro Armando Reyes Enríquez por brindarme siempre el apoyo, confianza e impulso para el emprendimiento y culminación de mis proyectos personales y profesionales, así como la retroalimentación acertada para el buen desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INTRODUCCIÓN	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS	25
Objetivo General	25
Objetivos Específicos.....	25
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	25
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	26
La Teoría General de Sistemas como base para la gestión, planeación y ordenación del territorio cuenca.	26
1.1 Espacio como ente complejo del ambiente	27
1.2 Territorio. La apropiación del espacio.....	28
1.3 Teoría General de Sistemas como modelo de representación territorial.....	30
1.4 Cuenca desde una perspectiva holística y de sistemas.....	33
1.5 Gestión y Manejo de cuencas hidrográficas	35
1.6 Paisajes físico-geográficos como herramienta de gestión y manejo de cuencas	37
1.7 Ordenación del territorio bajo el enfoque de cuencas	39
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	42
Panoramas de la gestión y manejo de cuencas tomando como herramienta el paisaje físico- geográfico.....	42
2.1 Gestión y Manejo de Cuencas. Un panorama internacional.....	42
2.2 Gestión y Manejo de Cuencas. Un panorama Nacional	48
2.3 Paisajes físico-geográficos y cuencas hidrográficas. Panorama internacional.....	51
2.4 Panorama nacional de los paisajes físico-geográficos y cuencas hidrográficas.....	53
2.5 Microcuenca Potrero de la Palmita. Antecedentes locales.	55
2.6 Antecedentes históricos de la Microcuenca Potrero de la Palmita	56
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	62

Aproximación metodológica para el diagnóstico paisajístico en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita	62
3.1 Etapas metodológicas	62
3.1.1 Etapa 1. Delimitación de zonas funcionales a escala local.....	64
3.1.2 Etapa 2. Delimitación de unidades de paisaje a escala local	66
3.1.3 Etapa 3. Diagnóstico paisajístico de las zonas funcionales de la microcuenca	71
3.1.3.1 Diagnóstico integrado	72
3.1.3.1.1 Balance hídrico	72
3.1.3.1.2 Cambio de uso de suelo (1974-2016).....	73
3.1.3.1.3 Erosión hídrica laminar	74
3.1.3.1.4 Susceptibilidad ante peligros naturales	77
3.1.3.1.5 Aptitud territorial	83
3.1.3.2 Diagnóstico participativo	93
3.1.4 Etapa 4. Propuesta de optimización del uso del territorio	94
3.1.5 Etapa 5. Construcción de la base cartográfica y Sistema de Información Geográfica.....	98
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	100
Estado socioambiental del paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita.	100
4.1 Localización de la microcuenca	101
4.2 Zonas funcionales de la microcuenca	104
4.3 Estructura del paisaje	111
4.3.1 Estructura vertical del paisaje	111
4.3.1.1 Componentes naturales	111
4.3.1.2 Componentes sociales.....	125
4.3.1.3 Componentes económicos.....	133
4.3.2 Estructura horizontal del paisaje.....	140
4.3.2.1 Unidades de paisaje en la zona funcional alta	142
4.3.2.2 Unidades de paisaje en la zona funcional media	149
4.3.2.3 Unidades de paisaje en la zona funcional baja	157
4.4 Diagnóstico Integrado	161
4.4.1 Balance hídrico	161
4.4.1.1 Entradas del balance hídrico	161

4.4.1.2 Salidas del balance hídrico	163
4.4.2 Cambio de uso de suelo (1974-2016).....	165
4.4.2.1 Zona alta.....	166
4.4.2.2 Zona media.....	168
4.4.2.3 Zona baja	170
4.4.3 Erosión hídrica laminar potencial y actual (USLE).....	172
4.4.3.1 Zona alta.....	173
4.4.3.2 Zona media.....	175
4.4.3.3 Zona baja	176
4.4.4 Susceptibilidad ante peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos.....	179
4.4.4.1 Remoción en masa	179
4.4.4.1.1 Zona alta	180
4.4.4.1.2 Zona media.....	181
4.4.4.1.3 Zona baja	182
4.4.4.2 Erosión.....	184
4.4.4.2.1 Zona alta	185
4.4.4.2.2 Zona media.....	186
4.4.4.2.3 Zona baja	187
4.4.4.3 Inundaciones	189
4.4.4.3.1 Zona alta.....	189
4.4.4.3.2 Zona media.....	191
4.4.4.3.3 Zona baja	192
4.4.5 Aptitud territorial	194
4.4.5.1 Forestal natural	194
4.4.5.1.1 Zona alta.....	195
4.4.5.1.2 Zona media.....	196
4.4.5.1.3 Zona baja	197
4.4.5.2 Prestación de servicios ambientales	199
4.4.5.2.1 Zona alta.....	200
4.4.5.2.2 Zona media.....	201
4.4.5.2.3 Zona baja	202
4.4.5.3 Cultivo de nopal	204

4.4.5.3.1 Zona alta	205
4.4.5.3.2 Zona media	206
4.4.5.3.3 Zona baja	207
4.4.5.4 Agrícola de Temporal	209
4.4.5.4.1 Zona alta	210
4.4.5.4.2 Zona media	211
4.4.5.4.3 Zona baja	212
4.4.5.5 Ganadera extensiva	214
4.4.5.5.1 Zona alta	215
4.4.5.5.2 Zona media	216
4.4.5.5.3 Zona baja	217
4.4.5.6 Turística	219
4.4.5.6.1 Zona alta	220
4.4.5.6.2 Zona media	221
4.4.5.6.3 Zona baja	222
4.4.5.7 Establecimiento de asentamientos humanos	224
4.4.5.7.1 Zona alta	225
4.4.5.7.2 Zona media	226
4.4.5.7.3 Zona baja	227
4.5 Diagnóstico Participativo	229
4.5.1 Identificación de problemáticas y potencialidades socioambientales	229
4.5.2 Taller participativo	229
4.5.3 SIG Participativo	231
4.6 Análisis Integral de resultados microcuena Potrero de la Palmita	239
CAPÍTULO 5. PROPUESTAS	245
Optimización del uso del territorio en la microcuena Potrero de la Palmita	245
5.1 Propuesta de optimización de uso del territorio	245
5.2 Acciones específicas	249
5.3 Estrategia de gestión y divulgación	256
DISCUSIÓN	260
CONCLUSIONES GENERALES	265
LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES	269

BIBLIOGRAFÍA	270
ANEXOS	279

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso metodológico.	63
Figura 2. Regionalización nacional de erosividad de la lluvia.	74
Figura 3. Localización hidrológica de la microcuenca.	102
Figura 4. Mapa topográfico.	103
Figura 5. Curva Hipsométrica.	104
Figura 6. Orden de cauces.	106
Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal.	107
Figura 8. Zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita.	108
Figura 9. Zona alta.	109
Figura 10. Zona media.	109
Figura 11. Zona baja.	110
Figura 12. Unidades inferiores del relieve o geoformas.	113
Figura 13. Pendientes.	114
Figura 14. Geología.	115
Figura 15. Rocas.	116
Figura 16. Climograma estación climatológica 18008 “Despeñadero”	117
Figura 17. Suelos.	118
Figura 18. Unidades edáficas.	121
Figura 19. Uso de suelo y vegetación (2016).	122
Figura 20. Bosque de latifoliadas-encino.	123
Figura 21. Selva baja caducifolia.	123
Figura 22. Selva baja caducifolia perturbada.	124
Figura 23. Pastizal inducido.	124
Figura 24. Agricultura de temporal.	125
Figura 25. Asentamientos humanos.	125
Figura 26. Asentamientos humanos en la zona baja.	126
Figura 27. Sitio sagrado “Cerro cuate” (izquierda), ofrenda a los dioses (derecha), Mara’akame (centro).	127

Figura 28. Pirámide poblacional.....	128
Figura 29. Habitantes representantes de los grupos de edad.	129
Figura 30. Crecimiento poblacional 1995-2010.	131
Figura 31. Viviendas y hogares.....	132
Figura 32. Tenencia de la tierra.....	134
Figura 33. Actividades primarias pesca, agricultura y crianza y explotación de animales.....	135
Figura 34. Artesanías elaboradas por la comunidad.	137
Figura 35. Unidades de paisaje por zona funcional de la microcuenca Potrero de la Palmita.	140
Figura 36. ZACC-Zona Alta Complejos Cumbrales.....	144
Figura 37. ZACSC-Zona Alta Complejos de Superficies y Cauces (Escalón Coluvial).	145
Figura 38. ZACLBV-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Valles.	146
Figura 39. ZACLBLR-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta.	147
Figura 40. ZACLBLCC-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava.	147
Figura 41. ZALBLC-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa.	148
Figura 42. ZMCC-Zona Media Complejos Cumbrales.....	151
Figura 43. ZMCLBV-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Valles.	152
Figura 44. ZMCLBLR-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta.	153
Figura 45. ZMCLBLC-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa.	155
Figura 46. ZMCLBLCC-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava.	156
Figura 47. ZBCSC-Zona Baja Complejos de Superficies y Cauces.	158
Figura 48. ZBCLBLC-Zona Baja Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa.	159
Figura 49. Volumen de escurrimiento anual.....	162
Figura 50. Cambio de uso de suelo.	165
Figura 51. Erosión potencial.....	172
Figura 52. Erosión actual.....	173
Figura 53. Susceptibilidad ante remoción en masa.	179
Figura 54. Susceptibilidad ante erosión.	184
Figura 55. Susceptibilidad ante inundaciones.....	189
Figura 56. Aptitud forestal natural.....	194
Figura 57. Aptitud para prestación de servicios ambientales.....	199
Figura 58. Aptitud para cultivo de nopal.....	204
Figura 59. Aptitud agrícola.	209

Figura 60. Aptitud ganadera extensiva.	214
Figura 61. Aptitud turística.....	219
Figura 62. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.....	224
Figura 63. Trabajo con grupo focal-SIG participativo.....	231
Figura 64. SIG participativo.	232
Figura 65. SIG participativo georreferenciado.	233
Figura 66. Intervención histórica en la microcuenca.	237
Figura 67. Priorización de resultados por unidad de paisaje.	246
Figura 67. Priorización de resultados por unidad de paisaje (<i>continuación</i>).	247
Figura 68. Propuesta de optimización de uso del suelo.....	248
Figura 69. Acciones para la optimización de uso del suelo.....	249
Figura 70. Propuesta de gestión y divulgación ante la comunidad.....	257
Figura 71. Cuestionario taller participativo.....	279
Figura 72. Atributos unidades de paisaje.....	280
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación</i>).....	281
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación 1</i>).....	282
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación 2</i>).....	283
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación 3</i>).....	284
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación 4</i>).....	285
Figura 72. Atributos unidades de paisaje (<i>continuación 5</i>).....	286

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros morfométricos.	65
Tabla 2. Unidades superiores del relieve.	66
Tabla 3. Criterios para delimitación de unidades inferiores de relieve.	67
Tabla 4. Análisis de unidades inferiores del relieve.	67
Tabla 5. Clasificación conforme pendiente.	68
Tabla 6. Indicadores sociales.	70
Tabla 7. Valores Grado de Accesibilidad.	70
Tabla 8. Área mínima cartografiable para escalas grandes.	71
Tabla 9. Retorno por uso del agua.	73
Tabla 10. Indicadores de cambio de uso de suelo.	73
Tabla 11. Ecuación Erosividad Microcuenca Potrero de la Palmita.	75
Tabla 12. Factor R.	75
Tabla 13. Factor K.	75
Tabla 14. Factor C.	76
Tabla 15. Grado de erosión.	76
Tabla 16. Ponderación componentes remoción en masa.	78
Tabla 16. Ponderación componentes remoción en masa (<i>continuación</i>).	79
Tabla 17. Grado de susceptibilidad ante remoción en masa.	79
Tabla 18. Ponderación componentes erosión.	80
Tabla 19. Grado de susceptibilidad ante erosión.	80
Tabla 20. Ponderación componentes inundación.	81
Tabla 20. Ponderación componentes inundación (<i>continuación</i>).	82
Tabla 21. Grado de susceptibilidad ante inundación.	82
Tabla 22. Ponderación componentes aptitud forestal natural.	84
Tabla 23. Grado de aptitud forestal natural.	84
Tabla 24. Ponderación componentes aptitud para prestación de servicios ambientales.	85
Tabla 24. Ponderación componentes aptitud para prestación de servicios ambientales (<i>continuación</i>).	86
Tabla 25. Grado de aptitud para prestación de servicios ambientales.	86
Tabla 26. Ponderación componentes aptitud para cultivo de nopal.	86

Tabla 26. Ponderación componentes aptitud para cultivo de nopal (<i>continuación</i>).....	87
Tabla 27. Grado de aptitud para cultivo de nopal.	87
Tabla 28. Ponderación componentes aptitud agrícola.	88
Tabla 29. Grado de aptitud agrícola.....	89
Tabla 30. Ponderación componentes aptitud ganadera extensiva.....	89
Tabla 30. Ponderación componentes aptitud ganadera extensiva (<i>continuación</i>).	90
Tabla 31. Grado de aptitud ganadera extensiva.	90
Tabla 32. Ponderación componentes aptitud turística.....	90
Tabla 32. Ponderación componentes aptitud turística (<i>continuación</i>).....	91
Tabla 33. Grado de aptitud turística.	91
Tabla 34. Ponderación componentes aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.	92
Tabla 35. Grado de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.....	92
Tabla 36. Reglas de priorización de resultados por unidad de paisaje.	95
Tabla 37. Parámetros para definición de compatibilidad entre resultados y unidades de paisaje. .	96
Tabla 38. Usos propuestos para la optimización del territorio.....	97
Tabla 39. Coordenadas extremas de la microcuenca Potrero de la Palmita	101
Tabla 40. Unidades inferiores del relieve o geoformas.	111
Tabla 41. Muestreo en campo suelo leptosol.....	119
Tabla 42. Análisis de fertilidad suelo leptosol.....	119
Tabla 43. Muestreo en campo suelo regosol eútrico.....	119
Tabla 44. Análisis de fertilidad suelo regosol eútrico.	120
Tabla 45. Muestreo en campo suelo feozem háplico.	120
Tabla 46. Análisis de fertilidad suelo feozem háplico.	121
Tabla 47. Población hablante de lengua indígena.	128
Tabla 48. Densidad de población.	130
Tabla 49. Tasa de crecimiento media anual.....	130
Tabla 50. Grado promedio de escolaridad.....	131
Tabla 51. Capacidad de atracción migratoria reciente y acumulada 2005-2010.....	133
Tabla 52. Índice y grado de marginación.	133
Tabla 53. Principales actividades sectoriales.	136
Tabla 54. PEA y PNEA (2000-2010).....	138

Tabla 55. PO y PD (2000-2010).....	138
Tabla 56. Unidades de paisaje por zona funcional.....	141
Tabla 56. Unidades de paisaje por zona funcional (<i>continuación</i>).....	142
Tabla 57. Volumen de escurrimiento por unidad de paisaje.	161
Tabla 57. Volumen de escurrimiento por unidad de paisaje (<i>continuación</i>).	162
Tabla 58. CUS en las unidades de paisaje de la zona alta.	166
Tabla 58. CUS en las unidades de paisaje de la zona alta (<i>continuación</i>).	167
Tabla 59. CUS en las unidades de paisaje de la zona media.	168
Tabla 59. CUS en las unidades de paisaje de la zona media (<i>continuación</i>).	169
Tabla 60. CUS en las unidades de paisaje de la zona baja.	170
Tabla 61. Erosión potencial y actual de la zona alta.	174
Tabla 62. Erosión potencial y actual de la zona media.	176
Tabla 63. Erosión potencial y actual de la zona baja.....	177
Tabla 64. Erosión actual en la microcuenca.	178
Tabla 65. Susceptibilidad ante remoción en masa zona alta.	180
Tabla 66. Susceptibilidad ante remoción en masa zona media.	181
Tabla 67. Susceptibilidad ante remoción en masa zona baja.	182
Tabla 68. Susceptibilidad ante erosión zona alta.....	185
Tabla 69. Susceptibilidad ante erosión zona media.....	186
Tabla 70. Susceptibilidad ante erosión zona baja.	187
Tabla 71. Susceptibilidad ante inundaciones zona alta.	190
Tabla 72. Susceptibilidad ante inundaciones zona media.	191
Tabla 73. Susceptibilidad ante inundaciones zona baja.....	192
Tabla 74. Aptitud forestal natural zona alta.	195
Tabla 75. Aptitud forestal natural zona media.	196
Tabla 76. Aptitud forestal natural zona baja.....	197
Tabla 77. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona alta.....	200
Tabla 78. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona media.....	201
Tabla 79. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona baja.....	203
Tabla 80. Aptitud para cultivo de nopal zona alta.	205
Tabla 81. Aptitud para cultivo de nopal zona media.	206
Tabla 82. Aptitud para cultivo de nopal zona baja.....	208

Tabla 83. Aptitud agrícola zona alta.....	210
Tabla 84. Aptitud agrícola zona media.....	211
Tabla 85. Aptitud agrícola zona baja.....	212
Tabla 86. Aptitud ganadera extensiva zona alta.....	215
Tabla 87. Aptitud ganadera extensiva zona media.....	216
Tabla 88. Aptitud ganadera extensiva zona baja.....	217
Tabla 89. Aptitud turística zona alta.....	220
Tabla 90. Aptitud turística zona media.....	221
Tabla 91. Aptitud turística zona baja.....	222
Tabla 92. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona alta.....	225
Tabla 93. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona media.....	226
Tabla 94. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona baja.....	227
Tabla 95. Problemáticas y potencialidades (identificación en campo).....	229
Tabla 96. Potencialidades socioambientales de la microcuenca.....	230
Tabla 97. Problemáticas socioambientales de la microcuenca.....	230
Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio.....	250
Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio (<i>continuación</i>).....	251
Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio (<i>continuación1</i>).....	252
Tabla 99. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona alta.....	253
Tabla 100. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona media.....	254
Tabla 100. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona media (<i>continuación</i>).....	255
Tabla 101. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona baja.....	256

ÍNDICE CARTOGRÁFICO

Mapa 1. Localización.	288
Mapa 2. Topográfico.	289
Mapa 3. Orden de Cuenca.....	290
Mapa 4. Zonas Funcionales.	291
Mapa 5. Unidades inferiores del relieve o Geoformas.	292
Mapa 6. Pendientes.	293
Mapa 7. Geología.	294
Mapa 8. Edafología.....	295
Mapa 9. Uso de Suelo y Vegetación (2016).	296
Mapa 10. Tenencia de la Tierra.....	297
Mapa 11. Unidades de Paisaje.	298
Mapa 12. Volumen de Escurrimiento Anual (cm ³).....	299
Mapa 13. Cambio de Uso de Suelo.	300
Mapa 14. Erosión Potencial.....	301
Mapa 15. Erosión Actual.	302
Mapa 16. Susceptibilidad ante Remoción en Masa.	303
Mapa 17. Susceptibilidad ante Erosión.....	304
Mapa 18. Susceptibilidad ante Inundaciones.	305
Mapa 19. Aptitud Forestal.	306
Mapa 20. Aptitud para Prestación de Servicios Ambientales.	307
Mapa 21. Aptitud para Cultivo de Nopal.....	308
Mapa 22. Aptitud Agrícola de Temporal.....	309
Mapa 23. Aptitud Ganadera Extensiva.	310
Mapa 24. Aptitud Turística.....	311
Mapa 25. Aptitud para el Establecimiento de Asentamientos Humanos.....	312
Mapa 26. SIG Participativo Georreferenciado.	313
Mapa 27. Propuesta de Optimización de Uso del Suelo.....	314
Mapa 28. Acciones para la Optimización de Uso del Suelo.	315

INTRODUCCIÓN

El análisis del territorio desde el enfoque de cuencas, lo considera como un sistema complejo y abierto que mantiene un continuo flujo de energía y procesos con otros sistemas, cuya dinámica suele propiciar problemáticas de degradación a las condiciones del medio ocasionadas por procesos naturales o antrópicos, ante tal complejidad, es inherente la particularización de los elementos que le dan estructura a este sistema, es así que, el análisis paisajístico permite disgregar y analizar las condiciones específicas que se desarrollan dentro de la cuenca, permitiendo gestionar y manejar las problemáticas ahí presentes.

La microcuenca de análisis lleva por nombre Potrero de la Palmita, se ubica al oeste del Municipio del Nayar, en el Estado de Nayarit, en ella se llevan a cabo procesos socioambientales que desencadenan problemáticas como el cambio de uso de suelo, afectación por peligros naturales, pobreza, marginación y ocupación de zonas no aptas para el desarrollo agropecuario, mermando los servicios ambientales que prestan las áreas modificadas, lo cual, repercute en el volumen de recarga de agua hacia el acuífero Valle Santiago-San Blas, que representa una de las fuentes principales de dotación de agua a los municipios del Nayar y Tepic.

Por consiguiente, la investigación busca como principal objetivo analizar el estado actual del paisaje presente en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita, estudiando las condiciones y dinámica que propician las problemáticas anteriormente identificadas, optimizar el uso del territorio y dar una propuesta de solución aplicable por los actores que tienen influencia en la microcuenca.

Es así que, para dar respuesta al objetivo general se desarrollan cinco etapas metodológicas: la primera consiste en la delimitación de las zonas funcionales presentes en la microcuenca; la segunda se refiere a la identificación de la estructura vertical y horizontal del paisaje que conforma las zonas funcionales.

La tercera corresponde al diagnóstico integrado y participativo de las unidades de paisaje, abordando temáticas como el balance hídrico, cambio de uso de suelo, susceptibilidad ante peligros naturales, aptitud territorial, talleres, recorridos de campo y SIG participativo.

La cuarta etapa consiste en elaborar una base de datos conjuntando las características de los componentes estructurales y los resultados del diagnóstico por unidad de paisaje dentro de cada zona funcional de la microcuenca, generando una propuesta de uso del territorio, aplicable mediante acciones específicas, así como, una estrategia general de gestión y divulgación ante la comunidad.

Finalmente, la quinta etapa muestra los resultados de la construcción continua de la base cartográfica utilizando plataformas de Sistemas de Información Geográfica (Arc Gis) obteniendo bases de datos y cartografía base, temática y especializada, generada durante el desarrollo de las etapas de la investigación.

Los resultados obtenidos fueron la delimitación de las tres zonas funcionales (alta, media y baja) de la microcuenca, las cuales conjuntan un total de 39 unidades de paisaje, con potencial para la conservación, desarrollo turístico, agropecuario y de asentamientos humanos, susceptibilidad ante remoción en masa, erosión e inundaciones y problemáticas principales de cambio de uso de suelo, falta de agua, pérdida de cultivos, degradación, contaminación, migración, desempleo y pérdida de cultura, entre otras.

Con base en ello, se elabora la propuesta de optimización de uso del territorio que busca aprovechar los potenciales y disminuir las problemáticas dentro de cada unidad de paisaje que constituye las zonas funcionales, enunciando 29 acciones específicas y una estrategia general de gestión y divulgación ante la comunidad.

Finalmente, la investigación aporta una metodología aplicable a otros estudios, que busquen diagnosticar las condiciones naturales y sociales presentes en las cuencas hidrográficas, a partir de su estructura paisajística, mediante el desarrollo de trabajo en campo y el manejo de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio de cuencas hidrográficas ha tomado auge en los últimos años, resaltando casos específicos en países como Cuba, donde actualmente el manejo de cuencas tiene como objetivo principal a la hidrografía y el uso de los recursos por parte de los sectores (Ruiz *et al.*, 2010); para Costa Rica el estudio de cuencas hidrográficas se basa en primer lugar en las características socioeconómicas y posteriormente en las biofísicas (Rojas, 2011), en Colombia se le da mayor peso a las temáticas biofísicas para después plantear su relación con las actividades humanas (Valencia *et al.*, 2012).

En Perú, los estudios de cuencas se centran en las evaluaciones de los recursos hídricos dirigidos a su aprovechamiento común (MA, 2007), y en Estados Unidos el eje rector del manejo de cuencas es el agua, elemento a partir del cual se rigen las actividades de transformación de los actores socioeconómicos (PNUMA, 2010), los casos anteriores si bien no siguen una misma metodología cubren parámetros similares para realizar una gestión integrada de cuencas hidrográficas lo cual ha dado resultados prometedores.

En el caso de México, expertos sobre el manejo y gestión integrada de cuencas hidrográficas como Helena Cotler (Cotler, 2010) y Raúl Pineda (Cotler *et al.*, 2013) determinan este enfoque como holístico, ya que permite entender las interrelaciones entre los recursos disponibles y las condiciones naturales, así como los sistemas de aprovechamiento por los cuales la población se apropia de los mismos generando un impacto en los ecosistemas (Pineda *et al.*, 2005).

Dentro de este enfoque, la cuenca se conceptualiza de variadas formas, por una parte, se considera como un área natural en la cual se desaloja a través de un sinnúmero de corrientes, cuyos caudales son recogidos por un colector común (Henao, 2006), y por otra, como un zona delimitada por parámetros naturales en la cual se interrelacionan diversas variables naturales (rocas, suelos, vegetación, clima), sociales (población, costumbres) y económicas (aprovechamientos, usos de suelo); constituyéndose debido a sus interacciones como un sistema complejo, dinámico, abierto y heterogéneo.

En cuanto al estudio que permita abordar la diversas problemáticas que se pueden suscitar dentro de una cuenca existen variadas metodologías, sin embargo, debido a la pertinencia de su aplicación se retomará el enfoque de gestión integrada y participativa aplicada en tres microcuencas en Querétaro (Pineda *et al.*, 2005), la cual considera una caracterización, seguida del diagnóstico integrado y participativo y finalmente una etapa propositiva.

Asimismo, el estudio de cuencas hidrográficas presenta el reto de delimitar unidades ambientales homogéneas de menor escala, que permitan realizar una caracterización de sus componentes, tomando en cuenta su funcionamiento particular sin perder de vista el lugar que ocupan como componente del sistema llamado cuenca (Cotler, 2007).

Por lo que, la investigación retomará para su desarrollo el análisis paisajístico físico-geográfico aplicado por Helena Cotler y Ángel Priego (Cotler, 2007), ya que este análisis ofrece una visión integral de la naturaleza en la superficie terrestre, incluyendo las modificaciones realizadas por el hombre. Se basa en los principios estructuro-genéticos e histórico-evolutivos de la geosfera, lo que permite analizar a detalle la estructura vertical y horizontal de las variadas y complejas unidades de paisaje que conforman la dinámica dentro de la cuenca.

Finalmente, al realizar un análisis de instrumentos de planeación territorial como el Ordenamiento Ecológico y Atlas de Riesgos, en contraste con estudios de manejo integrado de cuencas como el desarrollado por Pineda *et al.* (2005), indican en estos últimos la ausencia de temas como riesgos naturales y aptitud del territorio dentro del diagnóstico integrado, por lo que se pretende su desarrollo para enriquecer ese apartado.

Para ello, se retoma el concepto de peligros naturales conceptualizado a nivel internacional por la Organización de Estados Americanos (OEA, 1993) y a nivel nacional por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, que los definen como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado (CENAPRED, 2014a), con el objetivo de identificar zonas susceptibles a peligros geológicos e hidrometeorológicos.

De igual forma, se incorpora la determinación de aptitud del territorio, dentro del diagnóstico integrado fundamentándose en Bocco *et al.* (2010), la cual tiene la finalidad de definir zonas con mayor o menor potencialidad natural para el desarrollo de alguna cobertura y/o usos específicos de suelo en el territorio.

La microcuenca en estudio “Potrero de la Palmita”, se ubica al oeste del municipio del Nayar, en el estado de Nayarit, siendo sus principales problemáticas el cambio de uso de suelo, marginación, pobreza, peligros naturales, desarrollo de actividades productivas en zonas no aptas, ocupación de zonas con potencial de prestación de servicios ambientales, que repercuten en la capacidad de infiltración y recarga de agua hacia el acuífero Valle Santiago-San Blas, que es una de las fuentes principales de extracción y dotación de agua a los municipios del Nayar y Tepic.

Se considera como una microcuenca de importancia por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, por ubicarse dentro de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, clasificada como área de protección de recursos naturales (CONANP, 2015).

Según el Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit 2005-2011 se considera como una cuenca que presenta fuertes procesos de migración regional e internacional, al igual de problemas agudos de pobreza producto de la falta de oportunidades de empleo, marginación e inaccesibilidad (COPLADENAY, 2008).

De igual forma, esta cuenca alimenta el acuífero Valle Santiago-San Blas, que sin duda es aprovechado para abastecer la zona urbana de Tepic, la cual prevé crecimiento horizontal; y por lo tanto, una mayor demanda del recurso agua para el abastecimiento de sus actividades (COPLADENAY, 2008).

JUSTIFICACIÓN

La dinámica actual del Estado de Nayarit se caracteriza por buscar la conectividad y el desarrollo de sus diferentes centros poblacionales ya sean urbanos o rurales, en este sentido ha dirigido su política de planeación hacia el desarrollo regional y el crecimiento económico, por lo que ha fomentado el crecimiento y consolidación de sus principales zonas urbanas por medio de desarrollos habitacionales e industriales, el desarrollo de

infraestructura (presas), el mejoramiento de vialidades y el apoyo a proyectos ecoturísticos y etnoturísticos en las zonas rurales.

Sin embargo, dicha dinámica al no ser coordinada de forma adecuada ha tenido un impacto regional negativo provocando el incremento en la demanda de recursos naturales como el agua y el suelo; principalmente al centro, este y oeste de la entidad, generando a su vez problemáticas ambientales, sociales y económicas. Específicamente, al centro-este de Nayarit se representa a escala local el efecto de esta problemática regional, repercutiendo directa e indirectamente a la microcuenca Potrero de la Palmita, aumentando así sus problemáticas ambientales de degradación y contaminación, sociales (migración) y económicas (pobreza-marginación).

No obstante, dicha microcuenca no cuenta con un estudio que resalte su estado actual, considere sus potenciales y atienda las problemáticas, por lo que representa una zona vulnerable al efecto de políticas regionales y procesos de origen natural y antrópico como lo son los peligros naturales y el cambio de uso de suelo.

Asimismo, la microcuenca Potrero de la Palmita representa una zona potencial de prestación de servicios ambientales, principalmente recarga del acuífero Valle Santiago-San Blas, que se traduce directamente en la dotación de agua al distrito de riego número 43, parte baja de la cuenca del Lerma y para la zona rural del Nayarit y urbana de Tepic (CONANP, 2015).

Por otra parte, se detectó la ausencia de estudios actuales que doten de información sobre la situación ambiental y social de la microcuenca, con base en las características de las unidades de paisaje que forman sus zonas funcionales, debido a que los estudios más recientes se centran en temáticas de desarrollo regional (COPLADENAY, 2008), y de impacto a la población étnica por infraestructura como presas (Zepeda, 2012), razón por la que se justifica la necesidad del diagnóstico integrado y participativo que plantea realizar este trabajo a escala local.

Aunado a lo anterior, el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Nayarit, en su Programa Estatal de Desarrollo Urbano, 2008, resalta la importancia de realizar estudios locales y regionales dentro del estado que promuevan por el

ordenamiento del territorio, la integración de etnias y su cultura, y vean por la conservación, aprovechamiento y recuperación del medio natural.

De igual forma, se tiene el reto de realizar la investigación retomando lo expuesto por Cotler (2007) sobre la delimitación de unidades ambientales (unidades de paisaje) dentro de las cuencas hidrográficas, enfoque que trabaja a diversas escalas de análisis, para elaborar el diagnóstico del territorio delimitado por la cuenca hidrográfica, subdividiéndola en unidades homogéneas, obteniendo así, el análisis detallado de las condiciones particulares que determinan la dinámica general de la cuenca.

Con base en lo anterior, se puede indicar que es importante el desarrollo de un instrumento de planeación territorial que sienta las bases para la gestión y manejo adecuado de la microcuenca Potrero de la Palmita fomentando la planeación participativa, la inclusión de grupos vulnerables, el desarrollo local, la conservación y el uso adecuado de los recursos naturales.

En ese sentido, las propuestas de optimización de uso del territorio representarán un beneficio directo a los pobladores de la comunidad dentro de la microcuenca; y serán un instrumento de apoyo para la planeación territorial, enmarcado en actividades factibles de aplicarse a corto y mediano plazo.

La importancia del análisis del territorio con un enfoque paisajístico dentro de cuencas se expone por Cotler (2007), analizando el área comprendida por la Cuenca del Río Lerma, considerando por lo tanto, la región en la cual se encuentra la Microcuenca Potrero de la Palmita, en dicho estudio se resalta la importancia del análisis de las cuencas por medio de unidades de paisaje, ya que, permiten tener una visión holística e integradora de la naturaleza considerando la estructura descrita por sus geocomponentes.

Asimismo, se resalta la importancia de la microcuenca Potrero de la Palmita al formar parte de la zona baja de la cuenca del Lerma, presentar paisajes como montañas, lomeríos y piedemontes importantes por su calidad ambiental, prestación de servicios ambientales como la captación de agua y recarga del acuífero, por ser un territorio habitado por la etnia huichol, además de presentar superficies forestales (selva baja) con alto grado de diversidad natural y suelos productivos en constante degradación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar el estado actual del paisaje en las zonas funcionales de la Microcuenca Potrero de la Palmita, mediante un diagnóstico integrado y participativo, a fin de optimizar el uso del territorio y reducir problemáticas ambientales y sociales.

Objetivos Específicos

- 1) Delimitar las zonas funcionales que conforman la microcuenca.
- 2) Identificar las unidades de paisaje que correspondan a cada zona funcional de la microcuenca.
- 3) Evaluar el estado actual de las zonas funcionales, por medio del diagnóstico integrado y participativo de las unidades de paisaje.
- 4) Formular propuestas para optimizar el uso del territorio dentro de las unidades de paisaje, que conforman las zonas funcionales de la microcuenca.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Qué espacios corresponden a las zonas funcionales de la microcuenca?
- 2) ¿Cuál es la estructura vertical y horizontal del paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita?
- 3) ¿Cuáles son las condiciones físicas, sociales y económicas actuales que se desarrollan dentro de las unidades de paisaje?
- 4) ¿Cuál es el uso óptimo del territorio que comprende cada unidad de paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca?

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

La Teoría General de Sistemas como base para la gestión, planeación y ordenación del territorio cuenca.

Este apartado tiene la finalidad de dar a conocer las posturas teóricas y conceptuales a partir de las cuales se fundamenta la investigación, presentando una organización multiescalar que va de lo general a lo particular.

En ese sentido, se enuncia la importancia que tiene la concepción del espacio geográfico como un todo donde interactúan múltiples elementos, los cuales pueden ser de diversa índole, sin embargo al estar sujeto a abstracciones por medio de la sociedad se convierte en un contenedor de sentimientos, acciones, tradiciones y cultura que lo llevan a constituirse como territorio.

A partir de ahí, existen diversas posturas para tratar de explicar su dinámica, estructura y función, es así que, se retoma la Teoría General de Sistemas, la cual busca por medio de la construcción de modelos la representación de la realidad y su explicación como un todo integral, a través de subsistemas diferenciados por sus componentes.

Con base en ello, diversos exponentes se dan a la tarea de construir modelos que consideran a la cuenca hidrográfica como un sistema, debido al número y complejidad de las relaciones que encierra, a su vez, existen otras posturas que se adaptan fácilmente al estudio de estas, como lo es el enfoque paisajístico físico-geográfico donde los subsistemas y componentes se representan por medio de unidades de paisaje permitiendo describir y analizar el funcionamiento del sistema cuenca.

El resultado de este planteamiento teórico-conceptual se ve reflejado en una de sus muchas aplicaciones como lo es el ordenamiento y la planeación territorial de la cuenca.

1.1 Espacio como ente complejo del ambiente

Las diversas aproximaciones y usos del término espacio (espacio geográfico) tienen sus fundamentos en la Geografía, partiendo de ser un concepto referido a la superficie terrestre y a las interacciones entre los elementos físicos que la constituyen, hasta considerar sus relaciones con las especies y el hombre.

Su concepción se remonta al planteamiento de naturalistas como Alejandro Von Humbolt, Darwin y Köppen que desarrollaron sus investigaciones con un interés hacia la globalidad, los tipos de relaciones y los fenómenos de la vida presentes en la naturaleza, aproximándose a ella por medio de zonificaciones y análisis específicos de abstracciones del medio como la geomorfología, temperatura, hidrología, vegetación y fauna (Vargas, 2012).

Lo anterior, da paso a que los estudios del espacio se aborden de manera holística realizando un análisis integrado de los elementos que constituyen el medio físico, lo cual, se fundamenta teóricamente desde la teoría general de sistemas de Bertalanffy (1968), donde concebía el espacio como sistema y unidad de funcionamiento.

En ese orden de ideas, el espacio está determinado por las formas del relieve, fuerzas endógenas y exógenas y la relación del hombre con éstas (Sosa, 2012). Se puede entonces, definir al espacio como el medio físico o natural, es decir, como la superficie terrestre y la biosfera, habitable, allí donde las condiciones naturales permiten la organización de la vida en sociedad, siendo accesible al hombre y usado por la humanidad (Noriega, 2008).

El espacio se constituye como el sustrato natural del cual los seres vivos obtienen los recursos necesarios para su supervivencia, donde debe existir un equilibrio entre todos los elementos que lo integran por medio de las relaciones complejas que desarrollan entre ellos, permitiendo que el sistema esté en una constante búsqueda del equilibrio derivado de su correcto funcionamiento.

Asimismo, el espacio involucra actividades humanas como el uso de la tierra, urbanas, topográficas, biogeográficas, servicios, hábitats y relaciones diversas, estas actividades se localizan y se estructuran en organizaciones espaciales, con extensión

variada que comprenden escalas desde el nivel local al mundial, los cuales son conectadas por flujos de energía y materiales (Vargas, 2012).

En ese sentido, Suarez (2002) indica que el término espacio hace referencia a algo más que una mera porción física con características biológicas particulares; aludiendo principalmente a un escenario relacional entre naturaleza, sociedad y cultura donde se realizan múltiples construcciones en virtud de las diferentes formas de adaptación al medio que practican los sujetos.

Lo anterior, le da al espacio una gran complejidad tanto por tener un contenido relacional, complejo, funcional e histórico, y por ser un medio holístico particular que expresa la extraordinaria dinámica ambiental e interacción social, económica y cultural de los pueblos (Montañez, 2001).

Con base en el análisis de las posturas anteriores, se detecta que no sería conveniente retomar por completo alguna postura de los autores, sin embargo, se construye con base en ellos, una definición de espacio que se adapta mejor al desarrollo y enfoque de esta investigación, en ese sentido, se define al espacio como un sistema complejo, holístico y dinámico representado por el medio físico o natural, el cual permite dadas sus características, el cual condiciona la presencia del hombre como especie, que a partir de la aplicación de sus conocimientos históricos interactúa con el medio que lo rodea, dando pie a la conceptualización del territorio.

1.2 Territorio. La apropiación del espacio

Partiendo de la concepción que se tiene del espacio como ente integrador de componentes físicos y sociales, se presenta el término “territorio”, el cual según Chávez (2008) representa una adjudicación histórica que ha tenido el hombre del espacio, que lo lleva a medirlo y ponerle límites y fronteras, volviéndose en un lugar conocido y familiar que permite el desarrollo identitario y cultural.

En ese sentido, el territorio presenta tres características principales que lo diferencian del espacio: es mucho más concreto y particular que el espacio, refiere a una dimensión de la superficie terrestre y alude a una adscripción política, que no tiene la de espacio. Se trata entonces, de una sección del espacio que ha sido valorizado ya sea

instrumentalmente (bajo el aspecto ecológico, económico o geopolítico) o cultural (bajo un ángulo simbólico expresivo) (López y Ramírez, 2005).

A su vez, representa la porción del espacio sobre el cual queda inscrita la cultura, las huellas y marcas dejadas por sus habitantes, constituyendo un espacio depositario de recuerdos, siendo entonces el área de distribución de instituciones y prácticas culturales intrínsecamente ligadas. Permite desarrollar rasgos específicos como el comportamiento, formas de vestir, trajes regionales, fiestas del ciclo anual, rituales que acompañan al ciclo de la vida, danzas o bailes regionales, formas lingüísticas o acentos y entonaciones distintas (Chávez, 2008).

El territorio según Montañez (2001), insinúa un conjunto de vínculos de dominio, de poder, de pertenencia o de apropiación entre una porción o totalidad de espacio geográfico y un determinado sujeto individual o colectivo.

En ese sentido, el territorio está adscrito a un ser, a una comunidad, a un ente de cualquier naturaleza, física o inmaterial, representando el ámbito de difusión de una lengua o de cualquier práctica social. Es en definitiva el área en el que se vive y que corresponde manejar y administrar para bien de los individuos y del conjunto de la comunidad, con un implícito sentimiento de propiedad (Noriega, 2008).

De igual forma, el territorio toma en cuenta al tiempo como dimensión ordenadora ya que afecta a él y al espacio transformándolos a partir de la dinámica que desarrollan entre sí, en ese orden, el espacio afecta al territorio con cambios de la naturaleza, produciendo movimientos de los asentamientos, reorganizaciones, desapariciones y nuevas significaciones. Y el territorio al espacio con la acción social transformadora, con movimientos sociales que lo conquistan, el manejo de recursos que lo vulneran, lo protege o lo recupera, por lo que esta complejidad requiere la articulación de la noción de tiempo (Suárez, 2002).

El territorio es, entonces, una construcción social, histórica y cultural, producto de la apropiación de poderes y relaciones sobre sus múltiples contenidos y energías, lo cual se plasma en una representación espacial delimitada, al mismo tiempo que dinámica y móvil, historizada desde el conocimiento o desde la interpretación mítica, con escalas

(familiar, comunitaria, municipal, regional) y niveles (como el inframundo, el mundo y el supramundo). Es el soporte de significaciones, donde se despliegan prácticas productivas y donde se construyen identidades, donde anida la cultura y lo humano imprime su sello (Vargas, 2012).

Resultado del análisis de las posturas anteriores se puede definir el territorio como la apropiación o construcción social de la población humana, que tiene sobre un espacio geográfico definido, a partir del cual desarrolla una cultura, prácticas, saberes y creencias transmitidas por generaciones, generando una acción transformadora de la sociedad sobre el medio.

Con el objetivo de tener una mejor aproximación y estudio del territorio, es imprescindible contar con un modelo conceptual que permita realizar una abstracción del mismo e interpretar lo más cercano a la realidad sus relaciones y dinámica, es así que la teoría general de sistemas presenta una alternativa viable para su representación.

1.3 Teoría General de Sistemas como modelo de representación territorial

La creación de la Teoría General de Sistemas (TGS) es atribuible a Ludwig von Bertalanffy, para él dicha teoría debería constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, siendo al mismo tiempo una herramienta básica para la formación y preparación de científicos. Surge en respuesta al agotamiento e inaplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionistas, basándose en una noción de totalidad orgánica mientras el paradigma anterior se fundamentaba en una imagen inorgánica del mundo (Bertalanffy, 1968).

Esta teoría, se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, así como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo interdisciplinarias, se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen (Arnold y Osorio, 1998).

Presupone según Popolizio (2008), básicamente dos premisas: la primera es aceptar que los elementos relacionados entre sí, forman una totalidad que tiene algo que

no está en las partes o elementos, y la segunda que los elementos interligados se influyen mutuamente, es decir que existe retroalimentación entre ellos.

El campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones al usarla en fenómenos humanos, sociales y culturales es importante considerar que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y de los sistemas artificiales (máquinas) (Arnold y Osorio, 1998). En este sentido, esta teoría constituye un medio por el cual pueden ser tratadas temáticas como territorio y espacio, ya que permite esquematizar por medio de un modelo la complejidad, fronteras y relaciones presentes en dichos sistemas.

Para ello, al hablar de sistemas es importante tener en vista una totalidad, cuyas propiedades no son atribuibles a la simple adición de las propiedades de sus partes o componentes, un sistema se puede definir como el conjunto de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directa o indirectamente unido buscando la estabilidad y cuyo comportamiento global persigue normalmente, algún tipo de objetivo (Arnold y Osorio, 2013).

Bajo este marco de referencia los sistemas pueden clasificarse de las siguientes formas:

- Según su entitividad pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos, donde los primeros presumen una existencia independiente del observador, los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con lo descriptivo.
- Con relación a su origen los sistemas pueden ser naturales o artificiales, distinción que destaca la dependencia o no en su estructuración por parte de otros sistemas.
- Y, con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser aislados (no entra ni sale materia y energía), cerrados (no entra ni materia) o abiertos (entra y sale energía, materia e información), según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes (Arnold y Rodríguez, 1991 en Arnold y Osorio, 2013).

Resulta importante mencionar los conceptos básicos que maneja esta teoría, con el objetivo de poderlos identificar al aproximarnos a un territorio en específico (Arnold y Osorio, 1998):

Ambiente: se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento del sistema, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir llamándose sistema.

Atributo: son las características y propiedades estructurales o funcionales que caracterizan las partes o componentes de un sistema.

Complejidad: indica la cantidad de elementos de un sistema (de forma cuantitativa) y sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad y variabilidad).

Elemento: son las partes o componentes que constituyen un sistema, los cuales pueden ser objetos o procesos.

Estructura: son las interrelaciones más o menos estables entre los componentes de un sistema que pueden ser verificadas.

Frontera: se refieren a las discontinuidades estructurales entre los sistemas y sus ambientes, siendo regularmente demarcado por el observador dentro de un modelo.

Función: es el output o salida que está dirigido a la manutención del sistema mayor en el que se encuentra inscrito.

Input: importación de los recursos que se requieren para dar inicio al ciclo de actividades del sistema.

Output: corrientes de salidas de un sistema.

Modelo: son constructos diseñados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas.

Relación: refiere a los flujos, intercambios, comunicaciones, efectos, prestaciones, asociaciones e interdependencias entre elementos de un sistema.

Subsistema: conjuntos de elementos y relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor, tienen las mismas propiedades que los

sistemas y su delimitación es relativa a la posición del observador y al modelo que se haya planteado.

Con base en lo anterior se puede decir que la Teoría General de Sistemas (TGS) ha permitido abordar de manera práctica estudios en diversas ramas de investigación, cubriendo áreas de conocimiento con desarrollo en el ámbito físico-natural, social y económico, en este sentido, resulta viable analizar la cuenca como expresión del territorio y espacio, bajo esta perspectiva permitiendo entender la dinámica que describen los actores que en ella se desarrollan.

1.4 Cuenca desde una perspectiva holística y de sistemas

La Teoría General de Sistemas permite construir un modelo de aproximación a las condiciones y procesos que se desarrollan dentro de una cuenca, siendo así, la cuenca hidrográfica puede ser definida desde diversas ópticas, por un lado con base en sus características físicas y por otro considerando las relaciones sociales, económicas y ambientales que se presentan en ella.

De esta forma, la primera aproximación define a la cuenca hidrográfica según Henao (2006) como un área natural o superficie del terreno, en la cual se desaloja el agua precipitada a través de un sinnúmero de corrientes, cuyos caudales son recogidos por un colector común y tienen un mismo punto de desagüe. A su vez, está compuesta por elementos bióticos y abióticos que se encuentran interrelacionados y que son delimitados por un parteaguas (Cotler *et al.*, 2013).

Asimismo, como segunda definición se tiene que la cuenca funge como un territorio producto de procesos históricos vividos en un espacio geográfico concreto y refleja el tejido social, cultural y económico que se ha ido formando bajo determinadas estructuras de poder, determinadas reglas y condiciones biofísicas o ambientales específicas (Moreno y Renner, 2007).

Debido a la heterogeneidad, complejidad, dinamismo y número de interrelaciones presentes en el territorio cuenca, se puede abordar su estudio a partir de un modelo que la considere como un sistema delimitado por parámetros naturales que permita la

interrelación de diversos subsistemas como el natural, subsistema social y subsistema económico, todos conformados por diversos componentes o elementos.

La particularización de estos subsistemas y sus elementos constitutivos permite detectar la dependencia y relaciones entre ellos, describiendo su dinámica y obligando al análisis integral de los resultados, siendo así, este enfoque facilita un mejor conocimiento de la estructura y función de la cuenca, además permite analizar y evaluar factores involucrados dentro de contextos mayores o menores (escalas), desde diversos escenarios, permite también, tener un marco donde las ciencias físicas y sociales pueden integrarse de manera lógica (García, 2006).

En ese sentido, el subsistema natural o biofísico tendrá características geográficas, físicas y biológicas que lo hacen funcionar como un ecosistema, constituyendo la oferta ambiental de la cuenca, el cual estará compuesto por elementos como la geología, relieve, climas, suelos, vegetación, fauna y red hidrográfica entre otros.

El subsistema social involucra las comunidades humanas asentadas dentro de la cuenca describiendo su dinámica, influencia e impacto por medio de componentes como la demografía, servicios, estructura organizativa, tradiciones, costumbres, creencias y normas entre otras. Finalmente el subsistema económico contempla sistemas de producción, distribución sectorial, consumo, empleo, ocupación, tenencia de la tierra, usos del suelo, técnicas y prácticas dedicadas a aprovechar la disponibilidad de recursos de la cuenca (García, 2006).

Finalmente, al concebir la cuenca dentro del esquema de la teoría general de sistemas, permite representar un sistema complejo interrelacional que integra variables de distintos grupos y analiza integralmente los aspectos determinados por la dinámica físico-natural y los aspectos sociales, económicos, productivos, políticos e institucionales dentro del territorio cuenca. Es así que resulta evidente considerar las acciones directas o indirectas que realiza la población influyendo negativa o positivamente en su territorio, lo que lleva a retomar la temática de gestión y manejo de cuencas.

1.5 Gestión y Manejo de cuencas hidrográficas

Concibiendo la cuenca hidrográfica como un sistema compuesto por subsistemas y elementos complejos y heterogéneos, se convierte en un territorio idóneo para llevar a cabo la labor conjunta de gestión y manejo de los recursos naturales (García, 2006).

La Gestión y el manejo de cuencas establecen como prioridad la conservación del ambiente y los recursos naturales, como base para la construcción de nuevos acuerdos de tipo social que repercutan favorablemente en la economía local y regional, favoreciendo la sostenibilidad, el desarrollo económico y los beneficios a las comunidades humanas (Pineda *et al.* 2015).

La gestión integrada de cuencas incorpora los aspectos ambientales que se relacionan con los aspectos socioeconómicos, considerando la posibilidad de aplicar medidas y actividades específicas (manejo) para el medio ambiente considerando la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.

La gestión de cuencas representa un proceso en el cual se debe contemplar el estado de los subsistemas que se desarrollan en la cuenca, al igual que a los actores y sectores que tienen influencia dentro del territorio, marcando un mismo enfoque entre el conjunto de actores relacionados para lograr un funcionamiento adaptativo a las condiciones que presenta la cuenca.

Por su parte el manejo forma parte de la gestión de cuencas, ya que, constituye las acciones específicas que permiten el mejoramiento o recuperación de la función que desempeñarían ciertos elementos constitutivos de la estructura de la cuenca.

La gestión permite conciliar entre los diferentes intereses de los actores que dependen de la estructura de la cuenca hidrográfica, por lo que reduce conflictos, resalta la capacidad adaptativa de los habitantes al medio y permite disminuir la alteración a la estructura de la cuenca, y por lo tanto la función puede mejorarse (Dourojeanni, 1993 en García, 2006).

Las acciones de manejo integral que se logren mediante la gestión de cuencas permiten resolver un complejo conjunto de problemas interrelacionados. Este proceso debe ser adaptativo, es decir, que se va construyendo y aprendiendo de las experiencias,

sustentado en información científica y local, resuelve problemas comunes por lo que requiere la concurrencia, cooperación y colaboración de diversos actores e instituciones con una visión común (Cotler y Caire, 2009).

La gestión apropiada de una cuenca brinda beneficios a la sociedad, que se representan en una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos que parten de mantener las funciones ecológicas, sociales y económicas de la propia cuenca a partir del manejo participativo, adaptativo, sistémico y con visión a largo plazo del territorio. Sin embargo, las externalidades generadas por distintas actividades humanas dentro de la cuenca, constatan que el papel de cada actividad y por ende de cada actor es diferente en relación con su posición en la cuenca.

Es por ello que para entender la dinámica de la cuenca deben reconocerse tres zonas funcionales distintas (Garrido *et al.*, 2010 en Cotler *et al.*, 2013):

La zona de captación, de cabecera o cuenca alta. Son áreas aledañas a la divisoria de aguas o parteaguas en la porción altimétrica más elevada de la cuenca; abarca sistemas de montaña y lomeríos. En esta zona se forman los primeros escurrimientos (arroyos) luego que los suelos han absorbido y retenido toda el agua según su capacidad.

La zona de almacenamiento, de transición o cuenca media. Es una zona de transición entre la cuenca alta y la cuenca baja, donde los escurrimientos iniciales confluyen aportando diferentes caudales cuyas concentraciones de sedimentos, contaminantes y materia orgánica diferirán en función de las actividades que se realizan en cada subcuenca; es un área de transporte y erosión.

La zona de descarga, de emisión o cuenca baja. Es el sitio donde el río principal desemboca en el mar o bien en un lago. Se caracteriza por ser una zona de importantes ecosistemas, como los humedales terrestres y costeros, además de productiva para el uso agrícola y donde se acumulan los impactos de toda la cuenca.

Con base en lo anterior, se considera importante dentro de un estudio dirigido a la gestión y manejo de cuencas el retomar las zonas funcionales como estructuras que describen la función y estructura de la misma.

De igual forma, al considerar a la cuenca como un sistema complejo y heterogéneo, compuesto por subsistemas donde los elementos condicionan las relaciones existentes dentro del mismo, es posible aplicar el enfoque paisajista para disgregar, describir y analizar las características y relaciones de dichos subsistemas y sus componentes, por lo que presenta una vía aplicable para desarrollar la gestión y manejo de cuencas hidrográficas.

1.6 Paisajes físico-geográficos como herramienta de gestión y manejo de cuencas

Según Cotler (2007), el estudio de cuencas hidrográficas presenta un gran reto, representado por la delimitación de unidades ambientales homogéneas de menor escala a las zonas funcionales, que permitan realizar una caracterización de sus componentes, tomando en cuenta su funcionamiento particular sin perder de vista el lugar que ocupan como componente del sistema llamado cuenca.

Con base en ello, y, con el objetivo de realizar estudios que cumplan este reto se propone el análisis paisajístico físico-geográfico, como enfoque que permite analizar a detalle la estructura vertical y horizontal del paisaje que conforma la dinámica dentro de las zonas funcionales de la cuenca (Cotler, 2007).

El enfoque de paisajes o enfoque paisajístico físico-geográfico, se basa en la Geografía Física Compleja o Geografía del Paisaje, la cual según Mateo (1991), citado por Carbajal *et al.* (2009), tuvo sus inicios con los trabajos del creador de la edafología científica, el ruso V.V. Dokuchaev (1846-1903): al señalar que el suelo era el resultado de la interacción entre la roca madre, el relieve, el agua, el calor y los organismos.

La geografía del paisaje toma como base que la capa exterior de la Tierra, presenta una composición y estructura más compleja, formada por una serie de subsistemas, naturales o paisajes. Permite la identificación de unidades de orden natural que poseen un comportamiento sistémico, integrado por componentes naturales abióticos, bióticos y formados bajo la influencia de los procesos físicos y de la actividad modificadora de la

sociedad humana que se encuentra en permanente interacción y se desarrolla históricamente (Mateo y Bollo, 1987, en D'Luna, 1995, citado por Carbajal *et al.* 2009).

Con base en lo anterior, los estudios de paisajes derivan en un análisis sintético e integral del territorio, apoyado en sus componentes (estructura vertical), y el arreglo espacial resultado de las relaciones entre éstos (estructura horizontal), permitiendo evaluar su condición con miras a la conservación y optimización de su uso.

Los principios para su clasificación según Mateo (2002) en Hernández *et al.* (2006) son dos:

Principios Histórico-Evolutivos: Los geocomponentes co-evolucionan en el espacio y el tiempo. Esto significa que lo que observamos hoy en el paisaje es el resultado de años de evolución conjunta entre todos los componentes del mismo, ningún componente evoluciona aislado del resto. Este principio se puede utilizar a través del análisis de componentes relativamente más estables en el proceso de evolución natural, en un lapso determinado, por ejemplo litología y clima.

Principios Estructuro-Genéticos: Todas las entidades geográficas poseen una determinada estructura y todas son consecuencia de un definido proceso genético. Este principio implica esclarecer lo más posible las relaciones entre los distintos componentes de la estructura vertical del paisaje (roca o depósitos, relieve, condiciones hidro-climáticas, suelos y biota), así como reconocer las causas y las condiciones de la formación del paisaje.

Los principios anteriores resultan importantes debido a que describen las principales características que aportarán a un estudio que tome en cuenta el enfoque paisajístico, las cuales se refieren a que cualquier representación actual del paisaje es resultado de un proceso histórico de evolución e interacción entre los componentes más estables y dinámicos del mismo.

La importancia del enfoque físico-geográfico radica en que ofrece una visión integradora de la naturaleza en la superficie terrestre incluyendo las modificaciones antrópicas, siendo así que el análisis del paisaje no solo comprende el paisaje natural, sino

la totalidad del paisaje, incluyendo todas las huellas de la acción antrópica (Bertrand, 1968 y Mateo, 2002, en Enríquez *et al.*, 2004).

Al aplicar dicho enfoque es necesaria la delimitación de las unidades de paisaje, que se refieren a las unidades que pueden representar espacialmente los principales componentes de un ecosistema (estructura-función).

Resultando en la identificación de unidades de orden natural que poseen un comportamiento sistémico, con lo cual se contribuye a comprender el funcionamiento de los complejos territoriales locales, para tener un mejor acceso a la correcta administración de los recursos naturales con que cuenta cada uno de ellos (Carbajal, 2008).

En ese sentido, considerar las unidades de paisaje permitirá en primer lugar, realizar el estudio detallado de las condiciones presentes en unidades de menor superficie que el área de la cuenca, y por otro lado, obtener información detallada de los subsistemas y su dinámica para realizar propuestas de ordenamiento y planeación del territorio desde una perspectiva multiescalar. Es así que el ordenamiento del territorio constituye un fin común derivado del proceso de análisis por medio de la teoría general de sistemas y desagregación en unidades de paisaje del territorio cuenca.

1.7 Ordenación del territorio bajo el enfoque de cuencas

El ordenamiento territorial es una disciplina científica, técnica administrativa y política, desarrollada en los últimos treinta años del siglo XX, para promover el desarrollo “equilibrado y sostenible” de los pueblos, corregir o prevenir los conflictos surgidos por la presión sobre los recursos naturales y espacios geográficos, corregir los efectos de conflictos armados en el planeta, y organizar el espacio. Actualmente, su objetivo es la organización, armonización y administración del uso y ocupación del territorio a fin de abonar al desarrollo, sustentabilidad, equilibrio intra e interregional, y al uso racional y justo de los recursos naturales (Salinas, 2008).

Según García (2006) la sostenibilidad y continuidad de un territorio dependen de la planificación y ordenación de los objetivos que sigan las acciones humanas sobre los ecosistemas, además de identificar las interrelaciones entre los diferentes elementos que determinan su composición, estructura y función.

Para realizar una organización u ordenamiento del territorio en función del medio natural o de las necesidades humanas de la población, la ordenación del territorio debe tomar en cuenta los aspectos morfológicos como la disposición geográfica; la estratigrafía, mediante la investigación vertical como horizontal, de las diversas etapas del paisaje y la dinámica, relacionada con los procesos y ritmos en los que ocurre dicha organización, buscando con ello, la trascendencia social, material (natural) y espiritual del territorio (Sosa, 2012).

La ordenación territorial llega a condicionar los procesos socioeconómicos de la población que habita la cuenca, por lo que es necesario tomar en consideración la ordenación según las necesidades materiales logrando así la organización espacial de las actividades, de acuerdo a la valoración histórica de los recursos disponibles (Briceño, 1995 en Cabeza, 2008).

En ese sentido, la ordenación del territorio representa un conjunto de normas establecidas por el grupo social, destinadas a conseguir la correcta vertebración del territorio, paliando en la medida de lo posible las diferencias socioeconómicas de las poblaciones, provocadas por procesos de carácter natural, histórico, social y económico, por lo tanto la ordenación del territorio necesita de ciertos enfoques y disciplinas que le permitan alcanzar sus objetivos (Noriega, 2008).

El enfoque de cuencas permite tener las herramientas e insumos necesarios a nivel espacial para realizar un ordenamiento del territorio, no solo desde el punto de vista geográfico natural, sino también humano, porque en ella tienen asiento una complejidad de procesos derivados de las relaciones hombre-naturaleza y hombre-hombre (Arias y Duque, 19992 en García 2006).

De igual forma, el enfoque paisajístico físico-geográfico permite, a través, de la clasificación y análisis de la unidades de paisaje, la gestión del espacio en un contexto de ordenamiento territorial, donde se pueda satisfacer de manera planificada el desarrollo armónico de la economía, las expectativas sociales y la conservación y manejo del patrimonio natural (Hernández *et al.*, 2012).

El ordenamiento territorial al tratar de racionalizar el uso del espacio por medio de acciones ordenadas que buscan una mejor repartición espacial de actividades según los recursos disponibles, tiene como aliado a los Sistemas de Información Geográfica herramientas tecnológicas que facilitan el manejo de bases de datos, tratamiento estadístico, elaboración cartográfica y la modelación de procesos georreferenciados, permitiendo a la sociedad elaborar estrategias y acciones más acertadas en función de los objetivos del ordenamiento (Vargas, 2012).

Finalmente, se puede decir que el ordenamiento del territorio representa una alternativa viable para organizar y reorganizar la dinámica dentro del territorio cuenca, permitiendo tomar decisiones más acertadas respecto al desarrollo de acciones específicas para la solución de problemáticas, aprovechamiento de potenciales y la mejora de aspectos ambientales, sociales y económicos dentro del territorio.

Consideraciones finales

El análisis de las posturas realizado anteriormente, mostró la existencia de los planteamientos teórico-conceptuales necesarios para desarrollar el tema de investigación, sin embargo, es pertinente adaptar sus planteamientos a la zona de estudio. De igual forma, se describe un lazo conector entre la teoría de sistemas y los conceptos de espacio y territorio, permitiendo mediante sus lineamientos abordar las temáticas que ellos encierran, siendo así, resulta práctico modelar el territorio cuenca mediante los parámetros de esta teoría, representándola como un sistema complejo con variadas relaciones entre sus subsistemas y componentes. Es así que, el enfoque paisajista físico-geográfico es funcional para analizar el sistema cuenca, dirigiendo mediante el estudio de sus condiciones actuales, acciones de ordenamiento que regulen la gestión y manejo de los subsistemas que la conforman.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

Panoramas de la gestión y manejo de cuencas tomando como herramienta el paisaje físico-geográfico.

Este apartado muestra los estudios y planteamientos documentales e históricos que se han desarrollado sobre el tema de estudio, teniendo una aproximación que va de lo general a lo particular, considerando referentes internacionales, nacionales y locales, abordando dos temáticas principales: la gestión y manejo de cuencas hidrográficas y los paisajes físico-geográficos en relación a las cuencas.

De igual forma, se hace referencia al origen, enfoques, metodologías, variables e indicadores utilizados para llevar a cabo las investigaciones, identificando las posibles aportaciones en cuanto a variables de análisis o metodologías aplicables al tema de investigación, así como, los faltantes en cuanto a sus aproximaciones que posiblemente puedan ser resarcidos y aplicados a la zona de estudio.

Finalmente, se hace una breve descripción local e histórica de la Microcuenca Potrero de la Palmita, donde se describen por una parte los estudios que han tomado en consideración la zona de estudio y por otra, se detalla el proceso seguido por la comunidad para constituirse como la localidad, resaltando las actividades y procesos que fomentaron su aparición, los efectos y problemáticas que desencadenó en ella y la respuesta que se tuvo basada en su cosmogonía e intervencionismo por parte de actores externos.

2.1 Gestión y Manejo de Cuencas. Un panorama internacional

En los últimos años, la gestión y manejo de cuencas ha sido una temática que ha tomado auge desarrollando enfoques, aproximaciones, iniciativas, programas, proyectos y un sinnúmero de acciones planteadas a partir de esta visión, por ello se realizará el análisis de diversos trabajos presentados a una escala internacional que permitirán relacionar lo que se pretende realizar en esta investigación y lo hecho en este contexto.

En ese sentido, existen posturas que retoman el enfoque ecosistémico como metodología que para la gestión y ordenamiento del territorio cuenca, del cual es importante considerar su aporte en la concepción de la cuenca como sistema complejo

basado en la teoría de sistemas, la cual se desglosa en subsistemas (ambientales, sociales, culturales y económicos), y puede representarse cartográficamente mediante el uso de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Es el caso de Andrade (2004) que fundamenta su trabajo en la teoría de sistemas, el cual es desarrollado en la región de América Latina, el Caribe y México, mediante una serie de lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico, propone una visión integral donde se consideran variables ambientales, sociales, culturales y económicas, para lograr una gestión ambiental eficiente de la tierra, agua y recursos vivos presentes en las cuencas, constituyéndose como enfoque apto para desarrollar la gestión integrada del territorio, utilizando los SIG para su representación espacial.

Asimismo, en Sudamérica, específicamente en la región andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, Aguirre (2012) realiza la gestión integrada de cuencas siguiendo el enfoque ecosistémico con miras a la ordenación del territorio y del recurso hídrico, partiendo de la delimitación de las cuencas hidrográficas mediante la metodología de Pfafstetter que permite cartografiar a escala mediana y pequeña (1:250,000 y 1:1'000,000) las cuencas del territorio sudamericano facilitando así la visión general del territorio por medio de cartografía, permitiéndole planificar la región y desarrollar programas.

Existen otras posturas que realizan la gestión y manejo de cuencas por medio del enfoque integrador y paisajista-fisicogeográfico, donde resulta importante el modelaje de las variables biofísicas, identificación de problemáticas y potencialidades; abordando temáticas como aptitud natural del suelo y uso de suelo, llegando finalmente a configurar un plan de manejo, apoyado en todo momento por cartografía detallada.

Es el caso de Colombia donde Londoño (2001) realiza una propuesta para la planificación, ordenación y manejo de cuencas, resaltando la importancia de tomar como base el enfoque fisicogeográfico-paisajístico que retoma a la cuenca como unidad de análisis, la cual se aborda a partir de un diagnóstico y la identificación de situaciones y actores, que llevan a definir los usos dentro de la misma acompañados de restricciones y

soluciones, los cuales se evalúan y monitorean por medio de los programas y proyectos enunciados en el plan de ordenación.

En Chile, Francke (2002) realiza un análisis histórico de la situación del manejo de cuencas, mostrando que a lo largo de la historia el país ha tomado como parte fundamental la planificación del uso de la tierra, en ocasiones utilizando estrategias participativas, donde las variables importantes son los hábitats, paisajes y la biodiversidad, evaluados por medio de indicadores como programas y proyectos desarrollados por las dependencias que tienen influencia en dichos temas, al igual que la valoración económica, educación, investigación, utilización e implementación de SIG y el monitoreo.

Para Ecuador, Bonilla (2007) elabora una propuesta para llevar a cabo el plan maestro de la cuenca del río Chanchán ubicado en la provincia del Chimborazo, siguiendo un enfoque de gestión de cuencas y recursos naturales, para ello sigue una metodología de análisis ambiental estratégico que consiste en estudiar el sistema ecológico en relación con la sociedad humana, los problemas ambientales y las oportunidades ambientales, apoyándose de cartografía participante, recorridos en campo y matrices que le permitieron realizar un esquema de planeación estratégica para la cuenca donde se orientaron las actividades sectoriales mediante programas, construyendo indicadores para su evaluación y seguimiento.

El estudio de las cuencas en Cuba es abordado por González (2008) a partir del enfoque de manejo integral de cuencas, el cual se desarrolla a partir de una etapa de inventario donde se describen las características fisicogeográficas y socioeconómicas de la cuenca, posteriormente se tiene una etapa de diagnóstico compuesto por un apartado integral y otro de problemáticas, para con ello desarrollar un plan de medidas, el plan de manejo integral y el plan de seguimiento y control, apoyándose de herramientas cartográficas y un equipo multidisciplinario.

De igual forma en ese país, Ruiz *et al.* (2010) llevan a cabo la evaluación y diagnóstico de los recursos ambientales y socioeconómicos de la cuenca de Guanabo, siguiendo el enfoque de manejo integral de cuencas, mediante el desarrollo de una metodología de estudio geoambiental, la cual se desarrolla a partir de un diagnóstico del

medio físico, donde se consideran variables como localización, geología, relieve, clima, hidrología, suelos, riesgos naturales como erosión y movimientos de ladera; un diagnóstico humano que considera temas como usos de suelo y características socioeconómicas y finalmente un diagnóstico del recurso agua donde analiza la variabilidad pluviométrica, evaporación, calidad y disponibilidad de agua en la cuenca, todo apoyado de cartografía para su representación espacial.

Asimismo, en Costa Rica, Rojas (2011) retoma el enfoque socioambiental, en su estudio de la cuenca ríos Península de Osa, con el objetivo de caracterizar las cuencas del país, retomando una metodología integral donde se consideran los aspectos socioeconómicos, biofísicos, climáticos y la oferta y demanda de agua en las cuencas, logrando representar por medio de cartografía las características de la zona de estudio.

En Colombia, Valencia *et al.* (2012) realizan el estudio semidetallado de suelos de la cuenca del Río Jamundí, con el objetivo de lograr la ordenación del territorio considerando a la cuenca como la zona mejor definida para ello, aproximándose por medio del estudio de suelos, dando prioridad a tres tópicos como son los cultivos, la protección y el turismo, desarrollando una metodología específica para abordarlos después de haberlos identificado como prioridades del territorio en cuestión, asimismo estas variables permiten monitorear y mejorar el estado de la cuenca y desarrollar actividades económicas que beneficien a la población y sean acordes a la aptitud natural de las unidades de suelo.

En Argentina, Gaspari *et al.* (2013) plantean los elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas serranas y de llanura, donde es evidente la aplicación de un enfoque integrador y multisectorial, partiendo del conocimiento y modelaje de las condiciones biofísicas de la cuenca con el objetivo de conocer el funcionamiento de la zona y posteriormente construir un plan de manejo de la cuenca.

Resaltan también estudios donde la gestión y manejo de cuencas se lleva a cabo considerando la temática de gestión del riesgo, ya que permite realizar una aproximación más completa de la dinámica presente en el territorio cuenca, además de reducir la vulnerabilidad de sus habitantes. De igual forma, estos estudios señalan la importancia de

la delimitación de las zonas funcionales y la zonificación de la aptitud biofísica para lograr disminuir el deterioro ambiental y llevar a cabo el ordenamiento territorial, utilizando como herramienta la cartografía y los SIG.

En ese sentido, Umaña (2002) desarrolla el plan de manejo de las 21 cuencas de Nicaragua con base en la metodología de manejo integral de cuencas y gestión de riesgos, dichos planes se componen de una caracterización y diagnóstico de las cuencas considerando sus zonas funcionales, teniendo como ejes principales la educación ambiental y la captación de agua.

En Honduras, Díaz (2004) lleva a cabo el manejo y gestión del riesgo a desastres naturales en el área de la Mancomunidad de los municipio del Centro de Atlántida, tomando a la cuenca hidrográfica como eje integrador que permite gestionar de manera eficiente los riesgos causados por diferentes fenómenos naturales y antrópicos en un territorio, para ello se siguió el enfoque de manejo integral de cuencas mediante una metodología de gestión integral del riesgo, donde las variables principales son la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, lo cual es posible abordar a través de mecanismos participativos como talleres y análisis FODA, diagnosticando y problematizando la zona de estudio, haciendo factible la generación de una forma planificada de actuar y responder ante los fenómenos que afectan el territorio.

Para Guatemala, Aguilar (2007) realiza el manejo integral de cuencas por medio del enfoque de gestión del riesgo, el cual desarrolla a partir de un estudio compuesto por 5 fases: fase previa (acciones a realizar), fase de diagnóstico (problemas, amenazas o peligros, vulnerabilidad ante desastres naturales), fase de diálogo-negociación-planificación (quien hace que), fase de ejecución, y fase de evaluación y sistematización, buscando la protección de las zonas altas de cuenca, uso de tierras bajo aptitud biofísica, ordenamiento territorial, coordinación entre actores, uso adecuado del agua y la reducción de vulnerabilidad y riesgo ante desastres naturales.

En Costa Rica, Saborío (2009) desarrolla una metodología de gestión de cuencas hidrográficas para la región centroamericana, aplicada en cuencas hidrográficas estratégicas de Guatemala y en la cuenca del Río Savegre, siguiendo el enfoque del riesgo

integral, donde incluye la temática de riesgo y sus variables para la elaboración detallada de un ordenamiento del territorio, con el objetivo de prevenir afectaciones, realizando para ello, un análisis integral de aspectos ambientales y socioeconómicos, utilizando como herramienta de representación espacial los SIG, elaborando cartografía a escala 1:50,000.

En Argentina, Ferrer y Torrero (2015) realizan el manejo integrado de la cuenca del río Gualjaina, Chubut, basándose en el marco jurídico e institucional en materia de agua, dirigiendo el ordenamiento y gestión de la cuenca, resaltando para el estudio de riesgos variables hidrográficas y geomorfológicas, además de enfatizar en temas económicos y de deterioro ambiental.

Finalmente, resaltan enfoques que llevan a cabo la gestión y manejo de cuencas considerando la acción de gestores y actores en el proceso de planificación y ordenación del territorio dentro de una cuenca, utilizando mecanismos de ordenación participativa, que permiten la participación incluyente y crítica de la población mediante el consenso de las problemáticas llevando a cabo talleres, manuales, trípticos y cartografía que finalmente derivan en la zonificación y plan de manejo de la cuenca.

En ese sentido, Faustino y Jiménez (2005) realizan diversos estudios en cuencas de Costa Rica siguiendo un enfoque desarrollado a partir del modelo de cogestión de cuencas donde se busca establecer directrices estructurados para que los gestores y actores desarrollen una adecuada planificación y ordenamiento del territorio, plasmando sus actividades en un plan de cogestión y finalmente llegando a una zonificación de la cuenca donde se plasman las actividades y procesos a desarrollar.

En las cuencas de Perú, Chamocho (2010) realiza proyectos donde por medio del ordenamiento territorial logra la planeación y gestión integrada de cuencas con miras al desarrollo sustentable del territorio, para ello utiliza un instrumento que considera variables ambientales y socioeconómicas, siguiendo una metodología de ordenación participativa, partiendo del desarrollo de un diagnóstico, después la aplicación de instrumentos y métodos (registros y mapeos) utilizando técnicas de geografía aplicada, y SIG dando finalmente una zonificación ecológico económica basada en la potencialidades de la cuenca, teniendo durante el proceso participación flexible e inclusiva de los actores,

desarrollando la planificación horizontal y vertical, el manejo de escalas y temporalidad, considerando la densidad de población y actividades productivas, y retomando el enfoque de género buscando un desarrollo endógeno.

En Costa Rica, Faustino *et al.* (2011) realizan el Plan de manejo de la cuenca del Río Jesús María donde la gestión de la cuenca, se plantea a partir de su planeación concretada en el instrumento denominado plan de manejo, desarrollando un modelo de gestión que permite identificar las problemáticas, causas, actores involucrados y posibles soluciones de forma participativa, posteriormente se lleva a cabo una caracterización y diagnóstico, a partir de los cuales se define una línea base para la resolución de las problemáticas y finalmente se elaboran programas y proyectos, por medio de los cuales las instituciones (actores) involucradas ante las problemáticas más importantes las resuelven por medio de una zonificación del área de estudio.

Gaspari (2013) desarrolla sus estudios en las cuencas hidrográficas de Argentina, donde el manejo integral de cuencas lo lleva a cabo con el objetivo de planificación y ordenación del territorio, se basa en mecanismos participativos incluyentes, con equipos integrativos y recalca la importancia de preparar expertos sobre el tema.

Flores, Díaz y Arana (2013) exponentes de la Gestión integral de cuencas en Venezuela desarrollan un proyecto en la cuencas de los ríos Pao y Unare, donde promueven el enfoque participativo, evidenciando que la participación crítica de la población representa un medio por el cual el mediador puede transmitir la información respecto a la gestión, planificación y organización social de la cuenca, aplican una metodología de investigación-acción-participante, siguiendo un modelo de Matriz de fuerzas motrices, presión, estado, impacto, respuesta, con el objetivo de evaluar el estado del ambiente, utilizando para la aproximación participativa talleres, manuales y trípticos.

2.2 Gestión y Manejo de Cuencas. Un panorama Nacional

A nivel nacional se presentan estudios de caso como el de Barbosa *et al.* (2009) que elaboran el Plan Rector de Producción y Conservación para la Microcuenca La Joya ubicada en los estados de Querétaro y Guanajuato, siguiendo el enfoque de gestión integrada de cuencas y la guía técnica para la elaboración de PRPC (SAGARPA, 2005), el

cual se desarrolla por medio de una caracterización del marco biofísico, marco social y marco económico, posteriormente el diagnóstico de las problemáticas socioambientales de forma participativa, permitiendo finalmente proponer proyectos estratégicos para propiciar el desarrollo socioeconómico de la zona.

En Chiapas, Pineda *et al.* (2015) desarrollan el Plan de Manejo Estratégico de la subcuenca del Río Sabinal, retomando el enfoque de microcuencas, desarrollándolo en tres etapas que consistieron en la actualización de información biótica, social y económica, análisis de su estructura y función por medio del cambio de uso de suelo, análisis de los cauces y la calidad del agua, posteriormente se trabajó de forma participativa con grupos de organizaciones civiles, academia y gobierno para generar el plan que viera por la resolución de problemáticas y el ordenamiento del territorio.

En Jalisco, Caro (2014) realiza un inventario de recursos naturales de la cuenca El Ahogado con el objetivo de aportar herramientas eficaces para su ordenamiento territorial, disminuir las afectaciones naturales en la zona urbana y manejo integral, para ello desarrolló un Sistema de Información Geográfica utilizando la plataforma Arc Gis 10.0, basando su análisis en la construcción de una base de datos y el análisis geográfico de las variables de uso de suelo, riesgo ante inundaciones, clima, hidrología y relieve.

Para el estado de Querétaro, Pineda *et al.* (2005) elaboran el Plan de Manejo de las microcuencas San Pedro, Bravo y El Nabo, siguiendo un enfoque de manejo integrado de cuencas con un equipo interdisciplinario, los planes contienen la etapa de caracterización donde se abordan cuestiones biofísicas, sociales y productivas, la etapa de diagnóstico integrado descrito por indicadores como el balance hídrico, erosión y servicios ambientales; diagnóstico participativo donde se muestran las problemáticas detectadas de forma técnica y participativa, y finalmente con base en ello se elabora el plan, las políticas, zonificación y descripción de los componentes de manejo, utilizando para su representación cartografía y SIG.

También, Pineda *et al.* (2000) realizan estudios para la conservación y manejo del suelo de la microcuenca Santa Catarina, Querétaro, mediante un diagnóstico integral que parte de las características biofísicas, cálculo de degradación del suelo mediante la

metodología GLASOD, cálculo de la tasa de erosión, para con base en ello elaborar el programa de monitoreo y las propuestas para el manejo y control de la degradación del suelo y otros recursos naturales.

Por su parte, Reyes y Campos (2014) realizan las bases nacionales para la elaboración de atlas de riesgos para SEDATU, propuesta que considera el enfoque de gestión del riesgo en diferentes escalas, en este trabajo se enlistan los contenidos básicos que debe contener un atlas de riesgos ante fenómenos perturbadores naturales divididos en geológicos e hidrometeorológicos, el cual parte de la caracterización de elementos del medio natural, sociales, económicos y demográficos, para posteriormente representar las amenazas, peligros, vulnerabilidades y riesgos mediante cartografía.

SEMARNAT (2010) emite los términos de referencia para desarrollar programas de ordenamiento ecológico en el territorio nacional aplicado en diversas regiones como la Cuenca del Río Tuxpan, la Subcuenca Nevado Sur, Subcuenca del Río Sabinal, Municipio de Querétaro, Municipio de Atlacomulco, entre otros desarrollados en cuatro etapas consecutivas que consisten en la caracterización (natural, social y económico-sectorial), diagnóstico, pronóstico y propuesta, considerando como base la regionalización político administrativa, sin embargo retoma el enfoque físico geográfico que permite construir las unidades ambientales, las unidades de gestión ambiental y el modelo de ordenamiento ecológico (políticas ambientales), considera temáticas como cuencas, riesgos naturales, aptitud natural y sectorial y conflictos presentes en el territorio de análisis.

Las posturas anteriores en conjunto, señalan que el proceso a seguir para desarrollar un estudio que retome como zona de estudio las cuencas en sus diferentes escalas, podría contener una caracterización natural, social y económica, un diagnóstico integral y participativo donde se identifican las problemáticas y se apliquen indicadores como el balance hídrico, erosión, servicios ambientales, cambio de uso de suelo, análisis de los cauces y la calidad del agua, análisis de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos naturales, así como la evaluación de la aptitud natural y conflictos; para posteriormente realizar el ordenamiento de su territorio mediante un plan, políticas,

zonificación y descripción de los componentes de manejo, utilizando para su representación cartografía y plataformas de SIG.

2.3 Paisajes físico-geográficos y cuencas hidrográficas. Panorama internacional.

Existen algunos estudios de caso a escala internacional que consideran el trabajo conjunto del enfoque paisajista y las cuencas hidrográficas para lograr su gestión y manejo, es el caso de Hasdenteufel *et al.* (2008) quienes realizan el modelo de ordenamiento ambiental de la cuenca hidrográfica superficial del río Quibú, perteneciente a la provincia de la Habana, Cuba, con un enfoque de gestión ambiental y manejo integrado, siguiendo una metodología geoecológica donde se definieron las unidades de paisaje o paisajes presentes en la microcuenca identificando condiciones naturales, sociales y económicas al igual que sus problemáticas, para finalmente proponer su zonificación y solución de problemáticas mediante el modelo, ayudados para su análisis y representación por cartografía escala 1:25,000.

En España, Nogué y Sala (2008) realizan la evaluación del paisaje de Cataluña, con el objetivo de ordenar el territorio, para ello desarrollaron una metodología que parte del inventario de valores paisajísticos, seguido de la delimitación de unidades de paisaje, diagnosticando y estableciendo los objetivos de la unidad, para finalmente realizar una propuesta de medidas y acciones para las unidades de paisaje de la región.

De igual forma, dentro del mismo país, Franch *et al.* (2015) realizan el análisis del paisaje geosistémico de la cuenca del río Martín en Aragón, partiendo de la metodología de la geografía física compleja que consiste en definir los paisajes físico-geográficos que constituyen la cuenca, utilizando para su construcción la geomorfología, clima, suelos, pendiente, vegetación y uso de suelo, resultando en la caracterización del paisaje por medio de cartografía escala 1:250,000.

Para Chile, Jaque (2010) elabora el diagnóstico territorial de la cuenca del río Andalién, siguiendo el modelo geosistémico o de análisis integrado de sistemas naturales propuesto por Bertrand, en el cual se parte de la identificación de las unidades geosistémicas y sus geofacies analizando sus componentes y riesgos naturales, para

describir el estado actual de los paisajes de la cuenca, elaborando también índices de cobertura vegetal, clasificación, y finalmente la carta de geosistemas escala 1:50,000.

En Argentina, Bertani (2011) realizó una propuesta de planeación y ordenamiento territorial del departamento de minas en la Provincia de Neuquén, mediante una evaluación geoecológica de los paisajes, desarrollada mediante cuatro fases: la de inventario, análisis, diagnóstico y propositiva, trabajando con cartografía escala 1:250, 000, cuyos indicadores fueron la degradación de la tierra, problemas ambientales y potencial geoecológico.

En el caribe colombiano, López, Lozano y Sierra (2012) realizan una zonificación ambiental con miras al ordenamiento y manejo del territorio de la zona costera del departamento del Atlántico, partiendo de la delimitación de unidades ecológicas del paisaje, generadas a partir de la geomorfología, cobertura y uso de suelo, de las cuales se analizó el grado de influencia de riesgos naturales, equilibrio hídrico, aptitud, conflictos y problemáticas, por medio de talleres técnicos interdisciplinarios, procesos participativos y SIG, para finalmente definir las categorías de manejo que resuelvan las problemáticas anteriormente identificadas en la zona de estudio.

Muñoz y Azócar (2014) realizan la gestión del territorio comprendido por la cuenca del Río Baker en Chile, con base en una metodología de análisis y gestión del paisaje, donde resaltan los paisajes fluviales y se describe por medio de sus cualidades, su valor espacial, ambiental, social y territorial, las interrelaciones entre sus cualidades y funciones y los cambios que presentan, permitiendo con ello, indicar el potencial turístico, principalmente para ecoturismo y turismo rural, a través de análisis cartográficos, encuestas y estudios históricos del paisaje.

Las aportaciones anteriores señalan que el enfoque paisajista se adapta al enfoque de cuencas permitiendo caracterizar de forma detallada sus condiciones ambientales, sociales y económicas, analizar sus problemáticas, diagnosticar su estado actual mediante índices e indicadores, incorporando temáticas como riesgos naturales, equilibrio hídrico, aptitud, conflictos, potencial turístico entre otras, y trabajar a diferentes escalas, con

miras al ordenamiento del territorio comprendido por la cuenca, apoyándose de herramientas cartográficas como los SIG.

2.4 Panorama nacional de los paisajes físico-geográficos y cuencas hidrográficas.

Respecto a los exponentes nacionales se tiene al INE (2003) que lleva a cabo un estudio de la cuenca Lerma Chapala, con un enfoque de ordenamiento, considerando para ello los paisajes hidrológicos (subcuencas) que componen esta cuenca, se realiza una breve descripción de sus características altitudinales y de mesoexposición, realizando posteriormente su balance hídrico, analizando la disponibilidad, deterioro, fragilidad y vulnerabilidad hidrológica a escala 1:250,000.

Cotler y Priego (2004) realizan el análisis de los paisajes físico-geográficos e hidrológicos con el enfoque de manejo integrado de cuencas de la Cuenca Lerma-Chapala, partiendo de la delimitación de zonas funcionales (funcionamiento hidroecológico), para posteriormente por medio de la delimitación de unidades de paisaje, diagnosticar el uso y cambio de uso de suelo y su degradación, y analizar su vulnerabilidad por zonas funcionales, utilizando para su representación cartografía escala 1:250,000.

En el estado de Guerrero, Carbajal (2008) aplica el enfoque sistémico y geográfico mediante la evaluación paisajística del circuito turístico Chilpancingo-Azul, partiendo de la delimitación de las unidades de paisaje descritas por su estructura vertical y horizontal, a las cuales evaluó por medio de indicadores ambientales y con base en los resultados determinó el grado de degradación, aptitud de uso y propuesta de manejo.

Asimismo, dentro del mismo estado, García, Mendoza y Galicia (2005) llevan a cabo el análisis ambiental de la cuenca baja del río Papagayo, mediante su valoración paisajística, que consistió en la clasificación jerárquica de los paisajes y su evaluación mediante un índice de valor de paisajes elaborado a partir de los indicadores de sensibilidad de laderas, fragmentación, calidad visual y significado social, utilizando para ello cartografía escala 1:50,000.

En Querétaro, Arango (2006) realiza la caracterización geológico ambiental de la cuenca del Río Chichimequillas, partiendo de la evaluación del paisaje mediante una caracterización físico-ambiental, donde consideró temas como amenazas naturales,

escenarios y propuestas de usos de suelo con el objetivo de concretar una propuesta de reordenamiento de la cuenca e implementar su monitoreo con base en indicadores ambientales e indicadores geológicos o geoindicadores.

Bocco *et al.* (2010) aplican el enfoque de evaluación de tierras para diferentes usos siguiendo una metodología de evaluación del paisaje en la cuenca del río Tepalcatepec, Jalisco-Michoacán, partiendo de la regionalización geomorfoedafológica de los paisajes naturales (unidades de paisaje) desarrollados en la cuenca, las cuales contienen información geomorfológica, geológica, edafológica, altitud y pendiente, analizando el cambio de uso de suelo y vegetación, aptitud del territorio y conflictos para aplicarlos al ordenamiento ecológico de la misma, utilizando para su representación los SIG.

En la costa de Michoacán, Sánchez (2011) lleva a cabo una evaluación de paisajes naturales, basado en la metodología de geografía de paisajes donde se delimitan por medio de la sobreposición cartográfica las capas de relieve, pendientes, uso de suelo y vegetación y edafología para definir las unidades naturales del paisaje y posteriormente calcular el índice de heterogeneidad, riqueza y endemismo para definir la aptitud turística ante diversos tipos de turismo representados y analizados a escala 1:50,000.

Hernández *et al.* (2012) realizan el ordenamiento ecológico territorial del noroeste del estado de Chiapas, mediante un análisis geomorfológico donde se definen los paisajes físico-geográficos considerando la estructura y distribución de las unidades de paisaje, caracterizadas mediante sus subsistemas natural, social, económico y urbano regional, así como su aptitud de uso, generando unidades de gestión ambiental necesarias para el ordenamiento a escala 1:100,000.

Al occidente de la Ciudad de México, García (2013) realiza el análisis territorial de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, siguiendo una metodología paisajística donde se definieron unidades de paisaje según Bertrand, mediante la sobreposición de las macroestructuras y mesoestructuras, a partir de las cuales se diagnosticó su estado actual y tendencia dinámica, utilizando para su representación cartografía escala 1:50,000.

Los aportes antes descritos evidencian la adaptabilidad del enfoque paisajista físico-geográfico a la delimitación por cuenca o por región con límites sociopolíticos,

aunado a ello se señala la importancia de incluir temáticas e indicadores ambientales como el balance hídrico, fragilidad, vulnerabilidad hidrológica, aptitud natural, aptitud turística, riesgos naturales, sensibilidad de laderas, fragmentación, calidad visual y significado social y degradación para su análisis detallado, permitiendo generar propuestas de manejo y ordenación del territorio a escalas pequeñas y grandes utilizando como herramienta cartografía y SIG.

2.5 Microcuenca Potrero de la Palmita. Antecedentes locales.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2015), realiza la delimitación cartográfica del Área de Protección de Recursos Naturales “Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043” zona donde se encuentra ubicada el área de estudio, describiendo de manera general las características naturales del polígono resultante, enfatizando la temática de uso de suelo, vegetación y tenencia de la tierra, considerando a la cuenca importante por sus condiciones naturales y su aporte hídrico.

Brown (2003) realiza un informe sobre los impactos de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago en la pesquería de la presa Aguamilpa, donde caracteriza sus componentes ambientales y posteriormente los sociales, apoyándose con cartografía temática, que le permite diagnosticar el efecto de las poblaciones urbanas y rurales en la desembocadura de la cuenca, llegando a la conclusión de que las zonas con mayor densidad poblacional generan mayores impactos ambientales a la cuenca, sobre todo los que se dedican a actividades industriales, mermando en la cantidad y calidad del agua que llega a la Presa Aguamilpa. Lo anterior identifica a la microcuenca como importante por concentrar a una de las localidades que depende de la pesquería y aporta contaminantes a la presa.

Dentro del Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit 2005-2011 emitido por el COPLADENAY (2008) en el cual se realiza la descripción del marco jurídico, el diagnóstico estatal, se plasma la visión de desarrollo de las regiones que lo conforman, las políticas públicas a desarrollar, estrategias, proyectos y medición de resultados, considerando a la microcuenca como una cuenca que presenta procesos de migración, al igual de problemas agudos de pobreza producto de la falta de oportunidades de empleo, lo que se refleja en grados muy altos de marginación e inaccesibilidad.

CONAGUA (2015) lleva a cabo la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle Santiago-San Blas (1803), Estado de Nayarit, describiendo sus características geológicas, vegetativas y edáficas, para posteriormente calcular la recarga total media anual, la descarga natural comprometida y el volumen concesionado de aguas subterráneas, reportando un acuífero con agua disponible para otorgar nuevas concesiones, de igual forma resalta la importancia de la microcuenca como zona de recarga y abastecimiento de la zona urbana de Tepic.

Dentro del Plan Municipal de Desarrollo 2014-2017, el Honorable Ayuntamiento del Nayar (2014) describe el contexto histórico municipal, marco normativo, visión y misión, diagnóstico (natural, social, productivo), objetivo global, objetivos específicos, considerando a la microcuenca como prioritaria debido a sus bajos índices de empleo y a la cantidad de población femenina con la que cuenta, haciendo factible el apoyo para la generación y financiamiento de proyectos productivos que impulsen el desarrollo económico de las familias, generen empleo y mejoren su calidad de vida, de igual forma considera a la microcuenca como un área importante por sus tradiciones y cultura.

Asimismo, según lo mencionado en el trabajo de Ibarra *et al.* (2014) quien desarrolla una investigación de la gastronomía de la Sierra de Nayar, la microcuenca presenta potencial de atracción turística y es capaz de ofrecer servicios gastronómicos tradicionales por ubicarse dentro de la Sierra del Nayar y tener representatividad del grupo étnico wixárika o huichol.

2.6 Antecedentes históricos de la Microcuenca Potrero de la Palmita

Según Zepeda (2012), quien realiza un estudio sobre el impacto de las presas en Nayarit, específicamente en las comunidades de Potrero de la Palmita, Ahuapán y Naranjito de Copal; Potrero de la Palmita se constituye como una comunidad indígena huichol, ubicada aproximadamente a 9 kilómetros al este de la cortina de la Presa Aguamilpa, en el municipio del Nayar, estado de Nayarit, está asentada en una pequeña explanada rodeada de cerros, en las inmediaciones del embalse de la presa, cerca del lugar en donde anteriormente se unían el Río Grande Santiago y el Río Huaynamota.

Se constituye como localidad hace aproximadamente 25 años en el año de 1990, tres años antes de que se terminara de construir la presa Aguamilpa, proyecto de las Comisión Federal de Electricidad el cual estaba proyectado desde 1954 pero tardo 30 años en afinarse como proyecto hasta que de 1985 a 1989 se empezaron los trabajos de pavimentación de vías de acceso y cableado, empezando finalmente en 1993 el llenado del embalse, entrando en funcionamiento la unidad de generación eléctrica.

Su fundación, es un efecto del impacto causado por el despliegue tecnológico, económico y político, en la zona de Aguamilpa, derivado de la construcción de la presa, que obligó el desplazamiento de la población indígena y mestiza, primero por los preparativos e inicio de la construcción y posteriormente por la formación del embalse, viéndose también afectados por expropiaciones de tierras y daños a los ecosistemas acuáticos y terrestres de medio natural que los rodea.

Los habitantes en su mayoría, son personas que anteriormente vivía en la localidad de La Palmita, un poblado que se encuentra aproximadamente a 6 kilómetros al norte de su ubicación actual y que por las expectativas que en ese momento brindaba la construcción de la presa, gran parte de la población decidió cambiar su residencia al lugar que hoy ocupa Potrero de la Palmita, donde las posibilidades de trabajo en la actividad pesquera, prometía mejores condiciones de vida para los habitantes que en ese momento, decidieron desplazarse cerca del embalse con el fin de progresar.

Actualmente, las autoridades tradicionales y civiles residen en esta localidad, y el poblado de la Palmita sólo ha quedado como una comunidad anexa. No obstante, que la situación de los habitantes de Potrero de la Palmita remite a un movimiento voluntario inspirado por las posibilidades de trabajo derivado de la construcción de la presa, es importante recalcar que de ninguna manera quedaron exentos de los impactos que se generan a partir del desplazamiento.

Cabe resaltar que el desplazamiento se realizó de manera voluntaria e incluso con recursos propios, las precariedades a las que se enfrentaron resultaron ser similares a los que se presentan cuando realizan relocalizaciones forzosas como lo es la ansiedad, incertidumbre, angustia, falta de empleo, manipulación institucional y marginación.

Originalmente la comunidad de Potrero de la Palmita cuenta con una dotación de 18, 400 hectáreas, cantidad que se redujo aproximadamente a 15, 000 hectáreas, a causa de la inundación que ocasionó la formación del embalse de la presa.

Entre las pérdidas comunitarias por la formación del embalse se consideran aproximadamente poco más de 3,000 hectáreas, que representaban tierras fértiles de gran productividad según la percepción de los huicholes; además se extinguieron los manantiales de agua dulce que desembocaban en los ríos, los cuales, eran parte importante de los medios de subsistencia de la comunidad.

Otro efecto, resultado de la movilización voluntaria es que el Potrero de la Palmita que cuenta con una población menor a 500 habitantes, presenta un índice de rezago social clasificado como muy alto y un índice de marginación correspondiente a un grado de medio a alto.

Con el objetivo de impulsar la economía y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad se echaron andar varios programas (Zepeda, 2012), como lo son:

Programa de Artesanías: que consistía en la venta de productos artesanales hechos por los indígenas, dando pocos resultados porque los intermediarios fueron los que recibían las ganancias dejando con deudas a los artesanos indígenas, actualmente es apoyado por la Comisión de Pueblos Indígenas (CDI) financiando la manufactura y acopio, sin embargo genera pocas utilidades para los indígenas.

Programa de Abasto Alimentario de Alimentos Básicos: que consistió en surtir a las tienda comunitarias de productos básicos, cuyo fracaso se atribuye a una mala administración, atención y asesoría por parte de la Unidad de Desarrollo Social, sin embargo sigue hoy en día, pero no representa ningún ahorro a los pobladores debido a los costos elevados de los productos.

Programa de Salud e Higiene: llevado a cabo a través de un convenio con las instituciones de salud, se construyó una unidad médica pero no existe la presencia continua y responsable del personal médico que da la atención.

Programa del Maíz: consistió en la introducción de semillas mejoradas bajo la expectativa de mejorar la producción del grano, acompañadas de fertilizantes y pesticidas (altamente tóxicos), el programa fracasó debido a la falta de asesoría, y la producción no fue mejor a la obtenida con la cosecha de maíces nativos.

Programa Ganadero: fracaso debido a que no se hizo una consulta de los animales que los habitantes deseaban o no tener, por otro lado la mayoría de las especies entregadas murieron por no adaptarse al medio, por enfermedad y por piquetes de alacrán, al igual de falta de atención especializada.

En cuanto a su pertenencia social histórica a un grupo derivado de su origen lingüístico según Zepeda (2012), los Wixárika o Huicholes de Potrero de la Palmita conforman al lado de los tepehuanes, coras y mexicaneros una población significativa en el estado de Nayarit, provienen de raíces lingüísticas “uto-aztecas”, emparentados con la mayoría de los grupos indígenas que permanecieron en Norteamérica, donde viven hoy en día, otros grupos poblaron la parte montañosas del noroeste de México, mientras que otra que incluye a los nahuas se posesionaron desde Nayarit y Jalisco hasta la meseta central, todos provenientes de la misma raíz.

Los huicholes se describen como grandes peregrinos, en cuyo universo cosmogónico existen cinco lugares sagrados, a los que anualmente, acuden para llevar ofrendas a sus ancestros, basándose en el mito de la creación que dice lo siguiente: “cuando nuestro padre el Sol (Tawewiekame), salió del Cerro Quemado, saltó por los cuatro puntos universo; primero salió de Tea’akata (Cerro de los Cuatro Puntos del Universo) y luego saltó a XapAwilleme (ubicado en el Lago de Chapala), enseguida se fue a Haramara (en San Blas, Nayarit, de donde aseguran, salieron sus antepasados) y luego a HAWxamanaka (Cerro Gordo de Durango), hasta llegar a Wirikuta (el desierto de Real de Catorce, en San Luis Potosí) en donde cazan el Peyote. Según su cosmovisión sus primeros antepasados tuvieron que recorrer los lugares antes mencionados para poder crear todas las cosas que existen en el universo.

Típicamente a sus deidades se les adjudican relaciones ritualistas de parentesco, por ejemplo: Nuestro Abuelo (el Fuego), Nuestra Madre (la Tierra), Hermano Mayor (el

Venado), Nuestra Abuela Crecimiento (Takutsi y NakAwé), Nuestro Padre (el Sol) etcétera. Las ceremonias que típicamente son para atraer la lluvia o para las fiestas tradicionales (del peyote, del tambor, de las calabazas tiernas, del elote, del esquite), son realizadas por un mara'akame (cantador, curandero), cuya función es officiar la ceremonia narrando a través de cánticos los mitos que tienen que ver con sus antepasados.

Los anteriores antecedentes locales evidencian, la importancia de la microcuenca a escala regional y local, derivada de sus características hídrico-ambientales que permiten la infiltración y recarga del acuífero, así como la presencia de corrientes superficiales perennes; socio-territoriales palpables en el desarrollo de procesos sociales y demográficos como la migración; económicas tangibles en la prestación de servicios turísticos y alimenticios, pobreza y marginación; y culturales referentes a sus costumbres, tradiciones y creencias. Manteniendo la característica de ser abordados desde enfoques particulares y sectoriales, que dejan de lado las relaciones integrales y sistémicas dentro de la microcuenca, siendo necesario abordar el estado actual de la zona de estudio por medio de un enfoque integrador que permita analizar sus subsistemas, componentes e interrelaciones, aportando alternativas viables para la mejora de sus condiciones actuales.

Consideraciones finales

Los antecedentes consultados permitieron identificar diversos aportes y contribuciones al tema de investigación a desarrollar, en primer lugar se detecta que es pertinente concebir a la cuenca como un sistema complejo con base en la teoría general de sistemas, ya que permite analizarla de forma detallada por medio de sus zonas funcionales, subsistemas y componentes. De igual forma, se justifica el estudio de cuencas hidrográficas por medio del enfoque paisajístico físico-geográfico, ya que representa un enfoque adaptable a los objetivos del enfoque de cuencas, logrando el análisis detallado de sus componentes y el trabajo a diferentes escalas.

Asimismo, se identifica una serie de etapas aplicables a estudios de gestión y manejo de cuencas con miras al ordenamiento de su territorio, las cuales son: caracterización donde se aborda aspectos naturales, sociales, culturales y económicos,

diagnóstico integral, diagnóstico participativo, etapa propositiva y plan de manejo. Para abordar el diagnóstico integral se consideran temáticas como la aptitud natural, amenazas, peligros, vulnerabilidades y riesgos ante fenómenos naturales, deterioro ambiental, balance hídrico, erosión, servicios ambientales, cambio de uso de suelo, calidad de agua, fragmentación, degradación, calidad visual y significado social.

Resalta la consideración de la participación incluyente y crítica de la población la cual puede plasmarse mediante el diagnóstico participativo a través de instrumentos como talleres, manuales y trípticos, con el objetivo de identificar y analizar problemáticas sociales, buscando su priorización y posible solución.

Los estudios coinciden en el uso de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y cartografía, como herramienta de análisis y representación de la zona de estudio, que agiliza el trabajo en cualquiera de las etapas a seguir, permitiendo manejar diferentes escalas y facilitando la mejor zonificación y ordenación del territorio.

El reto que presenta esta investigación respecto a los aportes de los estudios anteriores se centran en trabajar a escala local (1:10,000 o mayor), logrando la planificación a nivel microcuenca y la aplicación de acciones específicas por unidad de paisaje, lo que demandará un análisis más detallado de las condiciones físico-geográficas por medio de las unidades de paisaje que constituyen las zonas funcionales, y por otra parte, el considerar las prácticas, potenciales y problemáticas sociales, culturales y económicas que emanan de la comunidad representante de la etnia huichol.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

Aproximación metodológica para el diagnóstico paisajístico en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita

En este capítulo se describe la aproximación metodológica de la investigación, detallando los métodos, herramientas, técnicas y variables necesarias para completar cada una de sus etapas, permitiendo así el adecuado cumplimiento de los objetivos específicos considerados para resolver el objetivo general.

3.1 Etapas metodológicas

Se muestran las etapas de la investigación, las cuales se describen detalladamente mediante el método que permitió su desarrollo y culminación. En ese sentido, se describe el proceso para llevar a cabo las cinco etapas que son: 1) delimitación de las zonas funcionales de la microcuenca, 2) Identificación de las unidades de paisaje, 3) diagnóstico integrado y participativo de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, 4) propuesta de optimización del uso del territorio, y 5) construcción de la base cartográfica y SIG; para ello se desarrollarán actividades de gabinete y campo, como la generación y análisis de cartografía, así como el desarrollo de un SIG participativo, entre otras (Figura 1).

METODOLOGÍA

→ Transición a etapa de la investigación
 - - - - - Etapa de construcción continua

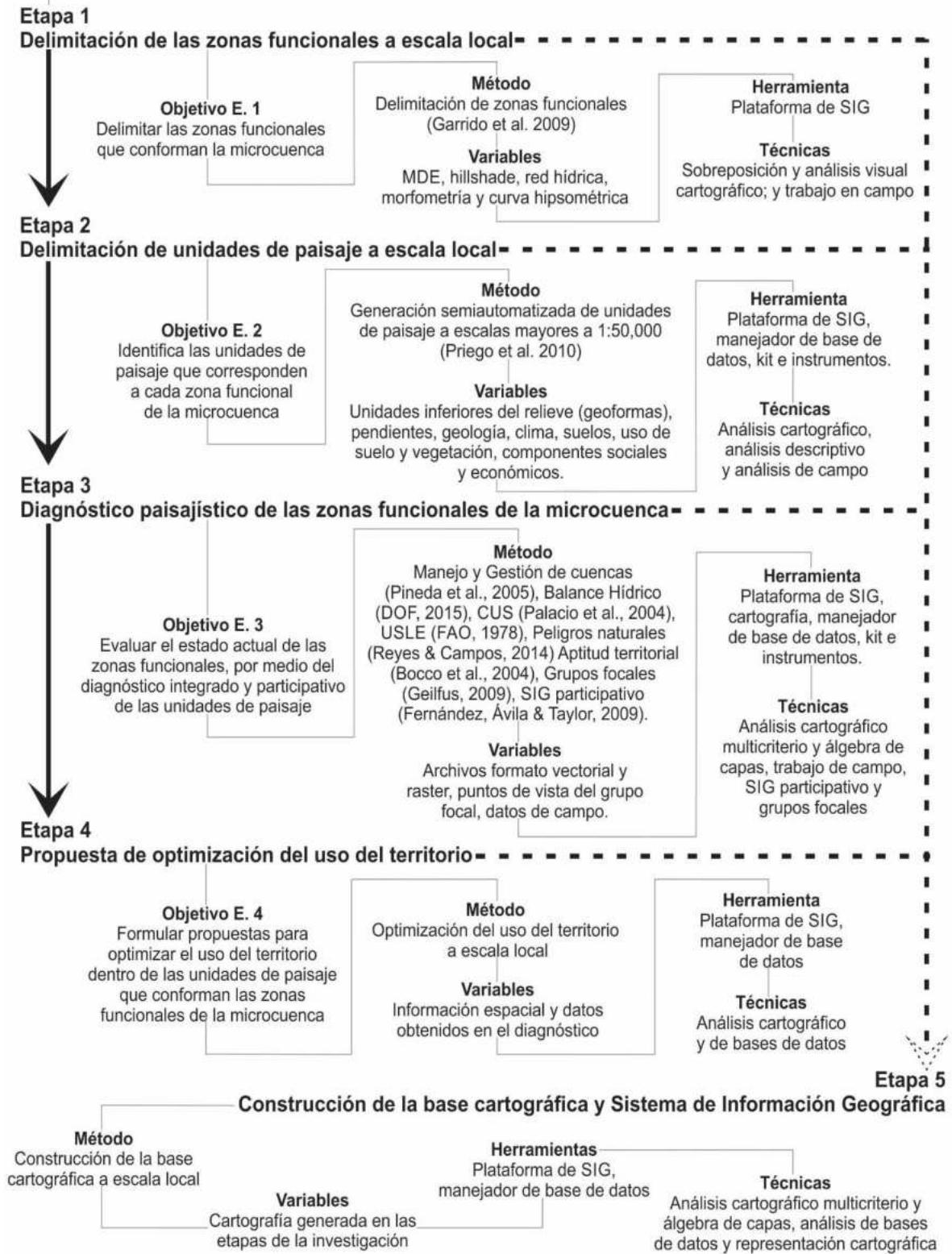


Figura 1. Esquema del proceso metodológico. Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Etapa 1. Delimitación de zonas funcionales a escala local

Para la elaboración de la cartografía de zonificación de la parte alta, media y baja de la microcuenca, se retomó el método aplicado por Garrido *et al.* (2009), adaptándolo para obtener un resultado detallado a nivel microcuenca, lo cual permitió la delimitación a escala de salida mayor a 1:10,000. El método inicio por la generación del Modelo Digital de Elevación (MDE), con una resolución de 5 metros, a partir del mapa de curvas de nivel escala 1:50,000 proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el cuadrante que cubre la microcuenca, a continuación, se obtuvieron los insumos cartográficos referentes a curvas de nivel a cada 5 metros, un *hillshade* y la red hidrográfica inferida obtenida a partir de las curvas generadas.

Posteriormente, se recortó el MDE para la microcuenca, realizando la curva hipsométrica con el propósito de tener una primera aproximación a los tres rangos altimétricos correspondientes a cada zona funcional (alta, media y baja). A partir de los rangos altitudinales, se enriqueció y modificó los límites de las zonas con base en el análisis e interpretación de las curvas de nivel, la red hidrográfica inferida, morfometría de la cuenca y el modelo de sombreado del relieve, así, en función de los criterios que a continuación se presentan es que se describen las tres zonas funcionales:

- a. Zona de captación hídrica (cabecera)/cuenca alta: área aledaña a la divisoria de aguas, incluyendo al parteaguas, laderas montañosas y las zonas de lomeríos correspondientes a las áreas transicionales entre las corrientes de 1er. y 2do orden; mayor energía del relieve, pendiente y altimétricamente dentro de las más elevadas de la cuenca.
- b. Zona de captación-transporte hídrico/cuenca media: zona transicional en donde se desarrolla e integra la red hidrográfica de 2do, 3er, y 4to orden; zonas de lomeríos, colinas y áreas inter-fluviales, también incluye los piedemontes, con pendiente del terreno y energía del relieve medias y altimétricamente posicionada entre las partes alta y bajas de las cuencas. Incluye zonas de abanicos coalescentes.
- c. Zona de emisión hídrica/cuenca baja: área receptora del sistema hidrográfico, que incluye el área del cauce principal (corriente de mayor orden) en su

desembocadura al mar (el caso de una cuenca exorreica) o a un cuerpo colector interno (perenne o intermitente) más importante (cuenca endorreica), así como las áreas de las planicies aluviales, lechos ordinarios y extraordinarios de inundación con escasa inclinación de la pendiente del terreno y mínimas alturas relativas y con escasa energía del relieve.

La morfometría de la microcuenca se obtuvo mediante ecuaciones estándar que se aplicaron con base en la delimitación de la microcuenca, así como de las corrientes intermitentes y efímeras obtenidas de las curvas de nivel a cada 5 metros (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros morfométricos.

Parámetro	Indicador	Fórmula/Definición	Unidades
Forma	Área de la cuenca(Ac)	Superficie comprendida dentro del parteaguas	km ²
	Perímetro de la cuenca(Pc)	Longitud de la línea del parteaguas	km
	Longitud axial de la cuenca (Lc)	Distancia del punto más alejado del exutorio de la cuenca que sigue el comportamiento del río principal y toca el extremo del parteaguas	km
	Ancho promedio de la cuenca (W)	$W=Ac/Lc$	km ² /km
	Coefficiente de compaciad o índice de gravelius(K)	$K=0.282*Pc/\sqrt{Ac}$	-
	Factor de forma(Rf)	$Rf=W/Lc$	-
	Relación de elongación(Re)	$Re=1.128*\sqrt{Ac}/Lc$	-
	Índice de alargamiento(la)	$la= Lm/Am$	-
Relieve	Pendiente de la cuenca(S)	$S=100 [(H*L)/Ac]$	%
Drenaje	Longitud del cauce principal (Lcp)	Distancia de la proyección horizontal del cauce principal	km
	Pendiente media del cauce principal(P)	$P= [(Hmáx*Hmín)/Lcp] *100$	%
	Densidad de drenaje(Dd)	$Dd=Lcorr/Ac$	km/km ²
	Densidad de corrientes (Dc)	$Dc=Ca/Ac$	corr/km ²
	Orden de la cuenca	según Strahler	-
	Relación de bifurcación(Rb)	$Rb=N_n/N_{n+1}$, $Rb=(Rb_1+Rb_2+Rb_n)/\text{número de } Rb_s$	-
	Tiempo de Concentración (tc)	$Tc= 0.06628*(Lcp^{0.77}/S^{0.385})$	hrs

*Lm: longitud máxima de la cuenca; Am: ancho máximo tomado perpendicularmente a la dirección de Lm. H: equidistancia entre curvas medidas, L: longitud de las curvas de nivel. Hmáx: cota máxima sobre el río principal, Hmín: cota mínima sobre el río principal, Lcorr: longitud total de corrientes dentro de la cuenca, Ca: sumatoria del total de corrientes dentro de la cuenca, Tc: según Kirpich (1940).

Fuente: Elaborado con base en Henao (2006), Gaspari *et al.* (2010) y Gaspari *et al.* (2013).

Por lo tanto, los límites de las zonas funcionales fueron modificados y detallados, a partir de la interpretación visual en gabinete, sin dejar de considerar que la escala de despliegue de la información fuera congruente con la escala fuente de los mismos. A partir

de la zonificación funcional se realizó trabajo de campo para corregir errores derivados de la interpretación del relieve y otros insumos utilizados en el proceso de generación, todos ellos acompañados de un análisis geomorfológico, comprobando la funcionalidad de la microcuenca.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo el método antes mencionado fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis (v.10.3), siendo las variables necesarias los archivos en formato *raster* referentes al MDE y *hillshade*, los archivos vectoriales de curvas de nivel y red hidrográfica inferida; como insumo también fue necesaria la curva hipsométrica y morfometría de la microcuenca. Lo anterior se analizó mediante la técnica de sobreposición, análisis visual cartográfico y trabajo en campo.

3.1.2 Etapa 2. Delimitación de unidades de paisaje a escala local

Delimitadas las zonas funcionales de la microcuenca, se prosiguió a identificar las unidades de paisaje que las constituyen. Para ello se adaptó el método de generación semiautomatizada de unidades de paisaje de Priego *et al.* (2010) haciendo énfasis en la delimitación detallada de unidades de paisaje a escala local (mayor a 1:10,000). El método consistió en delimitar las unidades de paisaje que conforman la microcuenca y posteriormente recortarlas para cada zona funcional, en ese sentido se definió en primer lugar la estructura vertical de las unidades de paisaje siguiendo los principios histórico-evolutivos y estructuro genéticos del mismo (Mateo, 2002 en Hernández *et al.*, 2006). Se identificó como primer paso la unidad superior del relieve en la que está ubicada la zona de estudio (Tabla 2), para ello se consultó la información vectorial referente a las provincias fisiográficas, elaborado por INEGI (2001), con una cobertura nacional.

Tabla 2. Unidades superiores del relieve.

Unidad superior del relieve
Montañas y Lomeríos
Rampas de piedemontes
Valles
Planicies (acolinadas, onduladas y subhorizontales)

Fuente: Elaborado con base en Priego *et al.* (2010).

Una vez ubicada la unidad superior de relieve para la zona de estudio que corresponde a Montañas y Lomeríos, se prosiguió a delimitar las unidades inferiores del relieve o geformas con base en los criterios para su delimitación expuestos en la tabla 3, a partir de la consulta de los criterios fue necesario interpretar el comportamiento de las curvas de nivel (a cada 5 metros), en conjunto con el *hillshade* y mapa de pendientes, permitiendo generar un *shapefile* con la delimitación inicial de las geformas.

Tabla 3. Criterios para delimitación de unidades inferiores de relieve.

Unidades superiores	Unidades inferiores	Criterios/Definición
Montañas y Lomeríos	Complejos cumbrales	Complejos de cimas y puertos, incluidos los sectores de parteaguas que en ellos queden incluidos. Resaltan la unión de varias cimas y puertos, siguiendo la curva de nivel inferior más cercana que agrupe a todas esas geformas. Es difícil encontrar complejos cumbrales con inclinación menor a 1°.
	Complejo de laderas y barrancos	Unidades que no están en los complejos cumbrales y que poseen más de 3° de inclinación de la pendiente. No se diferencian ni cartografían los valles de corrientes temporales, sino que van incluidos en el complejo. Se dividen al igual que el caso anterior, pero sin incluir las pendientes menores a 3°. Los complejos de laderas y barrancos incluyen las siguientes unidades morfológicas inferiores: laderas con más de 3° de inclinación; parteaguas; cornisas y barrancos existentes al interior de las laderas.
	Complejo de superficies y cauces	Son todas las unidades, al interior de la montaña o lomerío, que no están incluidos en las unidades anteriores y que, además, poseen menos de tres grados de pendiente. Generalmente ocupan una porción pequeña de estas unidades en comparación con el área de las unidades anteriores.

Fuente: Elaborado con base en Priego *et al.* (2010).

Posteriormente, se realizó un primer análisis de las unidades inferiores resultantes, observando que algunas eran generales, por lo cual se prosiguió a detallarlas generando nuevos grupos de unidades inferiores, subdividiendo las geformas ya existentes de acuerdo a la función y estructura de las unidades por delimitar, y el aporte que tendrían al análisis dentro de la microcuenca (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de unidades inferiores del relieve.

Unidades inferiores	Detalles	Nuevas unidades inferiores
Complejos cumbrales	Permanece sin cambio considerando domos y puertos	No se generan nuevas unidades
Complejo de laderas y barrancos	Se diferencian laderas cóncavas, convexas y rectas. Además de valles.	Complejo de laderas y barrancos-ladera cóncava; Complejo de laderas y barrancos-ladera convexa; Complejo de laderas y barrancos-ladera recta; y Complejo de laderas y barrancos-valles
Complejo de superficies y cauces	Permanece sin cambio considerando escalón coluvial y planicie aluvial.	No se generan nuevas unidades

Fuente: Elaborado con base en Priego *et al.* (2010).

Una vez definidas las unidades inferiores de relieve, se sobrepuso la capa de pendiente indicando las más predominantes para cada unidad y clasificándolas de acuerdo a la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación conforme pendiente.

Clasificación	Complejos cumbrales	Complejos de laderas y barrancos	Complejos de superficies y cauces
Muy fuertemente inclinados	>30°	>30°	
Fuertemente inclinados	10°-30°	10°-30°	
Medianamente inclinados	5°-10°	5°-10°	5°-10°
Ligeramente inclinados	3°-5°	3°-5°	3°-5°
Muy ligeramente inclinados	<3°		<3°

Fuente: Elaborado con base en Priego *et al.* (2010).

Posteriormente, se integraron los demás componentes de su estructura vertical en forma de atributo sin generar nuevos polígonos, para ello, se inició por superponer las capas que constituyen los componentes más estables a lo largo del tiempo los cuales se representan por la geología y climas, seguidamente se sobrepusieron los componentes del paisaje que presentan una mayor dinámica en una escala histórico temporal, es así que se retoma la información edáfica, de vegetación, uso de suelo y las características sociales y económicas.

Para ello, se partió de la representación cartográfica de los componentes paisajísticos ubicando espacialmente la zona de estudio en la zona 13 Norte, correspondiente al sistema de coordenadas proyectadas Universal Transversa de Mercator conforme el Datum horizontal WGS84, para ello se consultó información disponible en fuentes actuales, para el caso de la geología, se digitalizó la información disponible a escala 1:50,000 de la carta geológico-minera F13D11 “El Venado” proporcionada por el Servicio Geológico Mexicano; respecto al clima se tomó como base la información vectorial disponible a escala 1:1’000,000 de las unidades climáticas disponible en INEGI; para el caso de la edafología se digitalizó la información disponible a escala 1:50,000 de la carta edafológica F13D11 “El Venado” disponible en INEGI.

Finalmente, para el uso de suelo y vegetación se digitalizó la carta de uso del suelo para el año 1974 F13D11 “El Venado” disponible en INEGI a escala 1:50,000 y para el año 2016 se digitalizó a partir de imágenes de satélite mundiales proporcionadas por Google Earth Pro, visualizadas a escala 1:5,000, fotointerpretando los diferentes usos de suelo y tipos vegetación presentes para la zona de estudio.

Una vez obtenida la cartografía inicial de geología se prosiguió a detallarla mediante recorridos en campo y toma de muestras. Para el caso del clima se detalló consultando los registros del Servicio Meteorológico Nacional de la estación climatológica 18008 “Despeñadero” correspondientes al periodo 1951-2010, la cual se ubica a la salida de la cuenca. La edafología se detalló mediante recorridos en campo y barrenamientos de los cuales se describió el número de horizontes, profundidad, textura al tacto, pH, color en seco, color en húmedo y alofanos, asimismo a partir de los horizontes superficiales se realizó un análisis de fertilidad en laboratorio aportando datos más precisos de pH, contenido de materia orgánica (COT), fósforo, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases intercambiables (Na, k, Ca, Mg). Finalmente, el uso de suelo y vegetación del 2016 se detalló y corrigió mediante recorridos en campo.

En cuanto a los componentes sociales de la estructura vertical de las unidades de paisaje, el método inicio con la búsqueda de información en fuentes disponibles con respecto a las condiciones socioculturales de la comunidad, obteniendo información de fuentes bibliográficas y estadísticas como los conteos y censos de población y vivienda de INEGI del año 1995, 2000, 2005 y 2010.

Una vez consultadas las fuentes de información se prosiguió a su descripción partiendo de la localización de los asentamientos humanos, antecedentes históricos de la comunidad, cultura y cosmogonía, religión, lengua, población total, densidad de población, dinámica demográfica, crecimiento poblacional, educación, salud, vivienda, migración y marginación; las temáticas de densidad de población, tasas de crecimiento poblacional, grado promedio de escolaridad y atracción migratoria reciente y acumulada se obtuvieron mediante ecuaciones estándar (Tabla 6).

Tabla 6. Indicadores sociales.

Indicador	Fórmula	Fuente
Densidad de población	$D = \frac{\text{Población total de la microcuenca (en al menos dos fechas)}}{\text{Superficie en km}^2}$	Palacio <i>et al.</i> (2004)
Tasa de crecimiento poblacional	$r = \left[\left(\frac{Px}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$	Palacio <i>et al.</i> (2004)
Grado promedio de escolaridad	$GPE_{(15 \text{ años y más})} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ei * Pi)}{P_{(15 \text{ años y más})}}$	INEGI (2015b)
Atracción migratoria reciente	$CAR = \frac{\text{PobResOT}}{\text{Pob Tc}} * 100$	Palacio <i>et al.</i> (2004)
Atracción migratoria acumulada	$CAA = \frac{\text{PobNacOT}}{\text{Pob Tc}} * 100$	Palacio <i>et al.</i> (2004)

Fuente: Elaboración con base en Palacio *et al.* (2004) e INEGI (2015b).

Finalmente, para los componentes económicos de la estructura vertical de las unidades de paisaje, el método consistió en la búsqueda de información en fuentes disponibles con respecto a las condiciones económicas de la comunidad, obteniendo información de fuentes bibliográficas y estadísticas como los censos de población y vivienda de INEGI del año 2000 y 2010.

Una vez consultadas las fuentes de información se prosiguió a su descripción iniciando con la tenencia de la tierra, orientación sectorial de la población, población económicamente activa (PEA), población no económicamente activa (PNEA), población ocupada (PO), población desocupada (PD) y grado de accesibilidad; el grado de accesibilidad se obtuvo ubicando a la localidad dentro de la distancia lineal en km de una vía de comunicación pavimentada bajo los siguientes rangos (Tabla 7).

Tabla 7. Valores Grado de Accesibilidad.

Distancia lineal (km) a vía pavimentada	Grado de accesibilidad
0-3	Muy Alto
3-6	Alto
6-9	Medio
9-12	Bajo
12->	Muy Bajo

Fuente: Elaboración con base en Palacio *et al.* (2004).

Posteriormente, teniendo la estructura vertical fue posible obtener la estructura horizontal, expresada espacialmente en las unidades de paisaje, a las cuales, se aplicó el principio del área mínima cartografiada para tener una mejor representación de las

unidades de paisaje finales, que para el caso de esta investigación fue equivalente a 4x4 mm (Tabla 8).

Tabla 8. Área mínima cartografiable para escalas grandes.

Escala	1 cm igual a		1mm igual a		Área mínima cartografiable (4x4mm)	
	m	Km	m	km	M ²	Km ²
1:500	5	0.005	0.5	0.0005	4	0.000004
1:1,000	10	0.01	1	0.001	16	0.000016
1:2,000	20	0.02	2	0.002	64	0.000064
1:5,000	50	0.05	5	0.005	400	0.0004
1:10,000	100	0.1	10	0.01	1,600	0.0016
1:20,000	200	0.2	20	0.02	6,400	0.0064
1:50,000	500	0.5	50	0.05	40,000	0.04

Fuente: Elaborado con base en Salitchev, 1979 en Priego *et al.* (2010).

Por lo tanto, cada componente de las unidades de paisaje fue modificado y detallado por medio del análisis cartográfico en gabinete, recorridos en campo y análisis de bases de datos y laboratorio, según fuera el caso, para finalmente dar paso a su sobreposición con las zonas funcionales, obteniendo con ello unidades de paisaje por cada zona funcional, a las cuales se les asignó una clave y nombre de identificación procurando que con ello, fuera fácilmente identificable la zona y la unidad que representan.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3, el manejador de bases de datos Excel, el kit de muestreo de suelos, instrumentos de laboratorio, GPS, pica y flexómetro, siendo las variables necesarias los archivos en formato vectorial y *raster* referentes a cada componente, fuentes bibliográficas y registros censales y estadísticos de la población requeridos para el desarrollo de las fórmulas. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico, análisis descriptivo y análisis en campo.

3.1.3 Etapa 3. Diagnóstico paisajístico de las zonas funcionales de la microcuenca

Habiendo identificado las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, se llevó a cabo su diagnóstico integrado y participativo. Para realizarlo, se adaptó el método de gestión y manejo de cuencas de Pineda *et al.* (2005) incorporando nuevos enfoques y temáticas al análisis. La herramienta principal para el desarrollo, representación y análisis llevado a cabo en cada etapa fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis versión 10.3.

3.1.3.1 Diagnóstico integrado

Permitió conocer el estado del subsistema natural de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, a partir de la interpretación y análisis de la información generada en la caracterización.

3.1.3.1.1 Balance hídrico

Determinó la disponibilidad de agua superficial dentro de la microcuenca arrojando datos para el periodo de un año, para su cálculo se retomó el método para determinar la disponibilidad de agua superficial de la Comisión Nacional del Agua enunciado en la NOM-011-CONAGUA-2015 publicado en el Diario Oficial de la Federación (2015). El método consistió en calcular las entradas representadas por el escurrimiento natural por cuenca propia (C_p), las importaciones de agua de cuencas vecinas (I_m) y los retornos de agua (Re), y las salidas, que fueron los usos del agua (U) y el escurrimiento a la salida de la cuenca (Ab) siguiendo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{BH} &= \text{Entradas} - \text{Salidas} \\ \text{BH} &= (C_p + Re + I_m) - (Ab + U) \end{aligned}$$

Donde: **Entradas:** C_p : Escurrimiento natural por cuenca propia, Re : Retornos de agua, I_m : Importaciones de agua de cuencas vecinas; **Salidas:** Ab : Escurrimiento a la salida de la cuenca, U : Usos del agua en la cuenca.

Se inició por obtener el escurrimiento natural por cuenca propia para cada una de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, conforme la siguiente fórmula:

$$C_p = Ce \cdot VII$$

Donde: **Ce:** Coeficiente de escurrimiento (% de lluvia que se convierte en escurrimiento), **VII:** Volumen de agua llovido; $VII = P \cdot Ac$, **Cp:** volumen de agua que escurre, **P:** Precipitación media anual (mm), **Ac:** Área (km^2), **Ce:** $K (P-250)/2000 + K \cdot 0.15/1.5$ al tener un $K > 0.15$.

Posteriormente se calcularon los usos de agua en la microcuenca mediante trabajo en campo y consultado fuentes bibliográficas, teniendo los usos del agua se calcularon los retornos (Tabla 9), seguidamente, se calcularon las importaciones de agua de cuencas vecinas mediante trabajo de campo, finalmente se resolvió la ecuación despejando el escurrimiento a la salida de la cuenca, obteniendo así el balance hídrico, indicando si existe superávit o déficit y a su vez disponibilidad hídrica.

Tabla 9. Retorno por uso del agua.

Uso	Retorno %
Urbano	75
Agrícola	20
Industrial	55
Pecuario	15

Fuente: Elaborado con base en DOF (2015).

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos correspondientes al balance hídrico fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3 y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron los archivos en formato vectorial y *raster* referentes a cada temática, así como, los datos recabados en campo. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico y análisis en campo.

3.1.3.1.2 Cambio de uso de suelo (1974-2016)

El cambio de uso de suelo mostró el resultado de la dinámica de transformación de las actividades de la población hacia los ecosistemas presentes en las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, permitiendo identificar el grado de perturbación y recuperación de los mismos a lo largo del periodo de análisis. Para su cálculo se aplicó el método de Palacio *et al.* (2004) el cual inició retomando la cartografía de uso de suelo y vegetación para el año 1974 y 2016, posteriormente se sobrepuso en la plataforma SIG clasificando el resultado conforme las categorías de cambio (Tabla 10).

Tabla 10. Indicadores de cambio de uso de suelo.

Categoría de cambio	Descripción
Conservada	Considera la superficie de cobertura natural que no ha sufrido cambio en el periodo.
Deforestada	Considera la superficie arbórea (bosques y selvas), que han cambiado a zonas de cultivos, pastizales inducidos o a uso urbano.
Revegetada	Considera la superficie donde anteriormente se presentaba alguna actividad agropecuaria (cultivos o pastizales), que actualmente se ocupa por bosque, selva, matorral, vegetación hidrófila o pastizal natural.
Por actividad productiva	Considera la superficie donde anteriormente presentaba cobertura de origen antrópico como: pastizales inducidos, cultivados, algún tipo de uso de suelo urbano, cuerpo de agua, que actualmente ha cambiado de actividad productiva.
Sin cambio	Considera las zonas con cultivos, pastizales inducidos y cultivados, y otros usos que actualmente se mantienen con el mismo tipo de uso.

Fuente: Elaborado con base en Palacio *et al.* (2004:40)

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos correspondientes al balance hídrico fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3 y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron los archivos

en formato vectorial referentes a las capas de análisis. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico.

3.1.3.1.3 Erosión hídrica laminar

La pérdida de suelo por la erosión hídrica de tipo laminar es uno de los principales mecanismos responsables de la degradación de los suelos de muchas zonas del mundo, por lo que permitió cuantificar la magnitud del problema para las unidades de paisaje que componen las zonas funcionales de la microcuenca. Para su cálculo se retomó el método para cuantificar la erosión hídrica de tipo laminar basado en la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) elaborada por Wischmeier y Smith (1978) citado en Colín *et al.* (2013). El método consistió en calcular la erosividad de la lluvia (factor R), la erodabilidad del suelo (factor K), la longitud y grado de pendiente (factor LS) y la protección de la vegetación (factor C) siguiendo la siguiente fórmula:

$$A = R * K * LS * C$$

Donde: **A**: Pérdida del suelo t/ha/año, **R**: Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr, **K**: Erosionabilidad del suelo, **LS**: Longitud y Grado de pendiente, **C**: Factor de vegetación.

Se inició por calcular el factor R, el cual se refiere a la estimación de los efectos del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo (Martínez, 2005), para su cálculo se consideró la fórmula descrita en la regionalización de la república mexicana de erosividad (Figura 2).

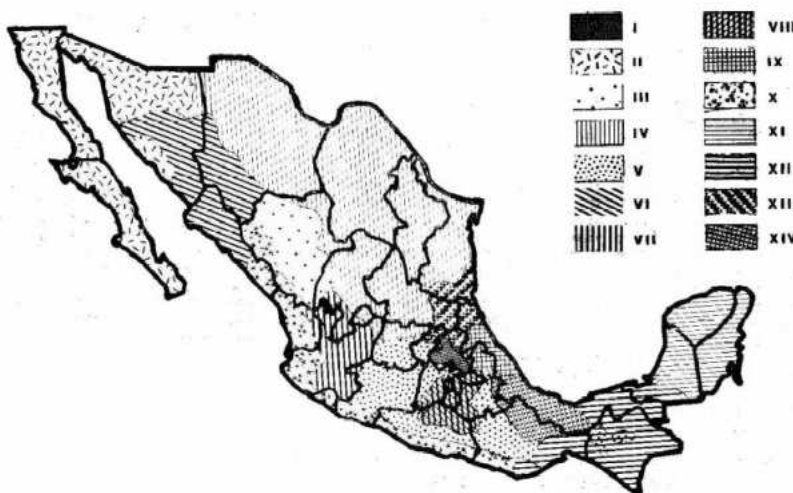


Figura 2. Regionalización nacional de erosividad de la lluvia. Fuente: (Cortes *et al.*, 1980).

Con base en la regionalización nacional de erosividad de la lluvia, la microcuenca Potrero de la Palmita se ubicó en la zona X para la cual corresponde la siguiente ecuación (Tabla 11):

Tabla 11. Ecuación Erosividad Microcuenca Potrero de la Palmita.

Región	Ecuación	R ²
X	$R = 6.8938P - 0.000442P^2$	0.95

P: precipitación media anual

Fuente: (Cortes *et al.*, 1980).

Los valores de precipitación media anual se obtuvieron de los registros del periodo 1951-2010 del Servicio Meteorológico Nacional, con ellos fue posible calcular R para cada una de las estaciones climatológicas que tienen influencia en la microcuenca (Tabla 12), interpolando sus valores para obtener la cobertura espacial de la microcuenca.

Tabla 12. Factor R.

Nombre de Estación	PMA	Factor R
18026-Puerta de Platanares	2303.3	13533.60
18063-Chapalacana	740.3	4861.24
18085-El Naranjo	1403.1	8802.53
18008-Despeñadero	846.5	5518.88
18014-Huaynamota	853.5	5561.88
18045-El Carrizal	1155	7372.70

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se calculó el factor K que valora la susceptibilidad de los suelos a erosionarse dependiendo de sus características como el tamaño de sus partículas, el contenido de materia orgánica, su estructura, el tamaño de sus agregados y su permeabilidad (Martínez, 2005), para su estimación se tomó como referencia la tabla donde se muestra el factor de erodabilidad (K) según la FAO ,1978 tomado de Martínez (2005) en el cual se toma como referencia el tipo y textura de los suelos presentes para determinar el valor del factor, obteniendo así los valores para la microcuenca (Tabla 13).

Tabla 13. Factor K.

Tipo de Suelo	Textura	Factor K
Leptosol	2	0.020
Regosol Éutrico	2	0.040
Phaeozem háplico	2	0.020

Fuente: Elaboración con base en Rivas (2004).

Seguidamente, se calculó el factor LS que mide los efectos de la topografía en la erosión de los suelos, está constituido por el factor de la longitud de la pendiente (L), y el

grado de pendiente del terreno (S). L se define con la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el lugar donde decrece la pendiente, al grado que ocurre una sedimentación, o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado encuentra un canal de salida bien definido; por su parte S refleja la influencia que tiene la inclinación del terreno en la erosión (Mc Cool *et al.*, 1989,1993 en Rivas, 2004).

Posteriormente, se obtuvo el factor de protección por vegetación (C) que estima el efecto del uso de suelo o vegetación sobre el suelo, para su estimación se tomó como referencia la tabla donde se muestra el factor de vegetación según la FAO,1978 obtenido de Martínez (2005), obteniendo así los valores para la microcuenca (Tabla 14).

Tabla 14. Factor C.

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Factor C
Bosque natural de latifoliadas-encino	0.100
Selva baja caducifolia	0.250
Selva baja caducifolia perturbada	0.350
Pastizal inducido	0.500
Agricultura de temporal	0.750
Asentamientos humanos	0.850

Fuente: Elaboración con base en Martínez, 2005.

Teniendo la cartografía de los factores, se prosiguió a multiplicar los archivos en formato *raster* de los factores R, K y LS obteniendo la cartografía de erosión potencial, asimismo se multiplicó el resultado de erosión potencial por el factor C obteniendo la erosión actual ambos expresados en toneladas por hectárea al año, finalmente se clasificaron (Tabla 15) y se interseccionaron con la capa de unidades de paisaje obteniendo los resultados para cada una de ellas.

Tabla 15. Grado de erosión.

Ton/ha/año	Grado
0-10	Nula o ligera
10-50	Moderada
50-200	Alta
>200	Muy alta

Fuente: Elaboración con base en Martínez, 2005.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos correspondientes a la ecuación fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3 y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron los archivos en

formato vectorial y *raster* referentes a los factores. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico y álgebra de mapas.

3.1.3.1.4 Susceptibilidad ante peligros naturales

Para la identificación de las zonas susceptibles ante la presencia de peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca, se retomó el método de Reyes y Campos (2014), quienes consideran a los peligros geológicos como aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta tanto de origen natural como en el que interviene el ser humano. Por su parte, los peligros hidrometeorológicos están representados por aquellos eventos atmosféricos que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad representan una amenaza para el ser humano y el medio ambiente, entre ellos se encuentran las inundaciones, tormentas tropicales, huracanes, ondas del este, monzones, masas de aire frío y caliente, corrientes en chorro, el Niño, sequías, heladas, temperaturas máximas, nevadas y vientos fuertes, entre otros.

El método consistió en generar información respecto a peligros geológicos como remoción en masa y erosión; al igual que para peligros hidrometeorológicos como inundaciones. El cual inició con la descripción del peligro mediante la consulta de fuentes bibliográficas como CENAPRED, posteriormente se identificaron los componentes ambientales que hacen susceptible a la zona de estudio ante el peligro de análisis, una vez identificados los componentes se prosiguió a ponderarlos mediante revisión bibliográfica y conocimiento aportado por expertos, con base en dicha ponderación se generaron las capas *raster* de cada componente con una resolución de 5 metros, seguidamente se realizó la suma ponderada de las capas *raster*, a la cartografía resultante se le aplicó el principio de área mínima cartografiable y finalmente se reclasificó en cinco o seis rangos de susceptibilidad según fuera el caso, los cuales fueron muy alta, alta, media, baja, muy baja y nula.

Para el caso de remoción en masa, la descripción se elaboró con base en CENAPRED (2013), la cual define los movimientos de remoción en masa como el

momento donde se rompe o se pierde el equilibrio de una porción de los materiales (suelos, rocas y vegetación), que componen una ladera o talud y se desplazan hacia abajo y hacia afuera bajo la influencia de la gravedad. El análisis y cartografía de remoción en masa para las unidades de paisaje de la microcuenca se realizó para caídos o derrumbes y deslizamientos en conjunto, los primeros se refieren a movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando; los segundos se refieren a movimientos de masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera (Gutiérrez *et al.* 2014).

Los componentes paisajísticos considerados para la evaluación de susceptibilidad ante remoción en masa fueron la pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, precipitación media anual y precipitación máxima en 24 horas, los cuales fueron ponderados (Tabla 16) y clasificados según su grado de susceptibilidad (Tabla 17).

Tabla 16. Ponderación componentes remoción en masa.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	El grado de inclinación repercute en la estabilidad del terreno, generando procesos violentos conforme aumenta su valor.	1	0-1	0.1
			1-3	0.2
			3-5	0.3
			5-8	0.4
			8-10	0.5
			10-15	0.6
			15-20	0.7
			20-40	0.8
			>40	0.9
Geoforma	La geoforma determina los procesos y la posición del relieve que pueden desencadenar procesos de remoción en masa.	1	Complejos cumbrales	0.9
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.5
			Complejos de superficies y cauces	0.1
Roca	El tipo de roca determina la resistencia de los materiales a la acción de la gravedad	0.9	Riolita	0.3
			Riolita-Toba riolítica	0.5
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.7
Suelo	La textura, pedregosidad, densidad y profundidad del suelo condicionan su estabilidad o inestabilidad,	0.8	Feozem háplico	0.2
			Regosol eútrico	0.6
			Leptosol	0.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Ponderación componentes remoción en masa (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Uso de suelo y vegetación	La cobertura vegetal y el uso determinado proporcionan retención de materiales evitando su transporte o movimiento por efectos de la gravedad.	0.7	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.2
			Selva baja caducifolia	0.1
			Selva baja caducifolia perturbada	0.4
			Pastizal inducido	0.6
			Agricultura de temporal	0.8
			Asentamientos humanos	0.7
Precipitación media anual	La precipitación indica las zonas donde la humedad que puede retenerse en el suelo es mayor o menor	0.1	858-870mm	0.2
			870-890mm	0.4
			890-910mm	0.6
			910-920mm	0.8
Precipitación máxima en 24 horas	El volumen de agua recibido por medio de la precipitación en un periodo de tiempo reducido repercute en la intensidad del movimiento en masa que puede generar.	0.2	107.97-110mm	0.1
			110-112mm	0.3
			112-114mm	0.5
			114-117mm	0.7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Grado de susceptibilidad ante remoción en masa.

Rango	Grado
2.01-4	Muy Bajo
4-6	Bajo
6-8	Medio
8-10	Alto
10-11.53	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a erosión su descripción, se elaboró con base en según CENAPRED (2014b), la erosión corresponde al desprendimiento y transporte del suelo debido a la acción de la lluvia, el viento o el oleaje; representa dos aspectos desfavorables que son la pérdida de suelo que implica la disminución de la calidad para la agricultura y el azolvamiento de cuerpos de agua.

Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la susceptibilidad de las unidades de paisaje ante erosión fueron la pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, precipitación media anual y precipitación máxima en 24 horas. Los cuales fueron ponderados (Tabla 18) y clasificados según su grado de susceptibilidad (Tabla 19).

Tabla 18. Ponderación componentes erosión.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente conforma zonas de estabilidad de proceso, regularmente al aumentar su gradiente conlleva al aumento de la fuerza de transporte de las partículas intemperizadas por el agua	0.9	0-3	0.1
			3-8	0.3
			8-15	0.5
			15-30	0.7
			>30	0.9
Geoforma	Las geoformas indican cambios topográficos y de relieve que generan ambientes donde el transporte de materiales puede desarrollarse con mayor o menor fuerza.	1	Complejos cumbrales	0.9
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.9
			Complejos de superficies y cauces	0.1
Roca	El tipo de roca está relacionado con la resistencia a ser degradada y trasportada por el agua.	0.5	Riolita	0.2
			Riolita-Toba riolítica	0.6
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.8
Suelo	La estructura, textura, pedregosidad y profundidad del suelo condicionan la capacidad erosiva del agua sobre su superficie.	1	Feozem háplico	0.3
			Regosol eútrico	0.7
			Leptosol	0.8
Uso de suelo y vegetación	La cobertura representa la protección natural o artificial ante el efecto de la erosión hídrica	1	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.3
			Selva baja caducifolia	0.1
			Selva baja caducifolia perturbada	0.4
			Pastizal inducido	0.6
			Agricultura de temporal	0.9
			Asentamientos humanos	0.7
Precipitación media anual	La precipitación inicia el proceso de erosión hídrica derivado del efecto disgregante de las partículas del suelo causado por las lluvias, de igual forma está totalmente relacionado con el aumento del escurrimiento superficial	0.1	858-870mm	0.3
			870-890mm	0.5
			890-910mm	0.7
			910-920mm	0.9
Precipitación máxima en 24 horas	La precipitación máxima que pueda presentarse en un día podría aportar el mismo volumen de agua que recibe el territorio en meses o varios días, en unas pocas horas, lo cual aumentaría el efecto de la erosión hídrica	0.4	107.97-110mm	0.2
			110-112mm	0.4
			112-114mm	0.6
			114-117mm	0.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Grado de susceptibilidad ante erosión.

Rango	Grado
1.12-2	Muy Bajo
2-2.5	Bajo
2.5-3	Medio
3-3.5	Alto
3.5-3.84	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en cuanto a inundaciones su descripción se elaboró conforme a Baro *et al.* 2007 en Reyes y Campos (2014), que indica que las inundaciones son flujos o invasiones de agua por exceso de escurrimientos superficiales o bien por la acumulación de éstos en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia de drenaje pluvial, tanto natural como artificial.

Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la susceptibilidad de las unidades de paisaje ante inundaciones fueron la pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, precipitación media anual, precipitación máxima en 24 horas y orden de corrientes de agua. Los cuales fueron ponderados (Tabla 20) y clasificados según su grado de susceptibilidad (Tabla 21).

Tabla 20. Ponderación componentes inundación.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Geoforma	Las formas del relieve y los cambios en la topografía condicionan superficies diversas siendo algunas más susceptibles a acumular humedad evidente en láminas de agua superficiales	0.7	Complejos cumbrales	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.3
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.2
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.7
			Complejos de superficies y cauces	0.9
Suelo	La textura, profundidad y pedregosidad del suelo repercuten en su capacidad de infiltración y absorción de la humedad, llegando a un punto donde sus espacios se saturan generando inundaciones	0.9	Feozem háplico	0.7
			Regosol eútrico	0.3
			Leptosol	0.1
Uso desuelo y vegetación	Las coberturas vegetales del suelo repercuten su capacidad de interceptación, infiltración y evapotranspiración, las cuales al estar poco desarrolladas abonan mayor cantidad de agua al escurrimiento provocando inundaciones aguas abajo	0.7	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.1
			Selva baja caducifolia	0.2
			Selva baja caducifolia perturbada	0.3
			Pastizal inducido	0.5
			Agricultura de temporal	0.8
			Asentamientos humanos	0.9
Precipitación media anual	La precipitación es la principal fuente de agua aportado por medio de la precipitación, la cual responde al aumento del escurrimiento superficial y acumulación aguas abajo, lo cual puede generar inundaciones	0.1	858-870mm	0.1
			870-890mm	0.2
			890-910mm	0.4
			910-920mm	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Ponderación componentes inundación (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Precipitación máxima en 24 horas	La precipitación máxima en un día puede aportar un volumen elevado de agua al ciclo hidrológico que se desarrolla dentro de la cuenca, provocando que los drenes naturales tengan dificultad para drenar gran cantidad de agua, generando así su desbordamiento e inundación de las partes bajas.	0.5	107.97-110mm	0.3
			110-112mm	0.5
			112-114mm	0.7
			114-117mm	0.9
Pendiente (°)	La pendiente está relacionada con la estabilidad del terreno regularmente a menor grado de pendiente, las presencia de inundaciones aumenta	1	0-1	0.9
			1-3	0.8
			3-6	0.7
			6-15	0.5
			15-30	0.4
			30-45	0.3
			>45	0.1
Roca	La densidad de la roca o el grado de fracturamiento a lo largo de su estructura permiten una mayor o menor capacidad de infiltración lo cual se ve reflejado en la presencia de inundaciones	0.5	Riolita	0.4
			Riolita-Toba riolítica	0.3
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.2
Orden de Corrientes de agua	Las corrientes de agua al ser los drenes naturales de la cuenca aportan diferentes cantidades de agua dependiendo de la época del año, por lo cual pueden generar inundaciones de su cauce y/o ribera.	0.6	1er orden (2.5mts)	0.1
			2° orden (4mts)	0.3
			3er orden (8mts)	0.5
			4° orden (10 mts)	0.7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Grado de susceptibilidad ante inundación.

Rango	Grado
0.97-2.1	Nulo
2.1-2.2	Muy Bajo
2.2-2.5	Bajo
2.5-2.6	Medio
2.6-2.8	Alto
2.8-3.47	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos correspondientes a la susceptibilidad ante peligros geológicos e hidrometeorológicos fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3 y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron los archivos en formato vectorial y *raster* referentes a los componentes. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico multicriterio y algebra de capas (Weighed sum).

3.1.3.1.5 Aptitud territorial

Para la identificación de las zonas con mayor o menor potencialidad natural para el desarrollo de alguna cobertura, servicio o actividad productiva dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca, se retomó el método de Bocco *et al.* (2010). El método consistió en evaluar las unidades de paisaje con fines ambientales incluyendo la aptitud forestal natural y aptitud para prestación de servicios ambientales; y con fines socio-productivos que incluyeron la aptitud para cultivo de nopal, aptitud agrícola de temporal, aptitud ganadera extensiva, aptitud turística y aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.

El método inició con la descripción de la aptitud mediante la consulta de fuentes bibliográficas, posteriormente se identificaron los componentes ambientales que determinan la aptitud de la zona de estudio ante la cobertura, servicio o actividad productiva de análisis, una vez identificados los componentes se prosiguió a ponderarlos mediante revisión bibliográfica y conocimiento aportado por expertos, con base en dicha ponderación se generaron las capas *raster* de cada componente con una resolución de 5 metros, seguidamente se realizó la suma ponderada las capas *raster*, a la cartografía resultante se le aplicó el principio de área mínima cartografiable y finalmente se reclasificó en cinco o seis rangos de aptitud según fuera el caso, los cuales fueron muy alta, alta, media, baja, muy baja y nula.

Para el caso de aptitud forestal natural la descripción la define como la identificación de zonas con potencial o vocación natural para el desarrollo óptimo de la selva baja caducifolia dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud forestal natural de las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación y clima. Los cuales fueron ponderados (Tabla 22) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 23).

Tabla 22. Ponderación componentes aptitud forestal natural.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente condiciona la estabilidad del terreno para el establecimiento de la cobertura vegetal	0.8	0-1	0.1
			1-3	0.8
			3-6	0.7
			6-15	0.9
			15-30	0.6
			>30	0.2
Geoforma	El tipo de geoforma está relacionado con las características del relieve y topografía que pueden condicionar el crecimiento de la vegetación.	0.4	Complejos cumbrales	0.4
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.5
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.1
			Complejos de superficies y cauces	0.8
Roca	La presencia de rocas más densas, que difícilmente se intemperizan impide el enraizamiento y generación de suelo primario para el establecimiento de la planta.	0.3	Riolita	0.6
			Riolita-Toba riolítica	0.8
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.7
Suelo	El suelo representa el sistema que proporciona agua y nutrientes, superficie de enraizamiento y relaciones bióticas que determinan la presencia de la vegetación.	0.8	Feozem háplico	0.7
			Regosol eútrico	0.9
			Leptosol	0.8
Uso desuelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación aportan humedad, sombra, nutrientes, semillas y polinizadores que de acuerdo a su perturbación son mejores para el establecimiento vegetal.	1	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.5
			Selva baja caducifolia	0.9
			Selva baja caducifolia perturbada	0.8
			Pastizal inducido	0.7
			Agricultura de temporal	0.9
			Asentamientos humanos	0.2
Clima	La precipitación y temperatura representan una de las fuentes principales que aportan agua y determinan la calidad en el crecimiento vegetativo.	0.7	Aw ₀ - Cálido subhúmedo	0.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Grado de aptitud forestal natural.

Rango	Grado
1.8-2	Muy Bajo
2-2.4	Bajo
2.4-2.8	Medio
2.8-3.2	Alto
3.2-3.53	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la aptitud para prestación de servicios ambientales la descripción la define como la identificación de zonas donde se posibilita la recarga hídrica, la conservación de suelos y la protección-conservación de la biodiversidad dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud para la prestación de servicios ambientales de las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, precipitación media anual y caminos. Los cuales fueron ponderados (Tabla 24) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 25).

Tabla 24. Ponderación componentes aptitud para prestación de servicios ambientales.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente está directamente relacionada con la estabilidad de la superficie, donde a mayor pendiente los procesos son más agresivos y a menor más tranquilos, facilitando así la infiltración, el desarrollo edáfico y el crecimiento vegetativo.	0.8	0-3	0.8
			3-6	0.7
			6-15	0.6
			15-30	0.4
			30-45	0.3
			>45	0.1
Geoforma	La geoforma está relacionada con la estabilidad y desarrollo de los procesos naturales que repercuten en la infiltración, evolución del suelo y protección del hábitat.	0.7	Complejos cumbrales	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.9
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.6
			Complejos de superficies y cauces	0.3
Roca	El tipo de roca influye en la capacidad de infiltración del agua hacia las capas subsuperficiales y subterráneas, representa también la base para la formación de suelo y puede fungir como hábitat para algunas especies vegetales y animales.	0.6	Riolita	0.8
			Riolita-Toba riolítica	0.6
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.7
Suelo	La textura, profundidad, pedregosidad, número de horizontes y contenido de materia orgánica en un suelo repercuten en su capacidad de infiltración-adsorción, su grado de desarrollo y conservación; y en su calidad como base para el desarrollo de la biodiversidad.	1	Feozem háplico	0.8
			Regosol eútrico	0.7
			Leptosol	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Ponderación componentes aptitud para prestación de servicios ambientales (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Uso desuelo y vegetación	La vegetación y uso de suelo son un indicador del grado de fragmentación y perturbación del ecosistema vegetal y de los hábitats, representa también zonas de intercepción donde puede disminuirse la pérdida de las capas superficiales del suelo y aumentarse la infiltración.	1	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.9
			Selva baja caducifolia	0.9
			Selva baja caducifolia perturbada	0.7
			Pastizal inducido	0.5
			Agricultura de temporal	0.4
			Asentamientos humanos	0.1
Precipitación media anual	Las zonas donde se presenta mayor precipitación tienden a ser las que conservan mayor humedad en la superficie y capas subsuperficiales del suelo, abonando a la infiltración y al desarrollo de la vegetación.	0.2	858-870mm	0.6
			870-890mm	0.7
			890-910mm	0.8
			910-920mm	0.9
Camino	Las vías de comunicación representan superficies que fragmentan el ecosistema, modifican la estructura edáfica y generan escurrimiento superficial evitando la recarga hídrica.	0.9	0-10mts	0.1
			10-30mts	0.3
			30-50mts	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Grado de aptitud para prestación de servicios ambientales.

Rango	Grado
1.96-2.3	Muy Bajo
2.3-2.8	Bajo
2.8-3.3	Medio
3.3-3.8	Alto
3.8-4.33	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a aptitud para cultivo de nopal la descripción la define como la identificación de zonas donde se posibilita el establecimiento y crecimiento de nopales, dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud para el cultivo de nopal de las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, clima y orientación de laderas. Los cuales fueron ponderados (Tabla 26) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 27).

Tabla 26. Ponderación componentes aptitud para cultivo de nopal.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente condiciona la estabilidad del terreno para el establecimiento de la cobertura vegetal	0.8	0-3	0.7
			3-6	0.8
			6-15	0.9
			15-30	0.6
			30-45	0.4
			>45	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Ponderación componentes aptitud para cultivo de nopal (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Geoforma	El tipo de geoforma está relacionado con las características del relieve y topografía que pueden condicionar el crecimiento de la vegetación y la obtención de la producción deseada.	0.7	Complejos cumbrales	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.9
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.8
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.2
			Complejos de superficies y cauces	0.8
Roca	La presencia de rocas con mayor dureza que difícilmente se intemperizan impide el enraizamiento y generación de suelo primario para el establecimiento de la planta.	0.3	Riolita	0.3
			Riolita-Toba riolítica	0.5
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.7
Suelo	El suelo representa el sistema que proporciona agua y nutrientes, superficie de enraizamiento y relaciones bióticas que determinan la presencia de la vegetación arbórea.	0.9	Feozem háplico	0.7
			Regosol eútrico	0.8
			Leptosol	0.9
Uso desuelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación aportan humedad, sombra, nutrientes, polinizadores y protección a las plantaciones vegetales.	0.7	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.3
			Selva baja caducifolia	0.4
			Selva baja caducifolia perturbada	0.7
			Pastizal inducido	0.8
			Agricultura de temporal	0.9
			Asentamientos humanos	0.2
Clima	La precipitación y temperatura representan una de las fuentes principales que aportan agua y determinan la calidad en el crecimiento vegetativo.	0.5	Aw ₀ - Cálido subhúmedo	0.9
Orientación de laderas	La orientación de la ladera influye en las horas luz que recibe el cultivo beneficiando o afectando su crecimiento y producción	0.9	Norte	0.4
			Sur	0.4
			Este	0.9
			Oeste	0.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Grado de aptitud para cultivo de nopal.

Rango	Grado
2.42-2.5	Muy Bajo
2.5-2.9	Bajo
2.9-3.3	Medio
3.3-3.9	Alto
3.9-4.18	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de aptitud agrícola la descripción la define como la identificación de zonas óptimas para el desarrollo del cultivo de maíz dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud agrícola de las unidades de paisaje fueron la pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de

suelo y vegetación, clima y orientación de laderas. Los cuales fueron ponderados (Tabla 28) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 29).

Tabla 28. Ponderación componentes aptitud agrícola.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente condiciona la estabilidad del terreno para el establecimiento de los cultivos	1	0-1	0.1
			1-6	0.9
			6-15	0.8
			15-30	0.6
			>30	0.2
Geoforma	El tipo de geoforma está relacionado con las características del relieve, la topografía y las horas luz, que condicionan el crecimiento de la vegetación y la obtención de la producción agrícola.	0.6	Complejos cumbrales	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.5
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.2
			Complejos de superficies y cauces	0.9
Roca	La presencia de rocas con mayor dureza que difícilmente se intemperizan impide el enraizamiento y generación de suelo primario para el establecimiento de la planta.	0.2	Riolita	0.4
			Riolita-Toba riolítica	0.6
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.8
Suelo	El suelo representa el sistema que proporciona agua y nutrientes, superficie de enraizamiento y relaciones bióticas que determinan la presencia de los cultivos.	1	Feozem háplico	0.9
			Regosol eútrico	0.7
			Leptosol	0.3
Uso desuelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación aportan humedad, sombra, nutrientes, polinizadores y protección a las milpas.	1	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.1
			Selva baja caducifolia	0.3
			Selva baja caducifolia perturbada	0.5
			Pastizal inducido	0.7
			Agricultura de temporal	0.9
			Asentamientos humanos	0.1
Clima	La precipitación y temperatura representan una de las fuentes principales que aportan agua y determinan la calidad en el crecimiento vegetativo.	1	Aw ₀ - Cálido subhúmedo	0.7
Orientación de laderas	La orientación de la ladera influye en las horas luz que recibe el cultivo beneficiando o afectando su crecimiento y producción	0.9	Norte	0.3
			Sur	0.3
			Este	0.8
			Oeste	0.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Grado de aptitud agrícola.

Rango	Grado
1.54-3	Nulo
3-3.2	Muy Bajo
3.2-3.5	Bajo
3.5-3.8	Medio
3.8-3.9	Alto
3.9-4.47	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la aptitud ganadera extensiva la descripción la define como la identificación de zonas óptimas para llevar a cabo pastoreo de vacas, borregos y cabras dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud ganadera extensiva de las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, suelo, uso de suelo y vegetación, precipitación media anual y cuerpos de agua y cauces. Los cuales fueron ponderados (Tabla 30) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 31).

Tabla 30. Ponderación componentes aptitud ganadera extensiva.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente está relacionada directamente con la estabilidad del terreno, permitiendo que en terrenos más estables el ganado realice menor esfuerzo y aumente su almacenamiento de nutrientes.	0.9	0-6	0.9
			6-15	0.8
			15-30	0.5
			>30	0.3
Geoforma	La geoforma representa zonas del relieve que proporcionan protección y recursos aprovechables por el ganado.	0.7	Complejos cumbrales	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.5
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.8
			Complejos de superficies y cauces	0.9
Suelo	La estructura del suelo permite soportar una mayor capacidad de carga animal sin afectar los procesos que desarrolla.	0.3	Feozem háplico	0.8
			Regosol eútrico	0.6
			Leptosol	0.2
			Bosque natural de latifoliadas-encino	0.4
Uso desuelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación representa las fuentes de alimento, protección y sombra para las especies ganaderas.	0.9	Selva baja caducifolia	0.5
			Selva baja caducifolia perturbada	0.6
			Pastizal inducido	0.9
			Agricultura de temporal	0.8
			Asentamientos humanos	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Ponderación componentes aptitud ganadera extensiva (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Precipitación media anual	La precipitación condiciona una de las fuentes de vital líquido para el desarrollo del ganado.	0.2	858-870mm	0.6
			870-890mm	0.7
			890-910mm	0.8
			910-920mm	0.9
Cuerpos de agua y cauces	La cercanía a los cuerpos y corrientes de agua de segundo, tercero y cuarto orden influye en la capacidad de abastecimiento de las necesidades líquidas del ganado.	1	0-10mts	0.9
			10-30mts	0.7
			30-50mts	0.5
			>50mts	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Grado de aptitud ganadera extensiva.

Rango	Grado
0.97-1.5	Muy Bajo
1.5-2	Bajo
2-2.5	Medio
2.5-3	Alto
3-3.51	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la aptitud turística la descripción la define como la identificación de las zonas óptimas para llevar a cabo el desarrollo de actividades ecoturísticas y etnoturísticas dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud para la prestación de servicios turísticos de las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, uso de suelo y vegetación, senderos, zonas de avistamiento, sitios culturales y artesanales, y asentamientos humanos. Los cuales fueron ponderados (Tabla 32) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 33).

Tabla 32. Ponderación componentes aptitud turística.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente repercute en la capacidad del visitante de recorrer de forma activa y sin presentar complicaciones los sitios donde se les ofertan servicios.	0.7	0-3	0.9
			3-6	0.8
			6-15	0.7
			15-30	0.5
			>30	0.1
Geoforma	La geoforma representa zonas del relieve que proporcionan zonas de descanso y/o de mayor requerimiento físico dependiendo de la condición física del visitante.	0.5	Complejos cumbrales	0.3
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.5
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.7
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0.8
			Complejos de superficies y cauces	0.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Ponderación componentes aptitud turística (continuación).

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Uso desuelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación aportan sombra, belleza escénica, hábitat para animales, sitios de descanso y recreación y zonas donde observar las tradiciones ancestrales.	0.9	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.9
			Selva baja caducifolia	0.8
			Selva baja caducifolia perturbada	0.6
			Pastizal inducido	0.4
			Agricultura de temporal	0.7
			Asentamientos humanos	0.8
Senderos	La cercanía a los senderos que son las diferentes rutas donde poder adentrarse y conocer la belleza escénica del paisaje, además de aportar sitios aptos y seguros para la educación y protección del visitante.	1	0-10mts	0.9
			10-20mts	0.6
			>20mts	0.1
Zonas de avistamiento	Aportan sitios con alta calidad visual donde pueden observarse características naturales, sociales y culturales importantes para la región.	0.9	0-5mts	0.9
			5-15mts	0.6
			>15mts	0.3
Sitios culturales y artesanales	Las cercanía a los sitios culturales y artesanales representan un punto clave para desarrollar el etnoturismo, ya que son símbolos históricos, cultura y artísticos de la comunidad.	0.5	0-100mts	0.9
			100-300mts	0.7
			>300mts	0.5
Asentamientos Humanos	Los asentamientos humanos representan las zonas donde habita la comunidad, se ofrecen servicios de hospedaje, alimentación, recreación, información y guía para los turistas.	0.7	0-50mts	0.8
			50-100mts	0.7
			100-200mts	0.6
			>200mts	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Grado de aptitud turística.

Rango	Grado
1.76-2	Muy Bajo
2-2.5	Bajo
2.5-3	Medio
3-3.4	Alto
3-4-4.52	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en cuanto a la aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos la descripción la define como la identificación de zonas donde podrían establecerse nuevas construcciones dentro de las unidades de paisaje de la microcuenca. Los componentes paisajísticos considerados para evaluar la aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos en las unidades de paisaje fueron pendiente, geoforma, roca, suelo, uso de suelo y vegetación, y corrientes y cuerpos de agua. Los cuales fueron ponderados (Tabla 34) y clasificados según su grado de aptitud (Tabla 35).

Tabla 34. Ponderación componentes aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.

Componente	Justificación	Peso	Rangos	Criterio
Pendiente (°)	La pendiente clasifica zonas con mayor o menor estabilidad para desarrollar construcciones, lo que a su vez se relaciona con la facilidad de dotación de servicios.	1	0-6	0.8
			6-15	0.9
			15-30	0.4
			>30	0.1
Geoforma	La geoforma condiciona los procesos naturales que puede afectar o por los cuales puede ser afectada una vivienda aumentando o disminuyendo su vulnerabilidad y la de sus habitantes.	0.9	Complejos cumbrales	0.1
			Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa	0.5
			Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava	0.4
			Complejos de laderas y barrancos-ladera recta	0.6
			Complejos de laderas y barrancos-valles	0
			Complejos de superficies y cauces	0.8
Roca	La roca constituye la base más estable donde establecer los cimientos de una construcción tradicional.	0.5	Riolita	0.8
			Riolita-Toba riolítica	0.6
			Toba riolítica-Ignimbrita	0.4
Suelo	La pedregosidad, textura y profundidad del suelo repercuten en la facilidad de trabajo con fines de construcción, de igual forma representa una fuente de materia prima para la fabricación de casas tradicionales (adobe)	0.4	Feozem háplico	0.4
			Regosol eútrico	0.6
			Leptosol	0.8
Uso desuelo y vegetación	Ciertas coberturas vegetales representan un insumo para la construcción de vivienda tradicional, utilizándose como bases de madera, techos de palma e insumos para elaborar adobe (pastos).	0.7	Bosque natural de latifoliadas-encino	0.1
			Selva baja caducifolia	0.1
			Selva baja caducifolia perturbada	0.3
			Pastizal inducido	0.4
			Agricultura de temporal	0.7
			Asentamientos humanos	0.9
Corrientes y cuerpos de agua	La cercanía a corrientes o cuerpos de agua de segundo, tercero y cuarto orden representan zonas donde la población puede obtener el recurso de forma rápida, sin embargo constituye una zona bajo riesgo al presentarse una crecida ocasionada por lluvias torrenciales.	0.3	0-10mts	0.7
			10-30mts	0.9
			30-50mts	0.4
			>50mts	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Grado de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.

Rango	Grado
0.63-1.7	Nulo
1.7-2	Muy Bajo
2-2.1	Bajo
2.1-2.4	Medio
2.4-2.8	Alto
2.8-3.04	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo los métodos correspondientes a la aptitud territorial fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3 y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron los archivos en formato vectorial y *raster* referentes a los componentes. Lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico multicriterio y álgebra de capas (Weighed sum).

3.1.3.2 Diagnóstico participativo

En esta etapa se muestra el resultado del trabajo conjunto con la comunidad, el cual tuvo el objetivo de identificar problemáticas y potencialidades socio-ambientales, su grado de importancia, las acciones para corregirlas y aprovecharlas dentro de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca.

Para llevar a cabo el diagnóstico participativo se retomó el método de Geilfus (2009) y el de Fernández, Ávila y Taylor (2009) adaptándolo para trabajar con grupos focales y SIG participativo a nivel microcuenca. El método inicio por una presentación formal del interventor en la comunidad en ella se llevó a cabo la exposición oral del objetivo y actividades a realizar, posteriormente se seleccionó al grupo focal, que según Geilfus (2009) es un grupo de personas de la comunidad con intereses y condiciones comunes ante un tema específico, en ese sentido el grupo focal se conformó por un mínimo de 4 y máximo de 12 integrantes de la comunidad con representatividad de hombres y mujeres de diferentes edades (niños, jóvenes y adultos), los cuales tuvieron especial interés en trabajar y plasmar sus ideas con respecto a las problemáticas y potenciales de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca., así como de su territorio.

Posteriormente, se realizaron dos salidas de campo con los integrantes del grupo focal, una llevada a cabo en temporada de lluvias y otra en temporada de secas, con el objetivo de identificar problemáticas y potencialidades. Teniendo la información del trabajo en campo, se llevó a cabo un taller participativo con el grupo focal complementando lo obtenido en campo, como primera fase del taller se identificaron los potencialidades y las problemáticas socioambientales, su priorización y redacción de

propuestas de acciones a realizar para su aprovechamiento y/o corrección según fuera el caso, para el registro se elaboró un cuestionario de trabajo.

Como segunda fase del taller se trabajó el SIG participativo, el cual consistió en la representación por medio de dibujos en un mapa de su territorio, las problemáticas y potencialidades que identificó el grupo de trabajo. Una vez obtenidos ambos productos se reforzó el trabajo realizado en el taller, comentando ante los asistentes los resultados obtenidos de las dos fases, con el objetivo de llegar a un acuerdo común con respecto a las temáticas trabajadas en el mismo y dar por concluido el taller.

Finalmente, se realizó trabajo de gabinete elaborando la edición georreferenciada de la información plasmada en el SIG participativo, además de la redacción final de las problemáticas y potenciales identificadas por el grupo de trabajo.

Las herramientas que se utilizaron para llevar a cabo los métodos antes mencionados fueron la cartografía impresa, formatos de registro, plumones y lápices. Las variables necesarias fueron los puntos de vista del grupo focal con respecto a la temática del taller, lo anterior se abordó por medio de las técnicas de trabajo de campo, SIG participativo y grupos focales.

3.1.4 Etapa 4. Propuesta de optimización del uso del territorio

Para realizar las propuestas se llevó a cabo el análisis detallado de las condiciones presentes en las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, con el objetivo de aprovechar su potencial natural y socio-productivo, así como reducir sus problemáticas, enlistando acciones específicas a llevar a cabo por la comunidad.

El método consistió en la construcción de una base de datos que conjuntara y priorizara la información de la estructura vertical, y los resultados del diagnóstico integrado y participativo por unidad de paisaje, siguiendo las reglas de priorización enunciadas en la tabla 36.

Tabla 36. Reglas de priorización de resultados por unidad de paisaje.

Estructura vertical y horizontal	Diagnóstico		Regla de Priorización	
Unidad de paisaje representada por complejos cumbresales, complejos de laderas y barrancos y/o complejos de superficies y cauces, con pendiente entre 3° a >math>30^\circ</math>, con basamento rocoso de riolita, toba riolítica o ignimbrita, clima cálido subhúmedo, con suelos leptosol, regosol y/o feozem; y cobertura de selva baja caducifolia, bosque natural de latifoliadas-encino, pastizal inducido, agricultura de temporal y/o asentamientos humanos.	INTEGRADO	Balance Hídrico	Valores mayores a 10,000 m ³ /año volumen de escurrimiento superficial (>); valores menores a 10,000 m ³ /año (<)	
		Cambio de uso de suelo	Valores mayores a 0.1% de la categoría de “deforestación”, de no presentarla, la categoría con predominio en más del 50% de su superficie o con los valores más cercanos a 50%.	
		Erosión hídrica laminar (USLE)	Categoría con predominio en más del 40% de su superficie.	
		Susceptibilidad	Inundaciones	Categoría con predominio en más del 50% de su superficie.
			Remoción en masa	Categoría con predominio en más del 50% de su superficie o con los valores más cercanos a 50%.
			Erosión	
		Aptitud	Forestal natural	
			Prestación de servicios ambientales	
			Cultivo de nopal	
			Agrícola de temporal	
	Ganadera extensiva			
	Turística			
	PARTICIPATIVO	Potencial	Natural	Potencial detectado por la comunidad.
			Cultural-educativo	
			Paisajístico	
			Turístico	
			Económico	
Problemática		Falta de agua y pérdida de cultivos	Problemática detectada por la comunidad.	
		Erosión hídrica y remoción en masa		
		Degradación y contaminación		
		Migración y desempleo		
		Pérdida de cultura e identidad comunitaria		
Dotación de servicios				

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo la información priorizada, se seleccionó el uso de suelo principal, secundario y terciario por unidad de paisaje:

1. Principal: uso o cobertura vegetal con mayor superficie dentro de la unidad de paisaje.
2. Secundario: vegetación o uso con la segunda mayor extensión dentro de la unidad de paisaje.
3. Terciario: cobertura vegetal o uso con la tercera mayor extensión dentro de la unidad de paisaje.

Posteriormente, se prosiguió a comparar los resultados de la estructura vertical, balance hídrico superficial, cambio de uso de suelo, erosión hídrica laminar según el método USLE, susceptibilidad ante remoción en masa, erosión e inundaciones, aptitud forestal natural, para la prestación de servicios ambientales, para el cultivo del nopal, agrícola, ganadera, turística y para el establecimiento de asentamientos humanos; así como, el potencial natural, cultural-educativo, paisajístico, turístico y económico; y la problemática de falta de agua y pérdida de cultivos, erosión hídrica y remoción en masa, degradación y contaminación, migración y desempleo, pérdida de cultura e identidad comunitaria y dotación de servicios, identificadas por la comunidad; con los usos de suelo y coberturas prioritarias, secundarias y terciarias en cada unidad de paisaje, determinando así su compatibilidad (Tabla 37).

Tabla 37. Parámetros para definición de compatibilidad entre resultados y unidades de paisaje.

Grado	Descripción
Alta	Se presenta cuando el uso actual primario, secundario y terciario coinciden o concuerdan con los resultados del balance hídrico, CUS, erosión hídrica laminar, susceptibilidad ante peligros naturales, aptitudes naturales y socio-productivos; y el potencial y problemáticas identificadas por la comunidad.
Media	Se presenta cuando el uso actual primario coincide con los resultados del balance hídrico, CUS, erosión hídrica laminar, susceptibilidad ante peligros naturales, aptitudes naturales y socio-productivos; y el potencial y problemáticas identificadas por la comunidad, pero uno de los usos secundarios y terciarios, o ambos no coinciden.
Baja	Se presenta cuando el uso actual primario no coincide con los resultados del balance hídrico, CUS, erosión hídrica laminar, susceptibilidad ante peligros naturales, aptitudes naturales y socio-productivos; y el potencial y problemáticas identificadas por la comunidad, pero uno de los usos secundarios y terciarios, o ambos llegan a coincidir.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se procede a proponer los usos de suelo óptimos a desarrollar para el mejor funcionamiento de cada una de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca (tabla 38).

Tabla 38. Usos propuestos para la optimización del territorio.

Uso	Descripción
Conservación	Considera la permanencia de la selva baja caducifolia y bosque natural de latifoliadas-encino, en las unidades de paisaje, fomentando con ello la protección del suelo, la mejora del hábitat de flora y fauna, el aprovechamiento del ciclo del agua, procurando la recarga y captación superficial y la producción de microclimas.
Conservación-Turístico	Considera el desarrollo de actividades ecoturísticas y etnoturísticas en las unidades de paisaje que concentran los ecosistemas naturales de bosque y selva.
Pecuario	Considera el desarrollo de actividades de pastoreo del ganado (vacas, borregos, cabras) en unidades de paisaje con vegetación de pastizal.
Pecuario-Turístico	Considera el desarrollo de actividades ecoturísticas y etnoturísticas en las unidades de paisaje que concentran las actividades de pastoreo.
Agrícola	Considera el establecimiento de cultivos de maíz de temporal (milpa tradicional) y/o cultivos de nopal en las unidades de paisaje donde sea posible obtener mejores rendimientos para autoconsumo.
Agrícola-Turístico	Considera el desarrollo de actividades ecoturísticas y etnoturísticas en las unidades de paisaje que concentran las actividades agrícolas.
Agropecuario	Considera el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias en las unidades de paisaje que por temporadas permitan llevar a cabo estas actividades productivas.
Agropecuario-Turístico	Considera el desarrollo de actividades ecoturísticas y etnoturísticas en las unidades de paisaje que desarrollen actividades de cultivo y pastoreo.
Asentamiento-Turístico	Considera el establecimiento de asentamientos tradicionales rurales en las unidades de paisaje con mayor potencial para ello, conservando la imagen y formas de construcción ancestrales de la comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se representaron cartográficamente los resultados obtenidos, enunciándose una serie de acciones a llevar a cabo para optimizar el uso de suelo en cada unidad de paisaje. Finalmente, se plasmaron los pasos a seguir para llevar a cabo la gestión y divulgación de las propuestas con la población de la microcuenca.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo el método antes mencionados será la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3. y el manejador de bases de datos Excel. Las variables necesarias fueron la información resultado de los componentes paisajísticos y el diagnóstico por cada unidad de paisaje. Lo anterior se abordó por medio de técnicas de análisis cartográfico y de bases de datos.

3.1.5 Etapa 5. Construcción de la base cartográfica y Sistema de Información Geográfica

La construcción de la base cartográfica, retomó el método para la elaboración de la base cartográfica mediante una plataforma SIG de Olaya (2014) adaptándola para obtener resultados a nivel microcuenca. El método consistió en organizar las bases de datos y cartografía generada a partir del trabajo en gabinete y de campo para la zona de estudio. Siendo esta una etapa no independiente, ya que fue construida conforme el avance y culminación de cada una de las etapas y objetivos específicos de la investigación.

Olaya (2014) define un Sistema de Información Geográfica (SIG) como un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica, cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados, por lo cual, el método inicio con la ubicación espacial de la zona de estudio en la zona 13 Norte, correspondiente al sistema de coordenadas proyectadas Universal Transversa de Mercator conforme el Datum horizontal WGS84, posteriormente se prosiguió con la representación cartográfica de los componentes paisajísticos, los resultados del diagnóstico, así como otra información referente a la zona de estudio, para ello se trabajó a una escala de salida (1:10,000 o mayor), considerando un tamaño de papel 90 x 60 centímetros. Finalmente se organizó la base cartográfica de la siguiente forma: 1) Proyectos: donde se almacenaron los .mxd generados, 2) Vector: conjuntando los archivos vectoriales resultantes de la investigación, 3) Raster: agrupando los archivos *raster*; y 4) Imágenes: almacenando los archivos en .pdf y .jpg resultantes de la edición cartográfica.

La herramienta que se utilizó para llevar a cabo el método antes mencionado fue la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis v.10.3. Las variables necesarias fueron los archivos en formato vectorial y *raster*, así como, bases de datos referentes a cada temática y etapa de la investigación, lo anterior se abordó por medio de las técnicas de análisis cartográfico multicriterio, álgebra de capas, análisis de bases de datos y representación cartográfica.

Consideraciones finales

La microcuenca en estudio representa un sistema cuyos subsistemas y componentes desarrollan una dinámica biofísica y socioeconómica compleja, lo cual se debe a su ubicación geográfica, presencia de recursos naturales, actividades productivas y culturales de su población y la relación con otros sistemas, dada su complejidad resulta importante plantear adecuadamente la forma en que se realizará una investigación en su territorio, sobre todo, si se busca finalmente la planeación territorial de la misma.

En ese sentido, la metodología expuesta en este capítulo tiende a ser extensa debido a la importancia de considerar cada uno de los componentes del paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca, lo cual lleva a plantear métodos específicos para efectuar cada uno de los análisis necesarios en las etapas, permitiendo obtener resultados fiables e integrales correspondientes a la actualidad del sistema.

Es así que, se justifica el detalle en los métodos, técnicas, herramientas y variables descritos en cada etapa, presentando una alternativa de aproximación y solución ante la búsqueda de mejores alternativas para el uso del territorio por medio de la comunidad presente en la microcuenca, manejando una escala local con el apoyo de los SIG para la representación y análisis del territorio en cuestión.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Estado socioambiental del paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita.

El siguiente capítulo muestra los resultados que dan respuesta a tres de los cuatro objetivos específicos de la investigación, los cuales se obtuvieron a partir de la generación de información de las unidades de paisaje correspondientes a las zonas funcionales de la microcuenca.

Se inicia con la ubicación en el espacio de la zona de estudio, delimitando posteriormente su zona alta, media y baja, obteniendo así las zonas funcionales. Teniendo estos límites se obtuvieron las unidades de paisaje que las conforman describiéndolas por medio de los componentes ambientales, sociales y económicos de su estructura vertical.

Se realiza entonces el diagnóstico integrado de las unidades de paisaje que conjunta temáticas como el balance hídrico, análisis de cambio de uso de suelo (1974-2016), erosión hídrica laminar potencial y actual, susceptibilidad ante peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos y aptitud territorial.

Posteriormente, se lleva a cabo el diagnóstico participativo que muestra el resultado del trabajo con la comunidad enfocado a recabar las potencialidades y problemáticas de las unidades de paisaje y territorio, así como su priorización, por medio del trabajo con el grupo focal realizando recorridos de campo y un taller participativo apoyado de SIG participativo.

Finalmente, se concluye con el análisis integral de los resultados, elaborado a partir de la conjunción de la base de datos por cada unidad de paisaje que conforma las zonas funcionales de la microcuenca.

4.1 Localización de la microcuenca

El área de estudio es conocida como microcuenca Potrero de la Palmita, la cual se ubica al oeste de la República Mexicana y forma parte del municipio del Nayar, al este del Estado de Nayarit; siendo sus coordenadas extremas (Tabla 39):

Tabla 39. Coordenadas extremas de la microcuenca Potrero de la Palmita

Punto	Longitud Oeste	Latitud Norte
Norte	104°42'18"	21°52'58.8"
Oeste	104°43'19.2"	21°52'01.2"
Este	104°41'52.8"	21°52'04.8"
Sur	104°42'39.6"	21°51'10.8"

Fuente: Elaboración propia.

Sus principales características físicas están representadas por la región hidrológica y su topografía, las cuales influyen en su dinámica biofísica, social y económica, condicionando la presencia de gradientes climáticos y procesos geomorfológicos, que a la vez regulan la existencia de diferentes suelos, condiciones hídricas, vegetación y fauna.

Así, la microcuenca se ubica en la Región N° 12 Lerma-Chapala-Santiago, pertenece a la cuenca del Río Santiago-Aguamilpa y a la Subcuenca del Río Grande de Santiago ubicándose al norte, cubriendo una superficie de 4.73 km² (Figura 3).

Su localidad más importante es Potrero de la Palmita, comunidad huichol (grupo étnico de la región centro-oeste de México) cercana a la desembocadura de la microcuenca (en la Presa Aguamilpa), sitio donde vierte sus aguas al Río Huaynamota. Topográficamente se sitúa entre los 752 msnm y 210 msnm, siendo sus elevaciones principales el Cerro Cuate (540 msnm) ubicado al oeste de la microcuenca y Peñasquillo (740 msnm) al norte. Las principales vías de comunicación están constituidas por brechas y veredas (Figura 4).



Figura 3. Localización hidrológica de la microcuenca. Fuente: Elaborado con base en FIRCO (2016).

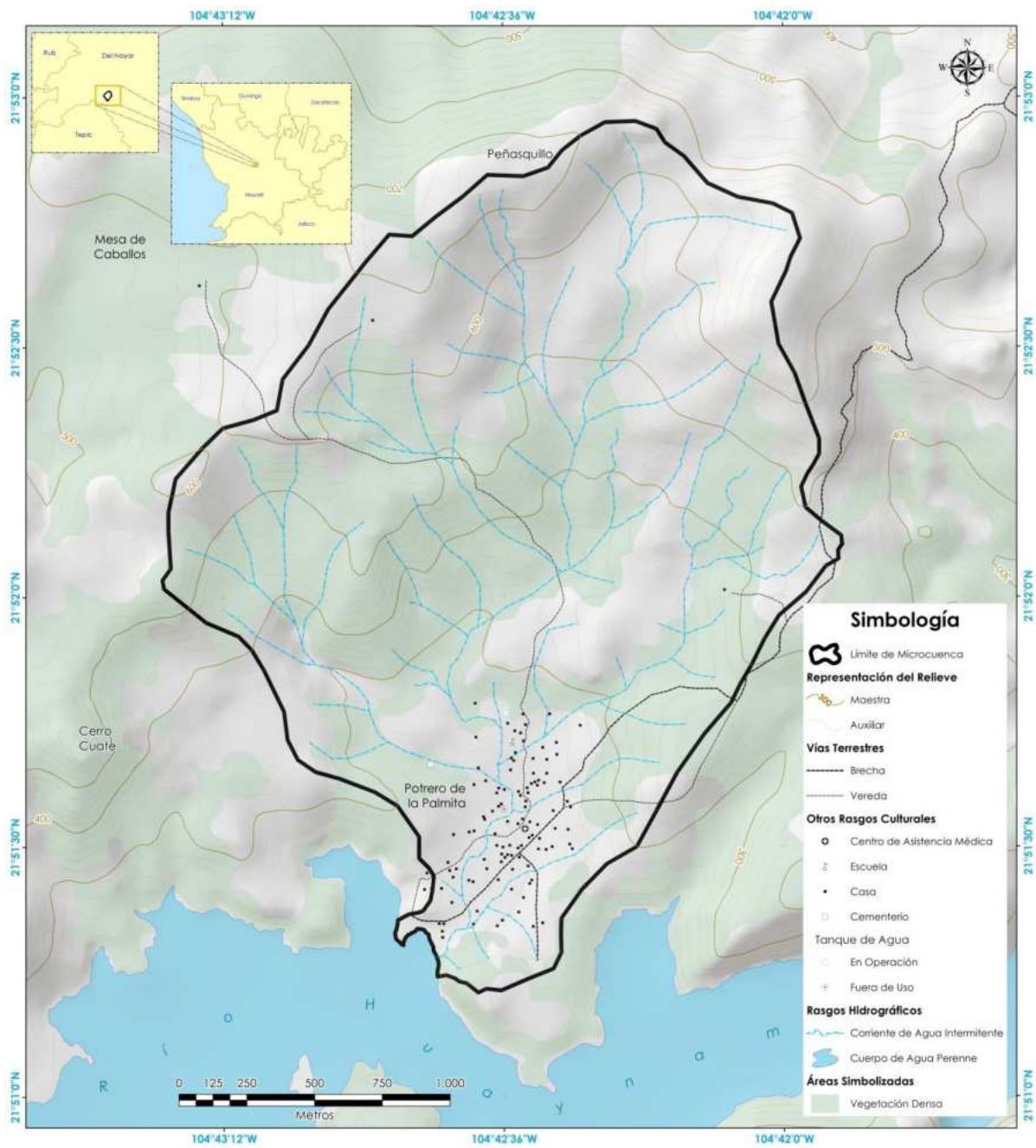


Figura 4. Mapa topográfico. Fuente: Elaboración con base en INEGI (2015a).

4.2 Zonas funcionales de la microcuenca

La curva hipsométrica permitió identificar el comportamiento del relieve y señalar una primera aproximación para definir las zonas funcionales. Los resultados mostrados en la figura 5, indican una microcuenca en su etapa de madurez, lo que significa que se encuentra en una etapa de equilibrio donde predominan los procesos de transporte de sedimentos y agua, a la vez que no se descarta el efecto de la erosión hídrica en las zonas con mayor altitud. De igual forma, con base en el comportamiento del gradiente altitudinal y el área que acumula, se tiene una primera aproximación de la funcionalidad de la microcuenca identificando que la zona funcional baja se localiza de los 210 a los 300 msnm, la zona media de los 300 a 480 msnm y la zona alta de los 480 a 752 msnm.

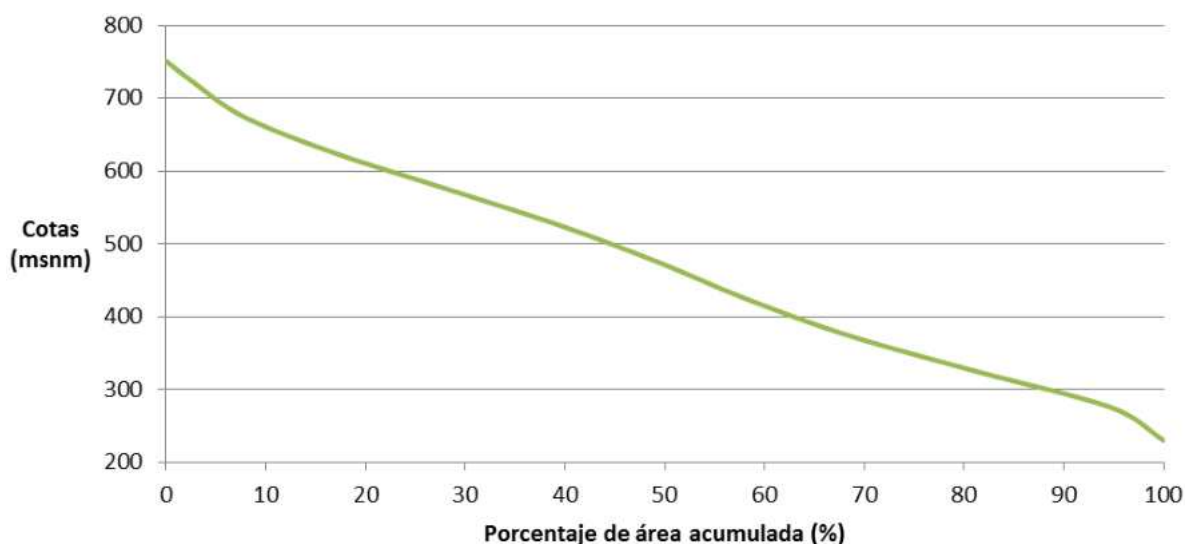


Figura 5. Curva Hipsométrica. Fuente: Elaboración propia.

La morfometría de la microcuenca permitió inferir la posible respuesta de la microcuenca ante una precipitación mediante la interpretación de los indicadores morfométricos de forma, entre los cuales el factor de forma (0.51), el coeficiente de compacidad (1.21), la relación de elongación (0.80) y el índice de alargamiento (1.95) indicaron que la microcuenca tiende a ser moderadamente alargada, con una forma oval oblonga a rectangular oblonga o forma oval-alargada a alargada, presentó fuertes relieves y pendientes pronunciadas, por lo que favorece la respuesta rápida debido al relieve accidentado que predomina en ella siendo susceptible a crecientes súbitas con efectos en

la parte baja, lo cual indica que la zona funcional alta y media tenderán a ocupar mayor superficie en comparación con la parte baja.

El relieve de la microcuenca se describió mediante la pendiente y el cauce principal, los cuales están directamente relacionados con su evolución geológica, la capacidad de infiltración del suelo, la recarga del acuífero y el aporte a la escorrentía superficial que se desarrolla en cada zona funcional. De manera específica, la pendiente media de la microcuenca (29.66%) y del cauce principal (14.33%) indican un relieve descrito por laderas fuertemente accidentadas, lo cual provoca que en la cuenca predomine la erosión y transporte de materiales que se depositan en la parte media y baja de la misma.

A través de los indicadores morfométricos sobre el drenaje, la microcuenca se clasificó como exorréica con drenaje dendrítico, el cual es colectado por el cauce principal, clasificado como cauce mediano con una longitud de 3.96 kilómetros. También, la microcuenca se caracteriza por contar con una red hídrica de cuarto orden (Figura 6), con relación de bifurcación de 2.19 y densidad de drenaje alta de 5.51 km/km². Con lo anterior, la microcuenca presenta una estructura cuyo tiempo de concentración de 0.065 horas (3.93 minutos), indica que es capaz de drenar eficientemente el agua de una precipitación extrema dentro de la misma llevándola al exutorio.

El análisis visual del perfil longitudinal del cauce principal y los órdenes de las corrientes conforme el cambio altitudinal, llevó a detallar los límites de las zonas funcionales en la microcuenca siguiendo principalmente los cambios abruptos en el cauce del río y la presencia de nuevos órdenes. Todo ello resultó en una re-delimitación de las zonas funcionales; zona alta a partir de los 500 msnm, la zona media de los 500 a los 260 msnm, y la zona baja por debajo de los 260 msnm (Figura 7).

Posterior a la delimitación de las zonas funcionales derivadas del análisis hipsométrico y morfométrico de la microcuenca, se constató en campo la veracidad del producto obtenido, mediante recorridos por los límites de las zonas funcionales, derivado de ello se detectó que los límites de la zona alta y media estuvieron bien definidos y que la zona baja podría delimitarse a partir de la cota 280.

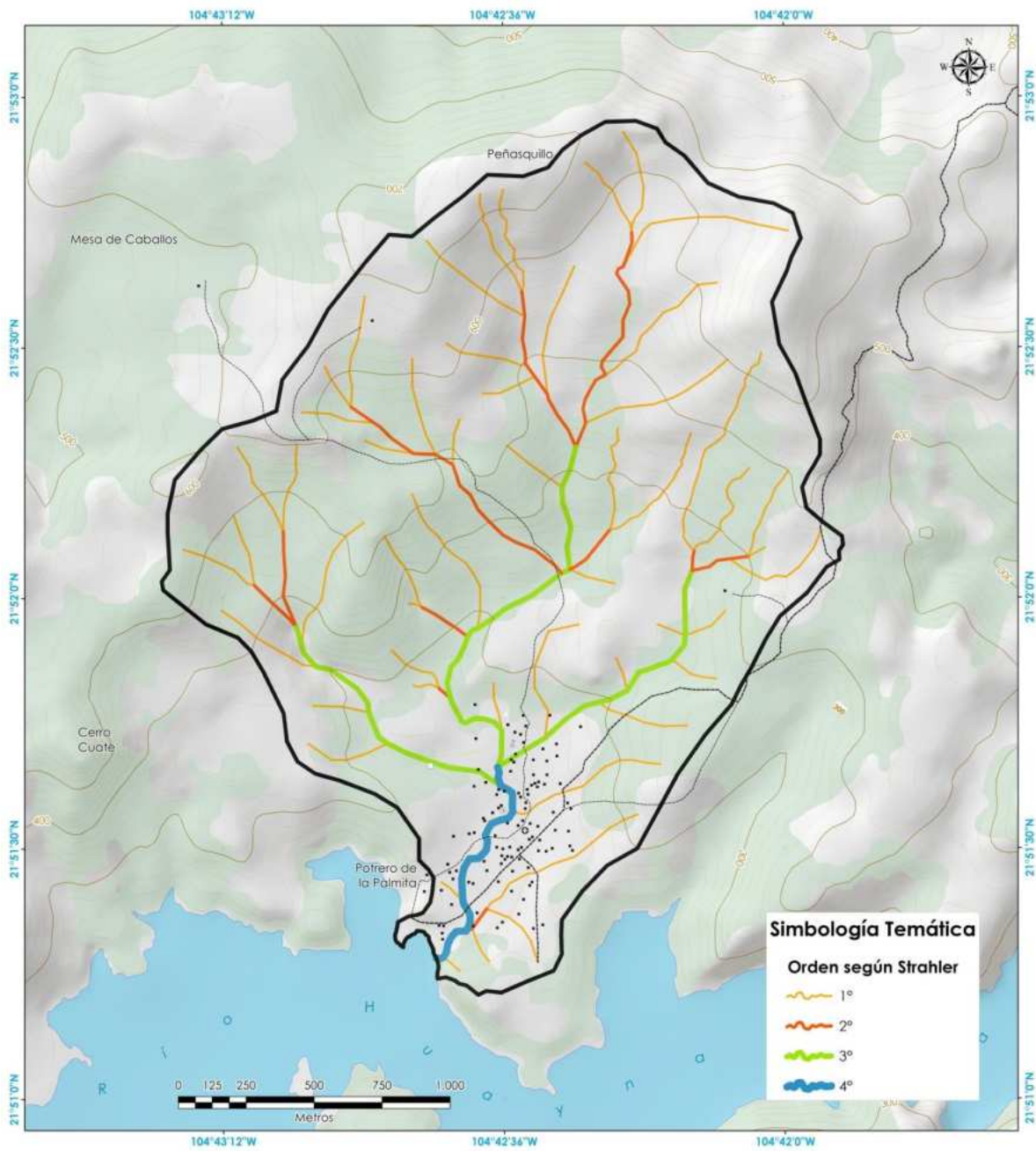


Figura 6. Orden de cauces. Fuente: Elaborado con base en el INEGI (2015a).

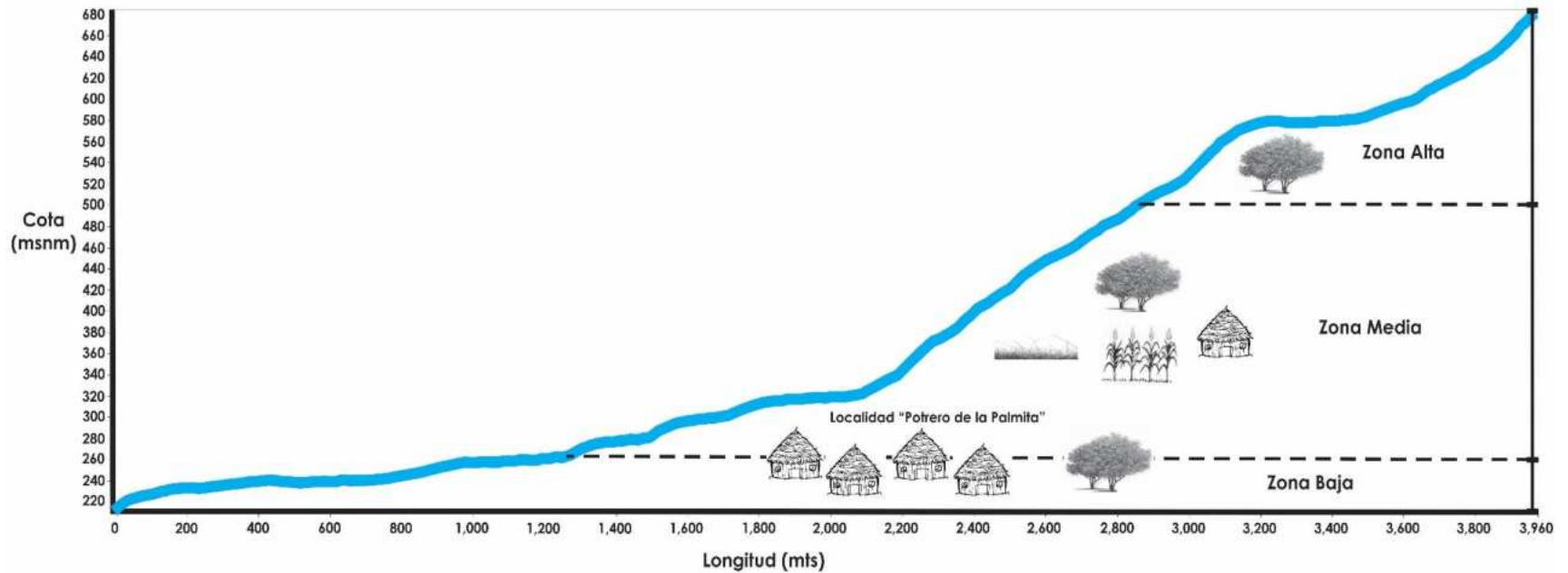


Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la delimitación de las zonas funcionales permitió tener zonas bien definidas donde se llevan a cabo procesos como la erosión, transporte, deposición, infiltración y escurrimiento (Figura 8).

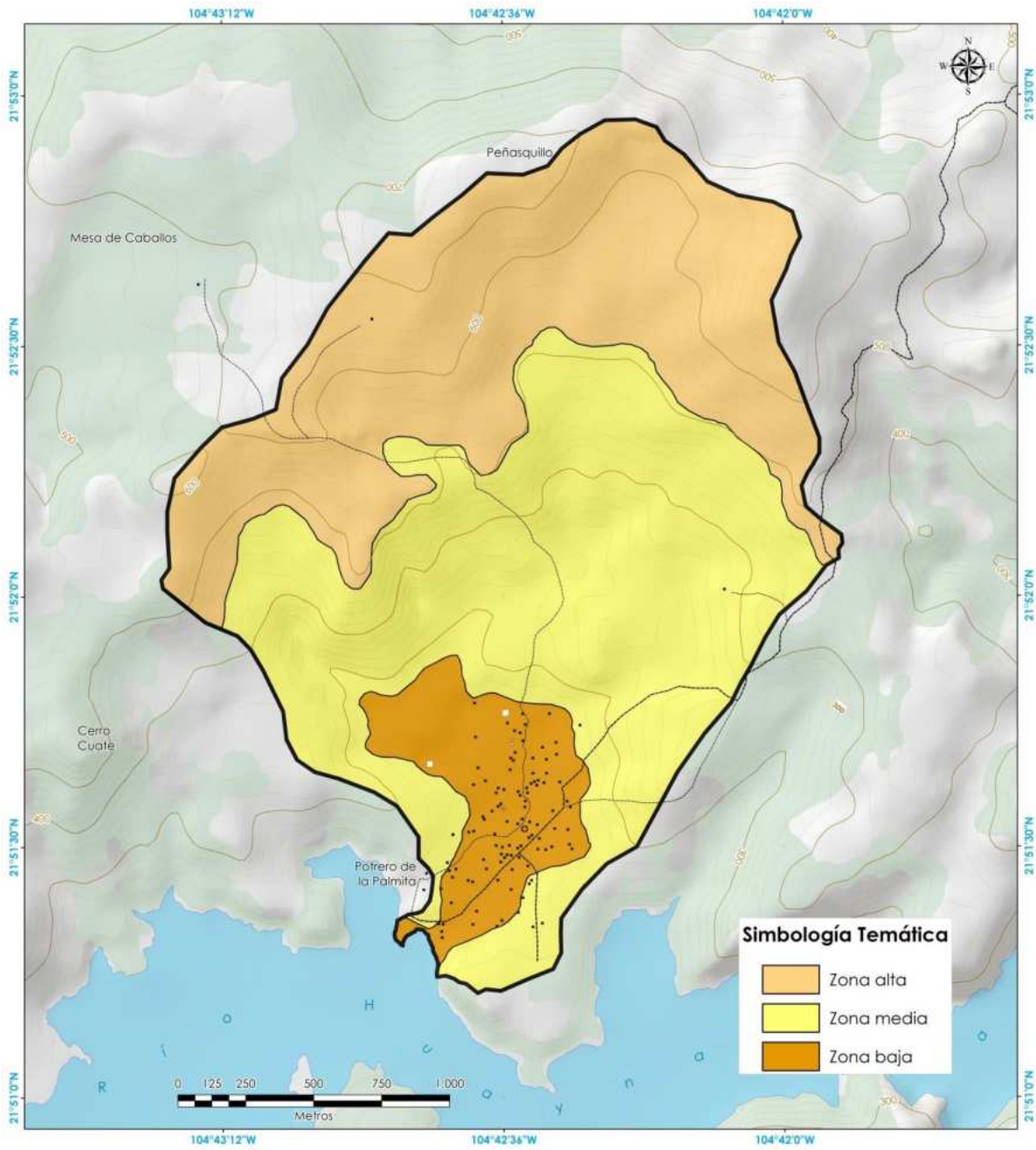


Figura 8. Zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita. Fuente: Elaboración propia.

La zona alta constituyó el área de captación, donde se presentaron las corrientes de primer orden y predominaron procesos erosivos, cubrió una superficie de 190.04 has y se ubicó por arriba de los 500 msnm teniendo como máximo 752 msnm (Figura 9).



Figura 9. Zona alta. Fuente: Trabajo de campo.

A su vez, la zona media donde predominaron procesos de erosión y transporte, derivados de la presencia de corrientes de segundo y tercer orden, que también benefician la captación, ocupó la mayor superficie dentro de la microcuenca correspondiente a 235.98 has, ubicándose entre los 500 y 280 msnm (Figura 10).



Figura 10. Zona media. Fuente: Trabajo de campo.

Finalmente, la zona baja se caracterizó por presentar procesos de deposición de materiales y concentrar al río de mayor orden (río principal) encargado de la emisión del agua por el exutorio, se ubicó entre los 280 y 210 msnm, presentando la menor superficie dentro de la microcuenca con 47.13 has (Figura 11).



Figura 11. Zona baja. Fuente: Trabajo de campo.

Con base en lo anterior, se concuerda con lo planteado por García (2006), quien indica que debido a la heterogeneidad, complejidad, dinamismo y número de interrelaciones presentes en el territorio cuenca, se puede abordar su estudio a partir de un modelo que la considere como un sistema delimitado por parámetros naturales que permita la interrelación de diversos subsistemas conformados por variados componentes, ya que, de esa forma es posible analizarla por medio de sus diferentes subsistemas naturales representados por las zonas funcionales, lo cual lleva a realizar un análisis integral de su estructura y función. Y con lo expuesto por Garrido *et al.* (2009) y Garrido *et al.*, 2010 en Cotler *et al.* (2013) quienes proponen el proceso metodológico para la construcción del mapa de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México, que señalan que la importancia de delimitar las zonas funcionales de una cuenca se centra en el entendimiento de su dinámica natural, lo cual lleva a realizar un análisis integral y funcional de las condiciones que en ellas se presentan y repercute en una mejor gestión y manejo de la misma.

4.3 Estructura del paisaje

4.3.1 Estructura vertical del paisaje

4.3.1.1 Componentes naturales

Fisiográficamente, la microcuenca se localiza en la provincia Sierra Madre Occidental, que corresponde a la unidad superior del relieve según Priego *et al.* (2010) de montañas y lomeríos.

Así se identificaron los componentes principales de la estructura vertical de las unidades de paisaje, los cuales son las geoformas o unidades inferiores del relieve y la pendiente, con respecto a las primeras, se obtuvieron seis tipos que son: complejos cumbrales, complejos de laderas y barrancos-ladera convexa, complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava, complejos de laderas y barrancos-ladera recta, complejos de laderas y barrancos-valles y complejos de superficies y cauces (Tabla 40, Figura 12).

Tabla 40. Unidades inferiores del relieve o geoformas.

Unidad superior del relieve	Unidades inferiores del relieve
Montañas y Lomeríos	Complejos cumbrales
	Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa
	Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava
	Complejos de laderas y barrancos-ladera recta
	Complejos de laderas y barrancos-valles
	Complejos de superficies y cauces

Fuente: Elaboración con base en Priego *et al.* (2010).

Los “Complejos cumbrales” se ubican al norte, centro, este y sur, cubriendo una superficie de 55.14 has que corresponden al 11.65% de la superficie de la microcuenca; los cuales son geoformas que se definen por la agrupación de cimas, puertos y sectores del parteaguas, las primeras están representadas por domos que son cuerpos volcánicos en forma de cúpula; los segundos se refieren a superficies poco inclinadas ubicadas en las partes altas; y los terceros corresponden a las divisorias de agua.

Los “Complejos de laderas y barrancos” se dividen en ladera convexa, ladera cóncava, ladera recta y valles; los “Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa” se ubican al norte, centro y sur ocupando la mayor superficie dentro de la microcuenca (55.72%), equivalente a 263.64 has, los cuales representan las porciones inclinadas de la superficie terrestre con aspecto hacia arriba, suave donde la pendiente aumenta hacia abajo y el piso se aprecia fácilmente. Los “Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava” representan las zonas inclinadas de la superficie con la porción superior empinada y la inferior suave, con una base con débil expresión, se ubican al oeste y cubren 41.64 has (8.81%) de la microcuenca. Los “Complejos de laderas y barrancos-ladera recta” se localizan al este y representan las porciones inclinadas de la superficie terrestre con aspecto vertical, a desplome e inclinada, respecto a un plano horizontal, con una clara expresión, cubren una superficie de 37.03 has equivalente al 7.83% de la superficie total de la microcuenca.

Los “Complejos de laderas y barrancos-valles” representan la forma negativa del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por procesos erosivos donde se encauza el agua proveniente de escurrimientos superficiales, se ubican al centro, norte, este y oeste, ocupando 31.41 has (6.64%) de la superficie de la microcuenca. Los “Complejos de superficies y cauces”, agrupan a la planicie aluvial ubicada al sur, que se refiere a una porción de la superficie terrestre equivalente a un plano horizontal o de poca inclinación que recibe depósitos de materiales por el arrastre de corrientes de agua; y al escalón coluvial ubicado al norte, que es una superficie plana que cambia de manera brusca a un relieve escarpado que recibe materiales desplazados ladera abajo por acción de la gravedad, ambos cubriendo una superficie equivalente al 9.35% (44.25 has) del área total de la cuenca.

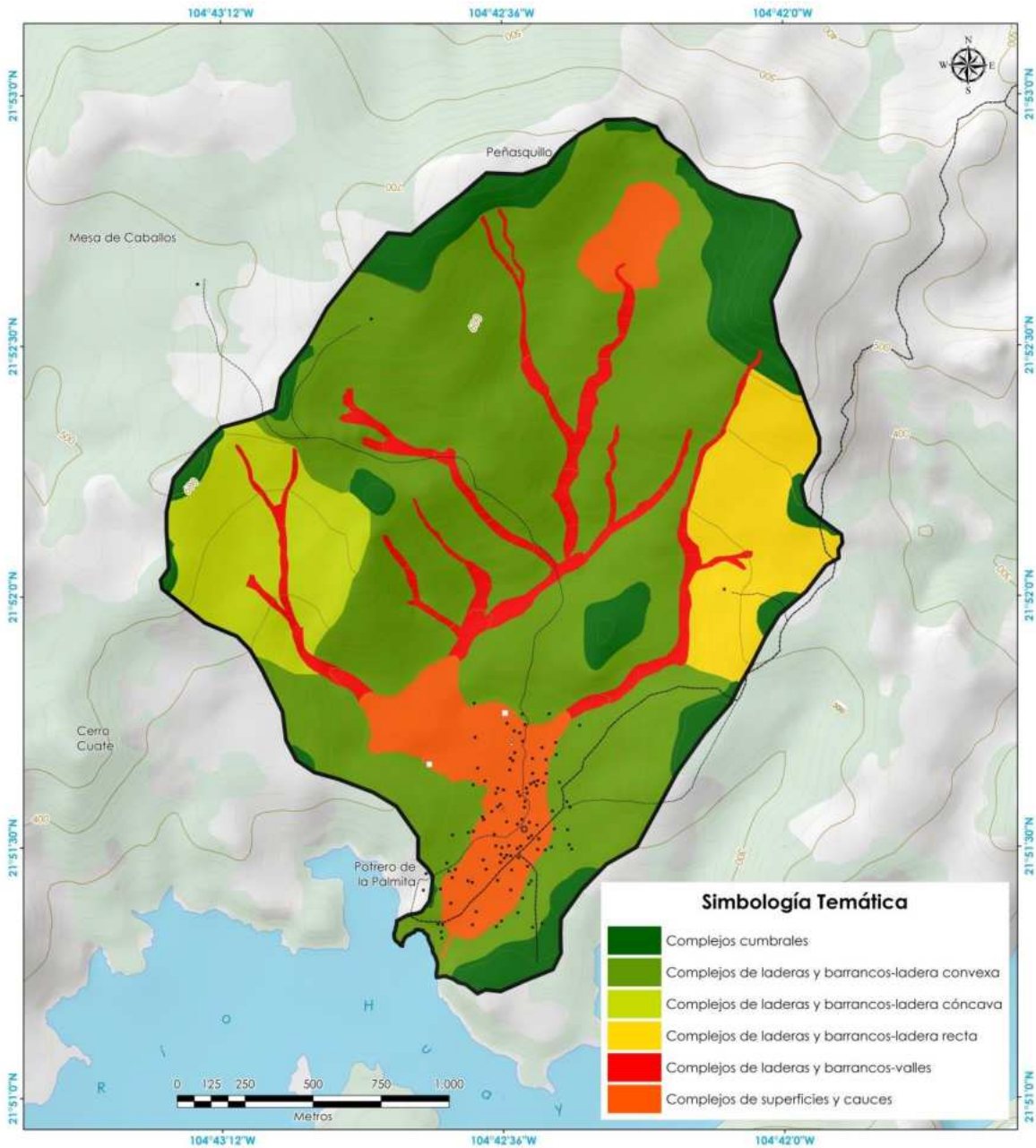


Figura 12. Unidades inferiores del relieve o geoformas. Fuente: Elaboración con base en Priego *et al.* (2009).

Las geoformas anteriores presentan cinco rangos de pendientes con valores que van de $<3^\circ$ clasificándose como muy ligeramente inclinados, localizados principalmente al norte, centro y sur cubriendo una superficie de 26.28 has (5.56%); valores de 3° a 5° clasificados como ligeramente inclinados, ubicados al norte, centro y sur, cuya superficie equivale al 5.84% (27.64 has) de la superficie total de la microcuenca; valores de 5° a 10° clasificados como medianamente inclinados, presentes al norte, centro, sur, este y oeste

cuya área corresponde al 14.5% (68.59 has); valores de 10° a 30° clasificados como fuertemente inclinados, los cuales cubren la mayor superficie dentro de la microcuenca equivalente al 67.65% (320.01 has); y valores >30°, clasificados como muy fuertemente inclinados, localizados al centro, norte y oeste, ocupando 30.52 has (6.45%) (Figura 13).

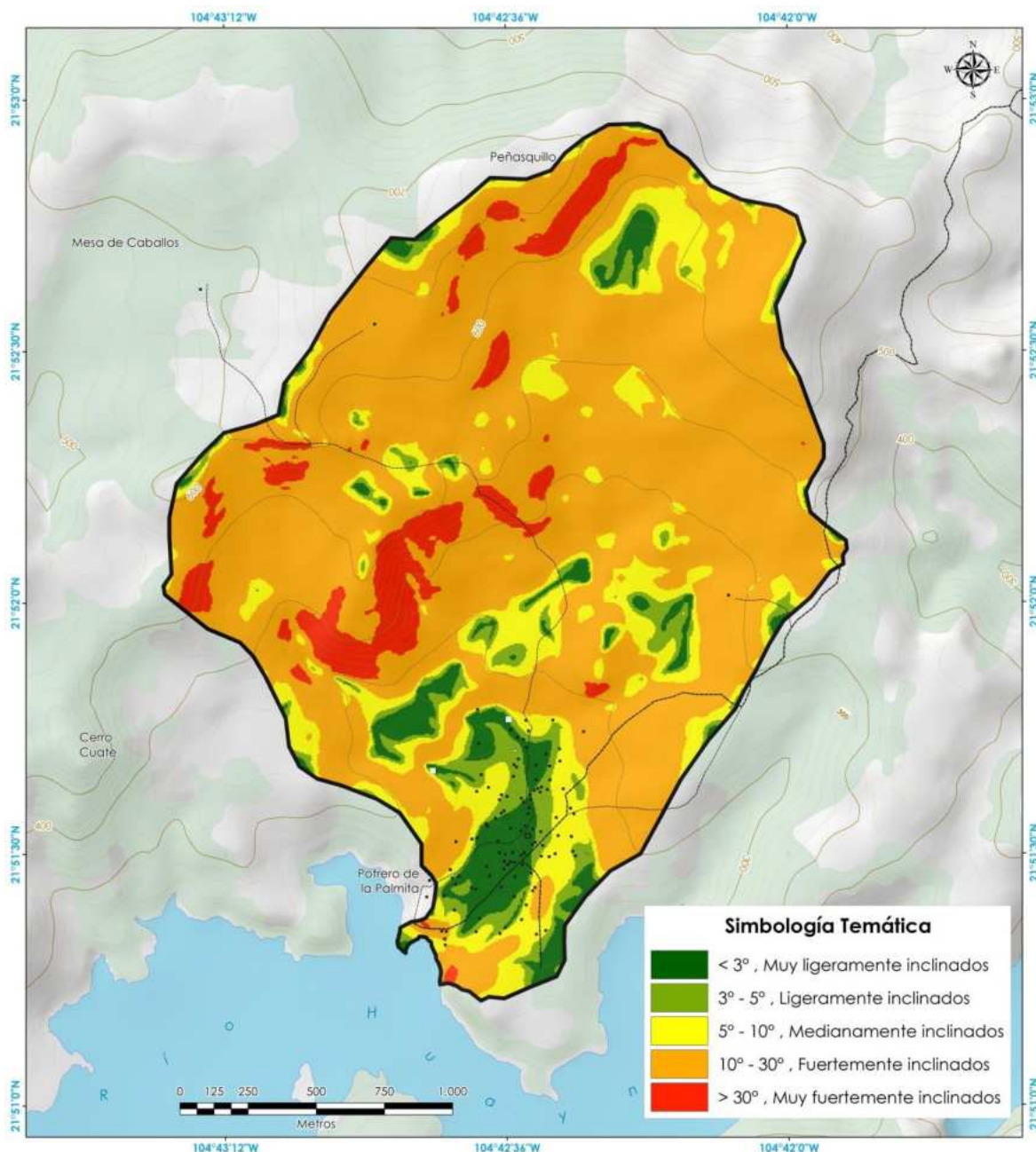


Figura 13. Pendientes. Fuente: Elaboración propia.

Se incorporaron sus componentes ambientales iniciando con los más estables en el tiempo como lo son la geología y climas, siguiendo con los medianamente estables como el suelo, para finalizar con los más dinámicos como lo son la vegetación y el uso de suelo.

Resultado de ello, las unidades de paisaje presentaron como basamento litológico tres tipos de rocas ígneas extrusivas de composición ácida, sea el caso de riolita, toba riolítica e ignimbrita (Figura 14), las cuales datan de 18.7 a 10.2 millones de años ubicándolas en la era del cenozoico, el periodo terciario y la época del mioceno (SGM, 2006).

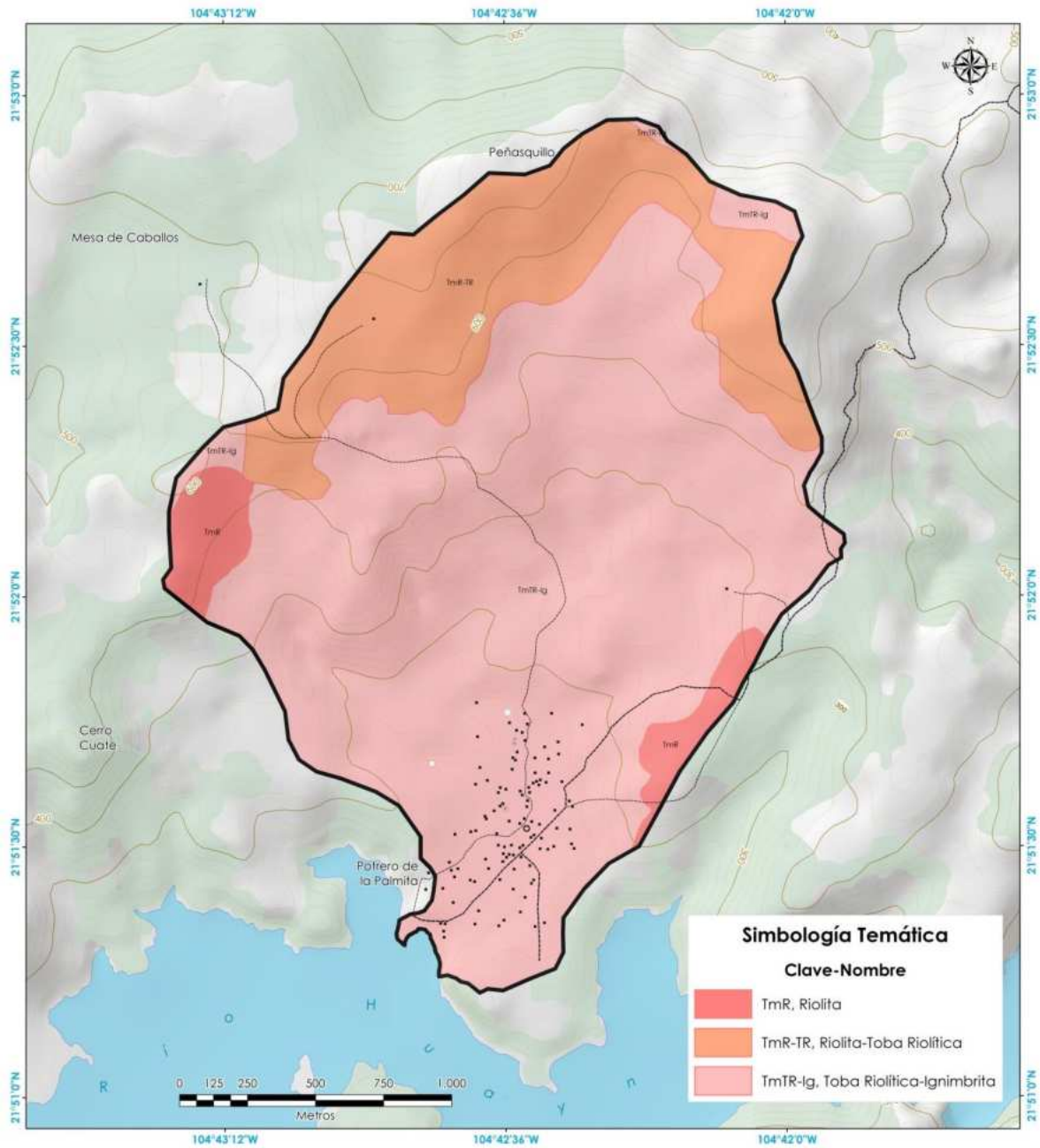


Figura 14. Geología. Fuente: Elaboración propia con base en SGM (2006).

La riolita localizada al este y oeste, cubre una superficie de 21.47 has (4.54%), es una roca rica en sílice compuesta principalmente por cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa, de color claro. Se encuentra también la toba riolítica asociada a riolita ubicada al norte de la microcuenca la cual es un depósito de materiales arrojados por erupciones volcánicas (materiales piroclásticos) en zonas con riolita, cubriendo 103.11 has equivalentes al 21.79% del área de la microcuenca; de igual forma, se encontró ignimbrita asociada a toba riolítica, la cual representa la roca con mayor presencia en la microcuenca, cubriendo el 73.67% (348.59 has) de la misma, es una roca que se forma por depósitos de flujos piroclásticos, de gran volumen y muy calientes, está compuesta por fragmentos de pómez, litos y ceniza, que por su elevada temperatura al enfriar se suelda (Figura 15).

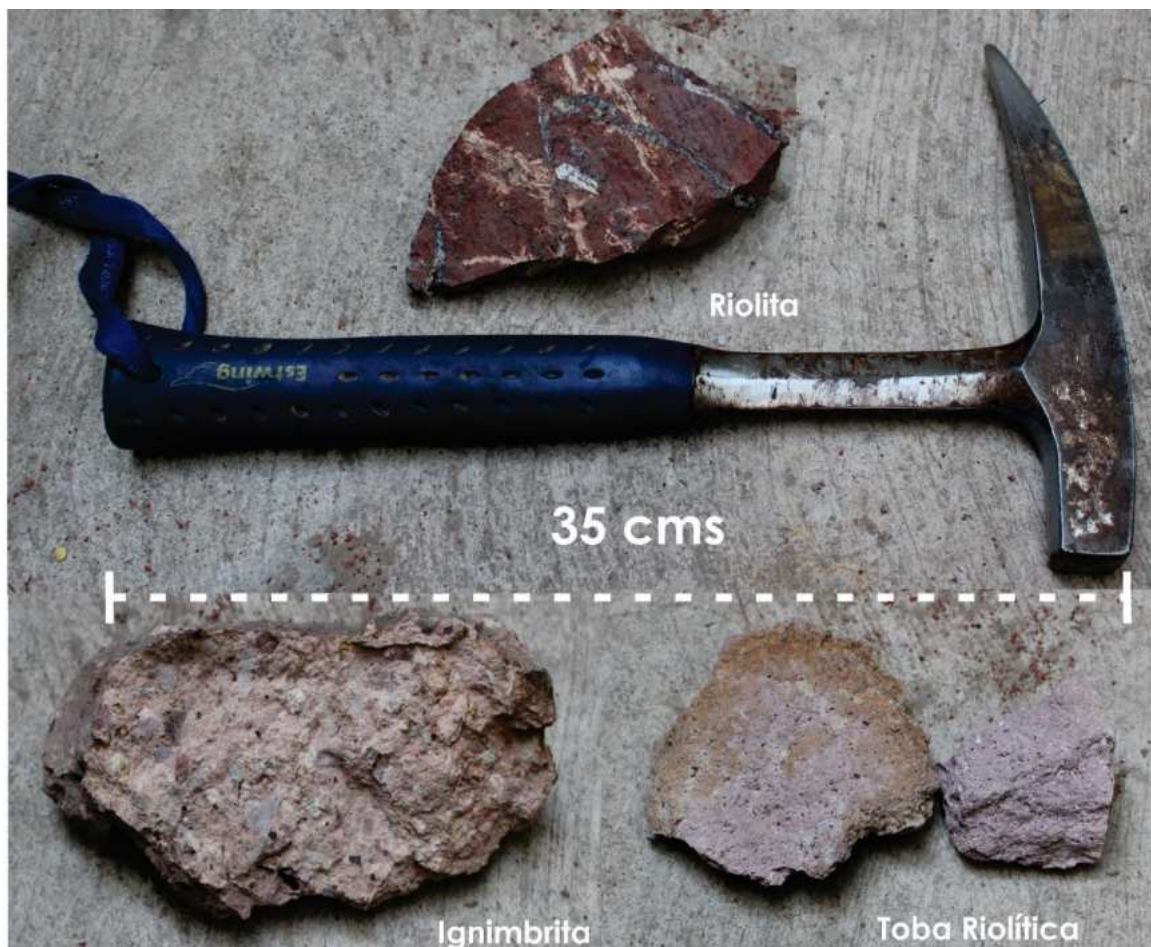


Figura 15. Rocas. Fuente: Trabajo de campo.

En cuanto al componente clima, cabe señalar que predomina un solo tipo en la microcuenca, el cual se clasifica como Aw_0 o cálido subhúmedo, al que le corresponde una temperatura media anual mayor a 22°C , presenta régimen de lluvias de verano y sequía en invierno que significa que el mes de máxima precipitación se presenta dentro del periodo de mayo a octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2, precipitación del mes más seco <60 y grado de humedad (P/T) menor de 43.2 (INEGI, 2008). El cual es representado gráficamente por el climograma elaborado a partir de la estación climatológica 18008 “Despeñadero” ubicada a la salida de la cuenca (Figura 16).

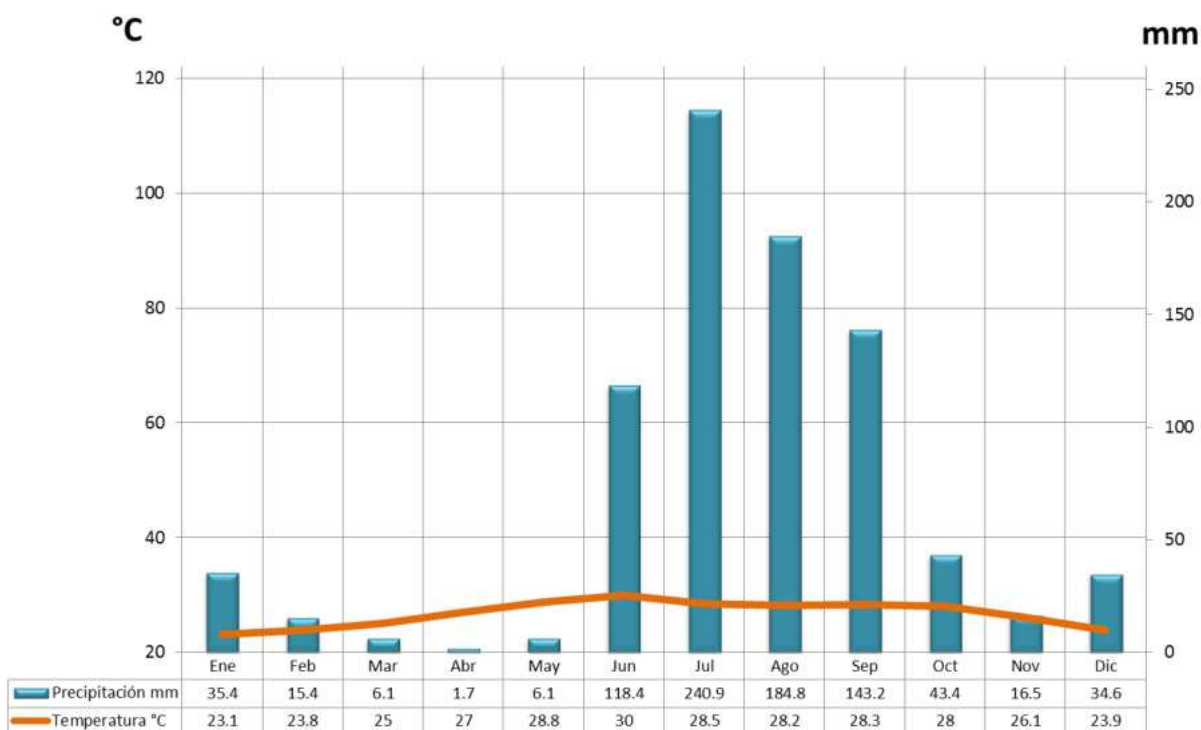


Figura 16. Climograma estación climatológica 18008 “Despeñadero”. Fuente: Elaborado con base en SMN (2017).

La acción del clima sobre las rocas aunado a la posición en el relieve, la acción de la biota, el tiempo y el manejo determina la formación de diferentes suelos que representan al componente del paisaje clasificado como medianamente estable, debido a que puede tardar de miles a cientos de años en formarse, en ese sentido, se tienen 3 tipos de unidades edáficas que caracterizan la microcuenca que son leptosol, regosol eútrico y feozem háplico (INEGI, 1974 y FAO, 2016), (Figura 17-18).

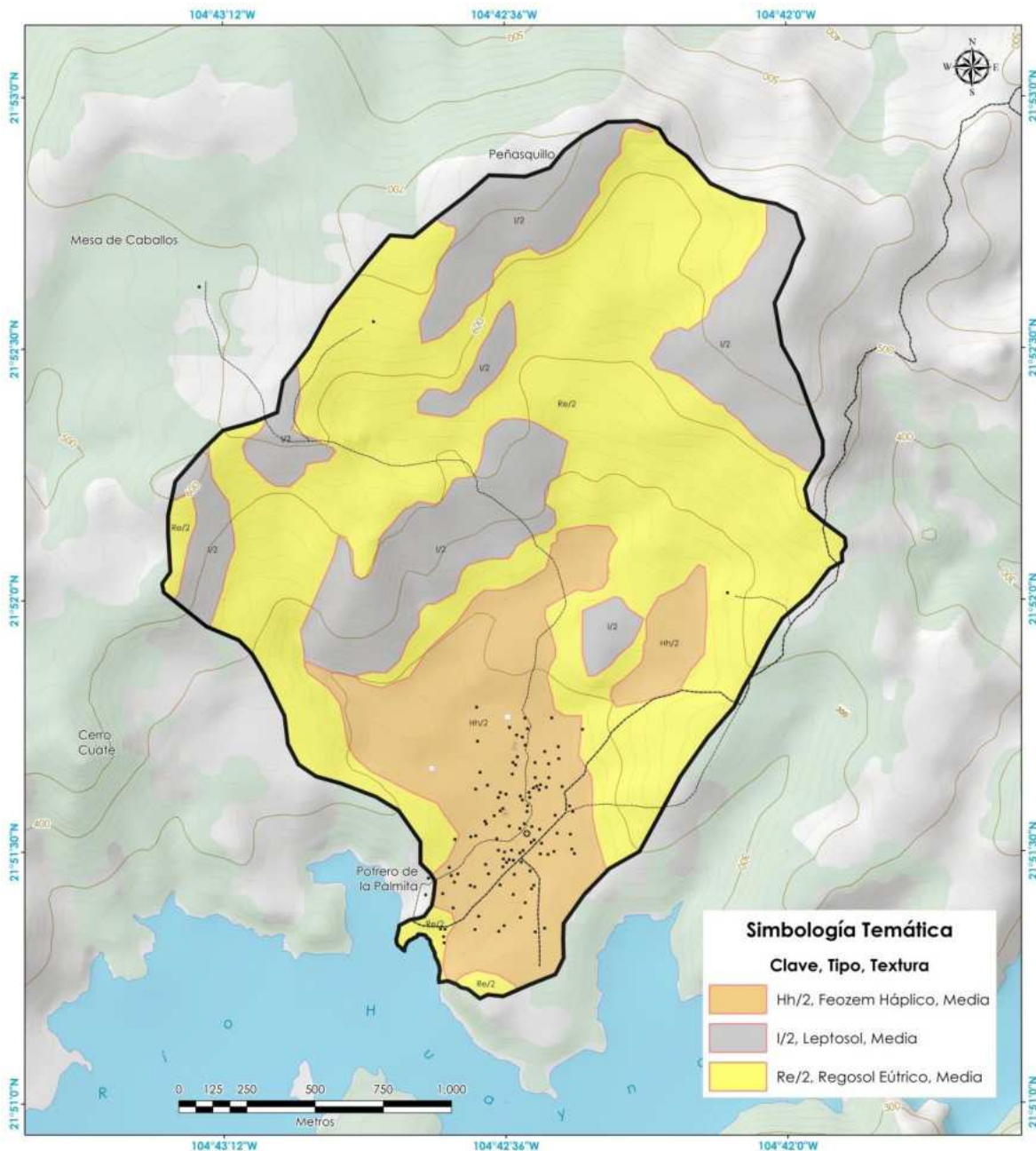


Figura 17. Suelos. Fuente: Elaboración con base en INEGI (1974) y FAO (2016).

El leptosol es un suelo somero poco evolucionado, localizado en zonas con fuerte pendiente al centro, norte y oeste, cuya superficie equivale al 23.12% (109.42 has) de la superficie de la microcuenca, presenta una profundidad menor a 30 centímetros, y elevada pedregosidad, su muestreo en campo permitió identificar que efectivamente es un suelo poco desarrollado, con dos horizontes observables, textura limo-arenosa

y arenosa, propiedades ándicas indicadas por la presencia de alofanos y un pH con tendencia a neutro (Tabla 41).

Tabla 41. Muestreo en campo suelo leptosol.

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	pH	Color en seco	Color en húmedo	Alofanos
AC	0-10	Limo-arenoso	6	7.5 YR2.5/1	5 YR 2.5/1	+
C	10-13	Arenoso	6	2.5 YR 6/2	5 YR 5/4	++

Fuente: Elaboración propia.

Los muestreos en campo fueron sometidos a un análisis de fertilidad el cual se basó en la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF, 2002), con el objetivo de contar con mejores recursos y datos fiables al momento de ponderar el componente suelo para el desarrollo de alguna aptitud y propuesta de optimización del uso del territorio.

Los resultados de dicho análisis arrojaron que el leptosol tiene un pH neutro, su contenido de materia orgánica es muy bajo, el contenido de fósforo es bajo, las bases de cambio como el Na es Alta, el k media, Ca muy alta, Mg muy baja y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se clasificó como media (Tabla 42).

Tabla 42. Análisis de fertilidad suelo leptosol.

pH	Materia orgánica (COT) %	Fósforo (mg/kg)	Na (Cmol(+)kg ⁻¹)	k (Cmol(+)kg ⁻¹)	Ca (Cmol(+)kg ⁻¹)	Mg (Cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (Cmol(+)kg ⁻¹)
7.32	0.01	2.54	0.65	0.42	18.13	0.15	19.35

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte el regosol eútrico, representa la unidad edáfica con mayor superficie dentro de la microcuenca cubriendo 267.4 has (56.51%); es un suelo producto de depósitos de materiales provenientes de las partes altas que permiten que su profundidad sea mayor o cercana a 30 centímetros con clara presencia de materia orgánica en los primeros horizontes y pedregosidad en su perfil, se presenta al centro, norte, este y oeste de la cuenca, cuyo muestreo en campo indicó que es un suelo poco profundo pero más evolucionado que el leptosol, presentó dos horizontes, textura areno-limosa y arenosa, propiedades ándicas y pH neutro (Tabla 43).

Tabla 43. Muestreo en campo suelo regosol eútrico.

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	pH	Color en seco	Color en húmedo	Alofanos
A	0-30	Areno-limoso	7	7.5 YR 4/2	7.5 YR 2.5/3	+++
C	30-35	arenoso	7	7.5 YR 5/2	7.5 YR 3/4	+

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de fertilidad arrojaron un pH medianamente alcalino, contenido de materia orgánica muy bajo, contenido de fósforo bajo, las bases de cambio como el Na es media, el k media, Ca muy alta, Mg muy baja y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se clasificó como media (Tabla 44).

Tabla 44. Análisis de fertilidad suelo regosol eútrico.

pH	Materia orgánica (COT) %	Fósforo (mg/kg)	Na (Cmol(+)kg⁻¹)	k (Cmol(+)kg⁻¹)	Ca (Cmol(+)kg⁻¹)	Mg (Cmol(+)kg⁻¹)	CIC (Cmol(+)kg⁻¹)
8.34	2.59	2.79	0.41	0.37	21.58	0.20	22.56

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el feozem háplico suelo con gran contenido de materia orgánica, de color oscuro, mayor profundidad que el regosol y leptosol, llegando a tener más de metro y medio de ella, se ubica al centro y sur coincidiendo con las zonas que tienen pendiente suavizada, cubre una extensión de 96.36 has equivalentes al 20.36%. Su muestreo en campo permitió observar que es un suelo profundo dada la presencia de seis horizontes, que tienen texturas arenoso-limosas, arenosas, franco-arenosas, arcillosas y arcillo-arenosas, presenta propiedades ándicas y un pH con tendencia a neutro (Tabla 45).

Tabla 45. Muestreo en campo suelo feozem háplico.

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	pH	Color en seco	Color en húmedo	Alofanos
Ah1	0-22	Areno-limoso	6	5 YR 2.5/1	5 YR 2.5/1	+++
Ah2	22-30	Arenoso	6	5 YR 4/2	5 YR 2.5/2	++
Aw	30-40	Areno-limoso	6	5 YR 3/2	5 YR 2.5/1	++
BA	40-60	Franco-arenoso	6	5 YR 3/2	5 YR 4/3	+
B	60-140	Arcilloso	6	5 YR 3/1	5 YR 4/2	+
Bw	140-160	Arcillo-arenoso	6	5 YR 3/3	5 YR 4/4	++

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de fertilidad describieron un pH neutro, contenido de materia orgánica bajo, contenido de fósforo bajo, las base de cambio como el Na es alta, el k muy baja, Ca muy alta, Mg muy baja y su Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se clasificó como media (Tabla 46).

Tabla 46. Análisis de fertilidad suelo feozem háplico.

pH	Materia orgánica (COT) %	Fósforo (mg/kg)	Na (Cmol(+))kg ⁻¹	k (Cmol(+))kg ⁻¹	Ca (Cmol(+))kg ⁻¹	Mg (Cmol(+))kg ⁻¹	CIC (Cmol(+))kg ⁻¹
7.19	4.06	3.06	0.68	0.06	23.95	0.19	24.88

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Unidades edáficas. Fuente: Elaboración propia.

Las características de los suelos descritos anteriormente, en conjunto con las condiciones climáticas, posibilitan el desarrollo del componente más dinámico y joven en escala de tiempo, el cual está representado por las coberturas vegetales naturales como bosque de latifoliadas-encino y selva baja caducifolia, que suelen ser modificadas respecto al uso destinado por la población cambiando a selva baja caducifolia perturbada, pastizal inducido, agricultura de temporal y asentamientos humanos (Figura 19).

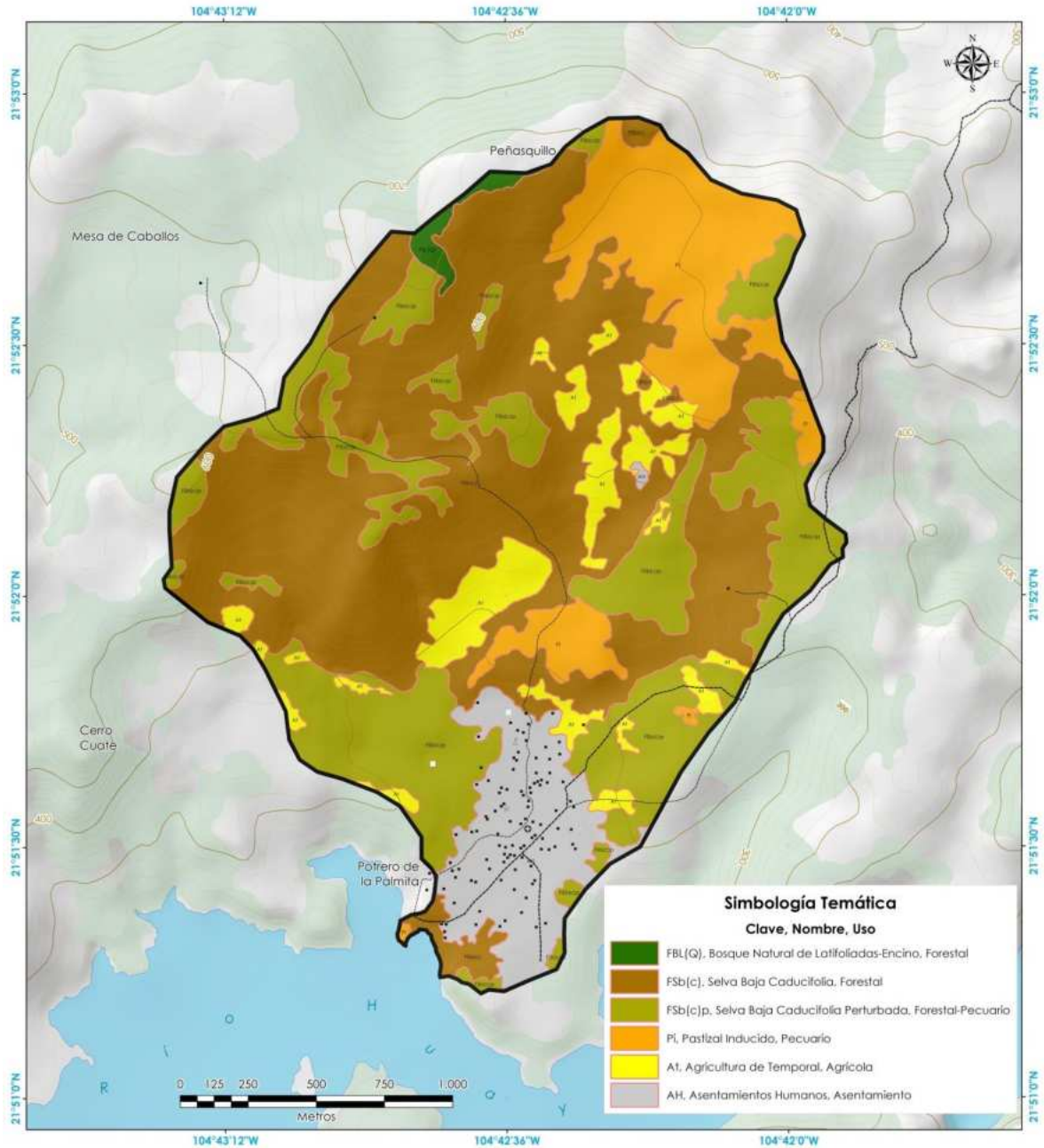


Figura 19. Uso de suelo y vegetación (2016). Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se presentan seis categorías de vegetación y uso de suelo, la primera es el bosque de latifoliadas-encino representada por comunidades arbóreas y arbustivas con múltiples especies del género *Quercus*, comúnmente conocido como roble o encino, se localiza al noroeste presentando la menor superficie de cobertura equivalente al 0.79% (3.74has) dentro de la microcuenca (Figura 20).



Figura 20. Bosque de latifoliadas-encino. Fuente: Trabajo de campo.

La segunda se refiere a selva baja caducifolia que representa la categoría con mayor cobertura dentro de la microcuenca equivalente al 45.69% (216.19 has), se caracteriza por presentar especies de baja altura regularmente de 4 a 10 metros, predominan la especie *Bursera* sp. (palo mulato), *Lysiloma* sp. (tepeguaje), *Bromelia* sp., *Leucaena leucocphala* (guaje), amate, guanacaste, guastecomate, guamuchil, tabaquín, jacaranda, tepozán, nanche, palo brasil, campechillo, tepemezquite, mezquite conocido como tepame, huizache, cuatante, abundan los bejucos y las plantas epífitas como las bromeliáceas, *Agave* conocido en la comunidad como cuicuixtle, *Opuntia*, cactáceas como el cardón, pitahaya, sahuaro y el garambullo; y algunas orquídeas, se presenta al centro, oeste, norte y este de la microcuenca (Figura 21).



Figura 21. Selva baja caducifolia. Fuente: Trabajo de campo.

La tercera es la selva baja caducifolia perturbada que está constituida por las especies anteriormente descritas, sin embargo no es una vegetación densa si no que presenta parches de pastizales inducidos o zonas en recuperación vegetativa, se distribuye al este, oeste, centro y sur, ocupando una superficie de 121.16 has (25.61%) (Figura 22).



Figura 22. Selva baja caducifolia perturbada. Fuente: Trabajo de campo.

La cuarta está representada por el pastizal inducido que se refiere a una comunidad de gramíneas o graminoides que aparece en consecuencia del desmonte o en áreas agrícolas abandonadas o incendiadas, el cual predomina al centro, este y norte con una superficie de 58.96 has equivalentes al 12.46% de la microcuenca (Figura 23).



Figura 23. Pastizal inducido. Fuente: Trabajo de campo.

La quinta es la agricultura de temporal, que refiere a cultivos que para su desarrollo vegetativo reciben el agua de la precipitación, por lo cual están sujetos a la temporada de lluvia, dentro de la microcuenca se refieren a cultivos de maíz criollo e híbrido, se concentran al centro, este y oeste cubriendo el 6.97% (32.98 has) de la microcuenca (Figura 24).



Figura 24. Agricultura de temporal. Fuente: Trabajo de campo.

Finalmente, la sexta se refiere a los asentamientos humanos que son las zonas donde la población establece sus viviendas, vías de comunicación y zonas de servicios, en este caso se trata de asentamientos de tipo rural que se concentran principalmente al sur, ocupando 40.14 has (8.48%) del área total de la microcuenca (Figura 25).



Figura 25. Asentamientos humanos. Fuente: Trabajo de campo.

4.3.1.2 Componentes sociales

Los asentamientos humanos representan los sitios donde históricamente se han realizado las actividades diarias que identifican como comunidad a los habitantes de la cuenca, creando una identidad común que ha definido su cultura a lo largo de las décadas (Figura 26).

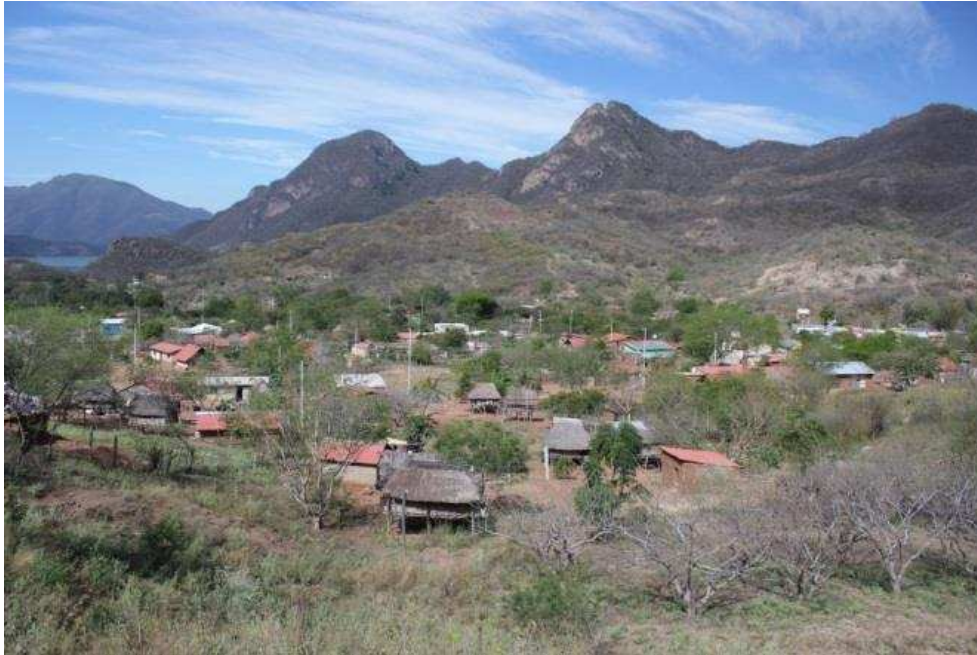


Figura 26. Asentamientos humanos en la zona baja. Fuente: Trabajo de campo.

Los asentamientos son conocidos como la localidad “Potrero de la Palmita” la cual representa a una comunidad perteneciente a la etnia wixárika o comúnmente conocida como huichol, su fundación data del año 1990, detonada por la construcción de la presa Aguamilpa cuya compuerta se ubica a menos de 10 kilómetros de la comunidad.

Esta comunidad conserva aún sus tradiciones y creencias ancestrales, desarrollando una cosmogonía con respecto al espacio que habitan. Dentro de su territorio, el cual excede el límite de las unidades de paisaje y de la microcuenca, existen cinco lugares sagrados a los que acuden cada año para ofrecer ofrendas a sus ancestros, estos lugares son Tea’akata también conocido como Cerro de los Cuatro Puntos del Universo, XapAwilleme ubicado en el Lago de Chapala, Haramara en San Blas, Nayarit; HAwxamanaka en el Cerro Gordo de Durango, y Wirikuta ubicado en el desierto de Real de Catorce, en San Luis Potosí en donde cazan el Peyote.

A sus principales deidades les adjudican relaciones de parentesco como son el Fuego (nuestro abuelo), la Tierra (nuestra madre), el Venado (hermano mayor), Takutsi y NakAwé (nuestra abuela crecimiento) y el Sol (nuestro padre). Estas son adoradas y representadas en diversas ceremonias y fiestas tradicionales como la del peyote, del tambor, del elote, de las calabazas tiernas y del esquite todas oficiadas por el mara’akame curandero, brujo o protector de las creencias y mitos (Figura 27).



Figura 27. Sitio sagrado “Cerro cuate” (izquierda), ofrenda a los dioses (derecha), Mara’akame (centro).

Fuente: Trabajo de campo.

Estas tradiciones se han conservado a la par de la religión católica la cual practica el 72.45% del total de la población, existiendo un sincretismo entre las prácticas ancestrales y las prácticas que versa esta religión, sin embargo se observó que religiones como la cristiana y protestante que concentran al 16.89% de la población, presentes también en la comunidad, no permiten seguir con las tradiciones, lo cual es preocupante ya que siguen ganando adeptos poniendo en riesgo la continuidad cultural-religiosa de los huicholes.

Las relaciones con otras culturas les ha permitido conservar su lengua y aprender otras nuevas, es así que la mayoría de la población de 5 años y más registrada para el año 2010 es considerada bilingüe, ya que habla huichol y español, siendo la

lengua predominante el huichol debido a que representa el dialecto ancestral practicado en dicho territorio (Tabla 47).

Tabla 47. Población hablante de lengua indígena.

Localidad	Población de 5 años y más	Que habla español	Que no habla español	No especificado	Lengua Indígena	Tronco Lingüístico de la lengua
Potrero de la Palmita	347	336	6	5	Huichol	Yuto-Nagua

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a.

Con respecto a las características de la población, de acuerdo con el censo de población y vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la comunidad está constituida por un total de 432 habitantes, de los cuales, el 49.3% corresponde al género masculino y el 50.7% al femenino (Figura 28).

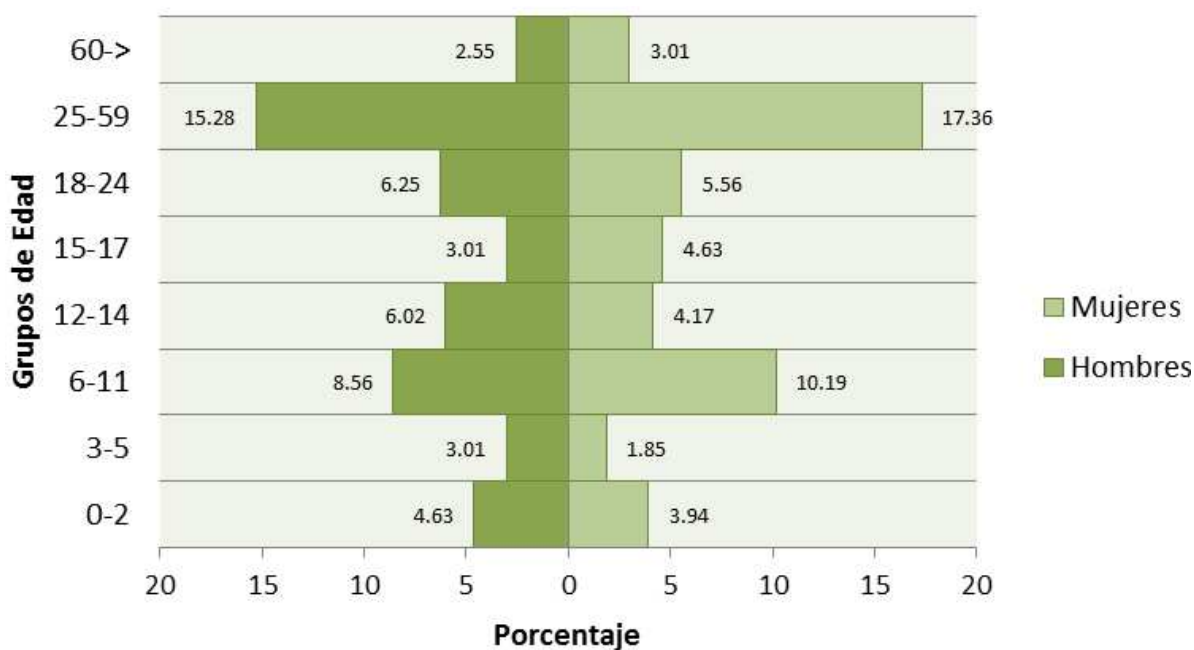


Figura 28. Pirámide poblacional. Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a.

Analizando la información anterior se observa que la población de 0 a 14 años, considerada como infantil, tiene una participación del 42.36% respecto al total, el 52.08% corresponde a la población de 15 a 59 años y el 5.56% restante es la población de 60 años y más. Se aprecia que la mayor parte de la población se representa por los rangos de 6 a 11 y 25 a 59 años de edad, los cuales en conjunto conforman el 51.39% del total de la población, resaltando en ellos una mayor presencia de mujeres respecto a hombres (Figura 29).



Figura 29. Habitantes representantes de los grupos de edad. Fuente: Trabajo de campo.

La relación entre el número de habitantes y la superficie total de la microcuenca indica que para 1995 era de 65 habitantes por kilómetro cuadrado, la cual disminuyó para el año 2000 a 57 habitantes, probablemente por las condiciones adversas que se presentaron y la migración, mientras para el 2005 y 2010 aumentó con valores de 88 y 91 habitantes por kilómetro cuadrado respectivamente, resultado de la adaptación de la población a las nuevas condiciones territoriales que enfrentaba, presentando en el periodo analizado un incremento final de 26 habitantes por kilómetro cuadrado respecto al año inicial registrado, es decir, un 40% más que al inicio. La densidad poblacional para

1995 y 2000 se clasifica como alta y para el 2005 y 2010 en un grado de muy alta, explicado por la reducida extensión territorial y el constante crecimiento poblacional concentrado principalmente en la zona baja (Tabla 48).

Tabla 48. Densidad de población.

Microcuenca y Estado	Superficie (km ²)	Densidad de población (no. Habitantes/ km ²)			
		1995	2000	2005	2010
Microcuenca Potrero de la Palmita	4.76	65	57	88	91
Estado de Nayarit	27,817.27	32	33	34	39

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a, 2005, 2000, 1995.

Lo anterior se explica con la tasa de crecimiento que indica los cambios que experimenta la población y la razón a la cual crece en promedio anual por cada 100 habitantes, a causa de la migración, mortalidad y fecundidad.

La dinámica poblacional en los últimos quince años ha presentado algunas variaciones, pero es posible identificar una tendencia al crecimiento. En 1995 la población de la microcuenca fue de tan sólo 311 habitantes, disminuyendo para el año 2000 a 271 habitantes, lo que significó una tasa de crecimiento media anual (TCMA) negativa de 2.71%. Del 2000 al 2005 se presentó una tasa de crecimiento alta con un valor de 9% lo que significa que la población tuvo un incremento de 9 personas por cada 100 habitantes de la microcuenca (Tabla 49). Entre 2005 y 2010, se registró un crecimiento de 15 habitantes, pues de 417 habitantes pasó a 432, con una TCMA baja del 0.7%, esto se explica por los movimientos migratorios constantes en busca de oportunidades de trabajo y estudio realizados por la población (Figura 30).

Tabla 49. Tasa de crecimiento media anual.

Periodo	Pob. Total	Pob. Hombres	Pob. Mujeres	TCMA	Grado de Crecimiento
1995	311	156	155	-	-
2000	271	132	139	-2.71	Nulo
2005	417	207	210	9.00	Alto
2010	432	213	219	0.70	Bajo

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a, 2005, 2000, 1995.

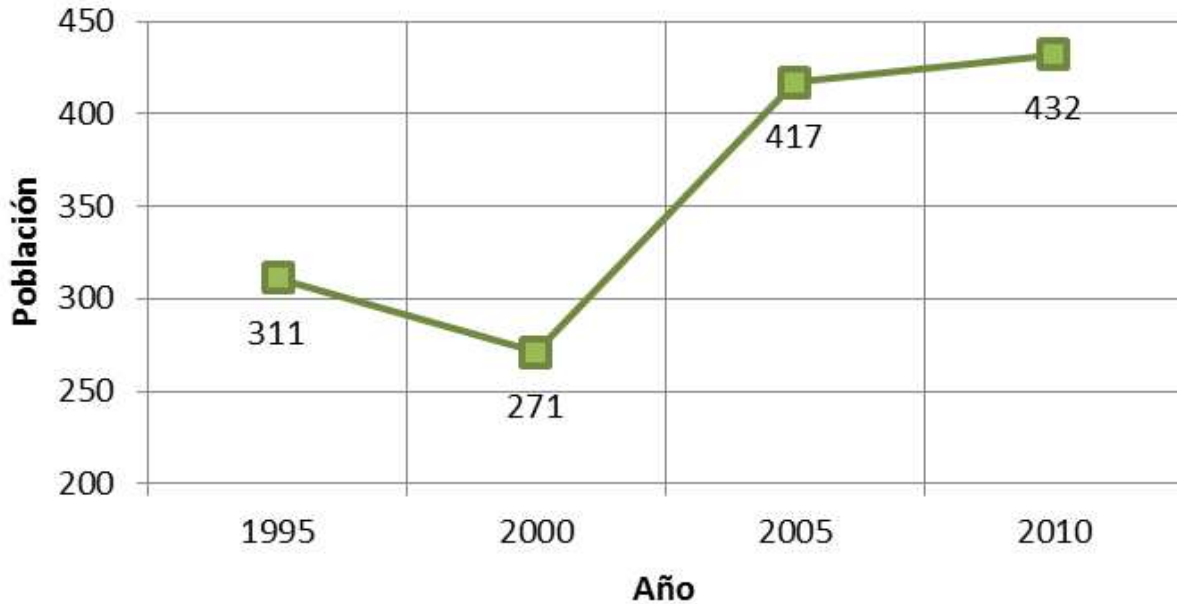


Figura 30. Crecimiento poblacional 1995-2010. Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a, 2005, 2000, 1995.

En cuanto a educación, el grado promedio de escolaridad de la población es de quinto año de primaria, para los hombres se ubica entre quinto y sexto año predominado quinto; y para las mujeres es de cuarto y quinto año predominando cuarto (Tabla 50).

Tabla 50. Grado promedio de escolaridad.

Grado promedio de escolaridad (GPE)	GPE en Hombres	GPE en Mujeres
5.05	5.48	4.67

Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2010a.

El número de personas mayor de 5 años que no saben leer y escribir clasificados como analfabetas dentro de la microcuenca es de 69 que corresponde a un 15.97% del total de población, representado por 43 mujeres que corresponden al 19.63% del total de la población femenina y 26 hombres que representan el 20.18% de su población para el 2010. Lo anterior evidencia que en la comunidad existen pocos profesionistas que puedan capacitar a la comunidad en diversas prácticas que fomenten el desarrollo de la población.

Con respecto a servicios de salud el 95.87% del total de la población, que corresponde a 395 personas cuenta con servicios médicos proporcionados por el Sistema de Protección en Salud, Seguro Popular. En cuanto a las viviendas, se tienen un total de 98 de las cuales 86 están habitadas, 70 de ellas tienen jefatura masculina y 16 femenina, en promedio cada vivienda está ocupada por 5 habitantes, 63 tienen piso diferente de tierra que regularmente es cemento, 23 son de piso de tierra, 57 cuentan con 2 dormitorios o

más y 29 con un dormitorio; 46 cuentan con servicio de luz eléctrica y 40 no cuentan con el, 38 disponen de agua y 48 no disponen; y 63 no cuentan con drenaje y 23 de ellas si cuentan (Figura 31).



Figura 31. Viviendas y hogares. Fuente: Trabajo de campo.

Se observó que la población ha aumentado en los últimos 20 años lo cual es comprobable, considerando que la atracción migratoria reciente y acumulada indica una consolidación poblacional ocasionada por los deficientes flujos de personas de la microcuenca que cambian de lugar de residencia, sin embargo, se tienen registros de que la migración es por temporadas cortas y la realizan los jóvenes y algunos adultos en etapa laboral activa trabajando principalmente como jornaleros y albañiles, dejando como administradoras del hogar a las mujeres, los cuales al terminar sus trabajos regresan a su la comunidad (Tabla 51).

Tabla 51. Capacidad de atracción migratoria reciente y acumulada 2005-2010.

Tipo de Atracción	Población	Descripción	No. Población	Atracción Migratoria	Grado
Reciente	PobResOT	Población residente en otra entidad durante un periodo de cinco años anteriores al levantamiento censal (2005-2010)	0	0	Muy Baja
	PobTc	Población total de la cuenca	432		
Acumulada	PobNacOT	Población nacida en otra entidad	1	0.2314	Muy Baja
	PobTc	Población total de la microcuenca	432		

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010a.

Finalmente, al evaluar las características de la población considerando sus carencias resultado de la falta de acceso a la educación, residencia en viviendas inadecuadas, percepción de ingresos monetarios insuficientes y la residencia en localidades pequeñas, dan como resultado el índice y grado de marginación que para la localidad indica un grado de marginación clasificado como muy alto (Tabla 52).

Tabla 52. Índice y grado de marginación.

Localidad	Población Total	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Potrero de la Palmita	432	1.0717	Muy Alto

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2012.

4.3.1.3 Componentes económicos

Las actividades económicas y productivas de la población dentro de la microcuenca se concentran en la zona baja y media, con tendencia a ocupar el norte y este de la zona alta, a su vez la población lleva a cabo sus actividades fuera de los límites de la microcuenca, debido a que forma parte de las tierras de uso común de la comunidad agraria “Potrero de la Palmita”, ocupando el 2.62% de su territorio (Figura 32), la cual es administrada por la asamblea de bienes comunales, el comisariado de bienes comunales y el consejo de vigilancia.



Figura 32. Tenencia de la tierra. Fuente: Elaboración con base en RAN (2017).

La tenencia de la tierra influye las actividades económicas desarrolladas en la microcuenca, concentrándose su orientación sectorial en la pesca de mojarra tilapia, bagre, carpa y lobina; agricultura, donde el cultivo principal es el maíz y en la crianza y explotación de animales como vacas, puercos, cabras y gallinas (Figura 33, Tabla 53).



Figura 33. Actividades primarias pesca, agricultura y crianza y explotación de animales. Fuente: Trabajo de campo.

Tabla 53. Principales actividades sectoriales.

Sector	Actividad Sectorial	Orden
Primario	Pesca	1°
Primario	Agricultura	2°
Primario	Crianza y explotación de animales	3°

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010b.

Estas actividades tienen un fuerte lazo cultural por ejemplo, la producción agrícola no solo representa la obtención de granos para subsistencia, sino que estas combinan festividades donde se tiene la presencia del marakame, los jicareros y el consejo de ancianos, los cuales agradecen a sus deidades por permitirles engendrar de nuevo a su hijo el maíz. Estas milpas o coamiles concentran policultivos donde predomina maíz nativo e híbrido acompañado de frijol, chile y calabaza.

Respecto a la crianza y explotación de animales resalta la ganadería extensiva, donde predominan vacas y borregos que a la par de ser comercializados son aprovechados en festividades y ceremonias religiosas de la comunidad. En cuanto a la pesca se trabaja como pescadores de red en pequeñas lanchas cuyo producto es vendido a comerciantes que llevan el pescado a los estados de México, Ciudad de México, Guadalajara, Morelia y Tepic, entre otros, de lo cual se obtienen pocas utilidades, sin embargo en temporada alta resulta redituable por la abundancia de producción.

Además, se tiene que un grupo aproximado de 30 mujeres jóvenes y adultas que han conformado el grupo "Tawexikta" el cual enfoca sus actividades al sector terciario, mediante la prestación de servicios a los turistas que visitan la comunidad, comercializando con ello artesanías típicas elaboradas de chaquira y bordados, comida tradicional, música de la región, hospedaje y representaciones culturales como danzas y limpias. La elaboración de artesanías tiene una compleja relación con sus costumbres religiosas ancestrales, ya que en ellas representan sus creencias, tradiciones, deidades (maíz, venado, peyote, fuego, sol) y cosmovisión (Figura 34).



Figura 34. Artesanías elaboradas por la comunidad. Fuente: Trabajo de campo.

Partiendo de la orientación sectorial fue posible realizar un análisis más detallado de la población que desempeña y no desempeña alguna actividad económica con base en los Censos de Población y Vivienda de INEGI 2000 y 2010, se analizó la población económicamente activa (PEA) que representa a la población de 12 años y más que trabajó, tenían trabajo pero no trabajó o buscó trabajo en el periodo del censo y la población no económicamente activa (PNEA) muestra a las personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar (Tabla 54).

Tabla 54. PEA y PNEA (2000-2010).

Año	Pob. Total	PEA		PNEA	
		No. Hab	%	No.hab	%
2000	271	98	36.16	60	22.14
2010	432	149	34.49	140	32.41

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2000, 2010a.

Con respecto a los resultado de la tabla anterior se tiene que para el 2000, la PEA se ubicó por arriba de la PNEA con un 36.16% y un 22.14%, respectivamente; juntas agrupaban al 58.3% de la población total. En el 2010, la tendencia se repitió ya que la PEA fue de 149 habitantes, es decir, el 34.49% de la población total. Por su parte, la PNEA agrupó 140 habitantes, que representaron el 32.41% de la población total y entre ambas sumaron el 66.9% (289 habitantes en total).

La PEA permite analizar también a la población ocupada (PO), que se refiere a las personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron o que no trabajaron pero si tenían trabajo en la semana de referencia; y a la población desocupada (PD), que muestra a las personas de 12 a 130 años de edad que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia (Tabla 55).

Tabla 55. PO y PD (2000-2010).

Año	Pob. Total	PEA	PO	% PEA	% Pob Total	PD	% PEA	% Pob Total
2000	271	98	98	100	36.16	0	0	0
2010	432	149	148	99.33	34.49	1	0.67	0.23

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2000, 2010a.

En el año 2000, la PO de microcuenca era de 98 habitantes que constituyen el 100% del total de la PEA y el 36.16% de la población total para este año. Para el 2010 la PO fue de 148 habitantes que representaba el 99.33% del total de la PEA y el 34.49% de la población de la microcuenca.

Se observa entonces que para la última década el comportamiento tiende al incremento de la PO, sin embargo presenta un ligero decremento con respecto a la PEA y a su participación de la población total, lo que se explica por un incremento de la población de casi el doble con respecto a la primera fecha de registro.

Las actividades realizadas por la población de la microcuenca están influenciadas por el grado de accesibilidad a los sitios donde se ofrecen determinados bienes y servicios, se asume que mientras mayor es el grado de accesibilidad, mejores servicios llegan a la microcuenca, en este caso la localidad Potrero de la Palmita se consideró con un grado de accesibilidad medio debido a que se encuentra a 8.9 kilómetros en línea recta de una vía de comunicación pavimentada, que se ubica al oeste, justo donde inicia la compuerta de la presa Aguamilpa.

Consideraciones finales

Con base en los componentes naturales, sociales y económicos de los paisajes descritos anteriormente se identificó una gran diversidad para el análisis paisajístico, resaltando las condiciones naturales derivadas de las relaciones de los componentes litológicos, del relieve, edáficas y vegetativas. Así como, en las condiciones culturales presentes en los asentamientos humanos, las cuales es importante conservar, desarrollar y difundir, ya que se encuentran bajo amenaza de desaparecer, por factores como la religión.

De igual forma, se observó potencial organizativo de la población derivado de la tenencia de la tierra, al igual que la organización de los grupos de población en edad productiva representado por mujeres, lo cual fortalece su potencial económico en la oferta de bienes y servicios al visitante.

Se observaron también factores como la distancia a las vías principales de comunicación, la falta de información y conocimiento sobre algunas temáticas de su entorno y la falta de oferta educativas superior a nivel local, como limitantes que podrían afectar el desarrollo productivo y sociocultural de la comunidad.

Estas unidades de paisaje representan unidades ambientales homogéneas que permiten realizar una caracterización detallada y a menor escala de la estructura y dinámica de las zonas funcionales, por medio de la descripción de sus componentes socioambientales, en ese sentido, la zona funcional alta se caracterizó por presentar unidades de paisaje donde predominan los complejos cumbrales caracterizados por domos con pendientes muy pronunciadas; la zona media se caracterizó principalmente por laderas y valles con pendientes pronunciadas y medianamente pronunciadas y finalmente la zona baja se representó por superficies planas y laderas muy ligeramente inclinadas (Tabla 56).

Tabla 56. Unidades de paisaje por zona funcional.

Zona Funcional	Clave- Unidad de Paisaje	Nombre
Alta	ZACC1	Zona Alta-Complejos Cumbrales 1
	ZACC2	Zona Alta-Complejos Cumbrales 2
	ZACC3	Zona Alta-Complejos Cumbrales 3
	ZACC4	Zona Alta-Complejos Cumbrales 4
	ZACC5	Zona Alta-Complejos Cumbrales 5
	ZACC6	Zona Alta-Complejos Cumbrales 6
	ZACC7	Zona Alta-Complejos Cumbrales 7
	ZACC8	Zona Alta-Complejos Cumbrales 8
	ZACSC1	Zona Alta-Complejos de Superficies y Cauces 1
	ZACLBV1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 1
	ZACLBV2	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 2
	ZACLBV3	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 3
	ZACLBV4	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 4
	ZACLBV5	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 5
	ZACLBLR1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta 1
	ZACLBLCC1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1
	ZACLBLC1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 1
	Media	ZMCC1
ZMCC2		Zona Media-Complejos Cumbrales 2
ZMCC3		Zona Media-Complejos Cumbrales 3
ZMCC4		Zona Media-Complejos Cumbrales 4
ZMCC5		Zona Media-Complejos Cumbrales 5
ZMCC6		Zona Media-Complejos Cumbrales 6
ZMCLBV1		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 1
ZMCLBV2		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 2
ZMCLBV3		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 3
ZMCLBLR1		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta 1
ZMCLBLC1		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 1
ZMCLBLC2		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 2
ZMCLBLC3		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 3
ZMCLBLC4		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 4
ZMCLBLC5		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 5
ZMCLBLC6		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 6
ZMCLBLCC1		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1
ZMCLBLCC2		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Unidades de paisaje por zona funcional (continuación).

Zona Funcional	Clave- Unidad de Paisaje	Nombre
Baja	ZBCSC1	Zona Baja-Complejos de Superficies y Cauces 1
	ZBCLBLC1	Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 1
	ZBCLBLC2	Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 2
	ZBCLBLC3	Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa 3

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.1 Unidades de paisaje en la zona funcional alta

La zona alta constituye una de las zonas funcionales más diversas en cuanto unidades de paisaje (17), en ella predominan los complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos, con pendientes pronunciadas de 5° a > de 30°, lo que indica que es una zona donde prevalecen los procesos erosivos, asimismo, su constitución litológica de riolita, toba riolítica e ignimbrita dan pie al desarrollo de procesos de infiltración y captación de agua; los suelos predominantes se caracterizan por ser poco evolucionados (leptosol y regosol), por lo que en conjunto con el clima cálido subhúmedo condicionan un hábitat propicio para el desarrollo de bosque natural de latifoliadas-encino, selva baja caducifolia y pastizal inducido. Las unidades de paisaje se describen a continuación:

1.- ZACC1 (Zona alta-complejos cumbrales 1): está conformada por complejos cumbrales cuya pendiente predominante en más del 80% oscila entre los 5° y 30° clasificada como medianamente a fuertemente inclinada, constituidos por la asociación riolita-toba riolítica, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (53.31%) y regosol eútrico (46.69 %); con presencia de bosque natural de latifoliadas-encino (27.48%), selva baja caducifolia (62.9%) y selva baja caducifolia perturbada (9.62%), ubicándose al nortoste de la zona funcional, con una superficie de 11.41 has.

2.- ZACC2 (Zona alta-complejos cumbrales 2): caracterizada por complejos cumbrales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 80% de su superficie, clasificada como medianamente a fuertemente inclinada, constituidos por la asociación riolita-toba riolítica (58.1%) y toba riolítica-ignimbrita (41.9%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (63.56%) y regosol eútrico (36.44%); que dan pie al desarrollo de selva baja caducifolia (73.22%), selva baja caducifolia perturbada (0.04%) y pastizal inducido (26.74%), ubicándose al norte de la zona funcional, cubriendo un área de 0.69 has.

3.- ZACC3 (Zona alta-complejos cumbresales 3): representada por complejos cumbresales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación riolita-toba riolítica (76.24%) y toba riolítica-ignimbrita (23.76%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (63.57%) y regosol eútrico (36.46%); con presencia de selva baja caducifolia (9.4%), selva baja caducifolia perturbada (25.26%) y pastizal inducido (65.34%), ubicada al noreste de la zona funcional, cuya superficie es de 18.83 has.

4.- ZACC4 (Zona alta-complejos cumbresales 4): compuesta por complejos cumbresales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 60% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación riolita-toba riolítica, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (78.31%) y regosol eútrico (21.69%); con predominio total de selva baja caducifolia perturbada, ubicada al oeste de la zona funcional, con una superficie de 1.42 has.

5.- ZACC5: (Zona alta-complejos cumbresales 5): constituida por complejos cumbresales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 65% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, de basamento rocoso representado por la riolita (25.07%) y la asociación toba riolítica-ignimbrita (74.93%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (75.14%) y regosol eútrico (24.86%); con presencia de selva baja caducifolia (36.47%) y selva baja caducifolia perturbada (63.53%), ubicada al sur oeste de la zona funcional, cubriendo un área de 1.84 has.

6.- ZACC6: (Zona alta-complejos cumbresales 6): caracterizada por complejos cumbresales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 65% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, de basamento representado por la asociación toba riolítica-ignimbrita (74.93%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo leptosol; con presencia de selva baja caducifolia (70.05%) y selva baja caducifolia perturbada (29.95%), ubicada al suroeste cuya superficie es de 1.86 has.

7.- ZACC7: (Zona alta-complejos cumbresales 7): representada por complejos cumbresales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, de basamento rocoso

representado por la riolita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico con presencia de selva baja caducifolia (32.90%) y selva baja caducifolia perturbada (67.10%), ubicada al suroeste de la zona con una superficie de 0.65 has.

8.- ZACC8: (Zona alta-complejos cumbrales 8): compuesta por complejos cumbrales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 85% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, de basamento rocoso representado por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico; con presencia de selva baja caducifolia perturbada, ubicada al sureste de la zona funcional, cubriendo un área de 1.48 has.



Figura 36. ZACC-Zona Alta Complejos Cumbrales. Fuente: Trabajo de Campo

9.- ZACSC1: (Zona alta-complejos de superficies y cauces 1): constituida por complejos de superficies y cauces con pendiente de $<3^\circ$ a 10° en más del 95% de su superficie, clasificados como muy ligeramente a medianamente inclinados, constituidos por las asociaciones riolita-toba riolítica (34.06%) y toba riolítica-ignimbrita (65.94%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico; con presencia de selva baja caducifolia (16.47%) y pastizal inducido (83.53%), ubicada al centro de la zona funcional, cuya superficie es de 9.51 has.



Figura 37. ZACSC-Zona Alta Complejos de Superficies y Cauces (Escalón Coluvial). Fuente: Trabajo de Campo.

10.- ZACLBV1 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-valles 1): caracterizada por complejos de laderas y barrancos-valles con pendiente de 10° a 45° clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por las asociaciones riolita-toba riolítica (73.52%) y toba riolítica-ignimbrita (26.48%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos regosol eútrico (62.52%) y leptosol (37.48%); con presencia de selva baja caducifolia, ubicada al oeste de la zona funcional, con una superficie de 1.26 has.

11.- ZACLBV2 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-valles 2): caracterizada por complejos de laderas y barrancos-valles con pendiente predominante de 10° a 30° en más del 80% de su superficie, clasificados como fuertemente inclinados, constituidos por toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico con presencia de selva baja caducifolia (99.4%) y pastizal inducido (0.5%), ubicada al centro de la zona funcional, cubriendo un área de 1.06 has.

12.- ZACLBV3 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-valles 3): representada por complejos de laderas y barrancos-valles, con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 85% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por las asociaciones riolita-toba riolítica (9.7%) y toba riolítica-ignimbrita (90.3%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico, con presencia de selva baja caducifolia (84.28%) y selva baja caducifolia perturbada (15.72%), ubicada al oeste de la zona funcional, cuya superficie es de 1.31 has.

13.- ZACLBV4 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-valles 4): compuesta por complejos de laderas y barrancos-valles, con pendiente de 10° a 30° clasificados como fuertemente inclinados, constituidos por las asociaciones riolita-toba riolítica (77.16%) y toba riolítica-ignimbrita (22.84%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (87.92%) y regosol eútrico (12.08%); con presencia de selva baja caducifolia (96.77%) y pastizal inducido (3.23%), ubicada al este de la zona funcional, con una superficie de 0.51 has.

14.- ZACLBV5 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-valles 5): constituida por complejos de laderas y barrancos-valles, con pendiente de 10° a 45° clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, conformados por riolita (0.19%) y las asociaciones riolita-toba riolítica (58.08%) y toba riolítica-ignimbrita (41.72%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (25.61%) y regosol eútrico (74.39%), con presencia de selva baja caducifolia (98.64%) y selva baja caducifolia perturbada (1.36%), ubicada al suroeste de la zona funcional, cubriendo un área de 0.86 has.



Figura 38. ZACLBV-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Valles. Fuente: Trabajo de campo.

15.- ZACLBLR1 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-ladera recta 1) : caracterizada por complejos de laderas y barrancos - ladera recta con pendiente predominante de 10° a 30° en más del 95% de su superficie, clasificados como fuertemente inclinados, las asociaciones riolita-toba riolítica (45.52%) y toba riolítica-ignimbrita (54.48%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos leptosol (66.07%) y regosol eútrico (33.93%); con presencia de selva baja caducifolia (19.17%), selva baja caducifolia perturbada (59.65%) y pastizal inducido (21.18%), ubicada al sureste de la zona funcional, cuya superficie es de 9.97 has.



Figura 39. ZACLBLR-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta. Fuente: Trabajo de campo

16.- ZACLBLCC1 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava 1) : representada por complejos de laderas y barrancos - ladera cóncava con pendiente predominante de 10° a 45° en más del 98% de su superficie, clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por riolita (43.36%) y las asociaciones riolita-toba riolítica (18.17%) y toba riolítica-ignimbrita (38.47%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos regosol eútrico (56.69%) y leptosol (43.31%); con presencia de selva baja caducifolia (85.99%), selva baja caducifolia perturbada (13.64%) y agricultura de temporal (0.37%), ubicada al suroeste de la zona funcional, con una superficie de 24.67 has.



Figura 40. ZACLBLCC-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava. Fuente: Trabajo de campo.

17.- ZACLBC1 (Zona alta-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 1) : compuesta por complejos de laderas y barrancos - ladera convexa con pendiente predominante de 10° a 45° en más del 94% de su superficie, clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos las asociaciones riolita-toba riolítica (59.71%) y toba riolítica-ignimbrita (40.29%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos regosol eútrico (69.53%) y leptosol (30.47%); con presencia de bosque natural de latifoliadas-encino (0.59%), selva baja caducifolia (55.35%), selva baja caducifolia perturbada (18%), pastizal inducido (25.38%) y agricultura de temporal (0.68%), ubicada al centro, oeste y este de la zona funcional, cubriendo un área de 102.62 has.

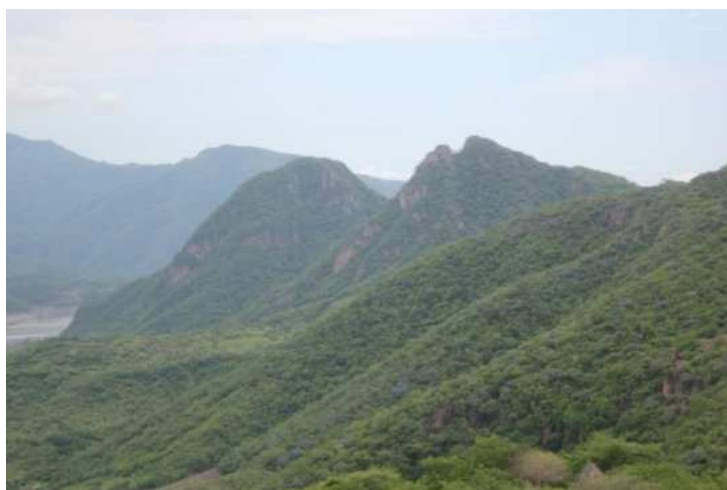


Figura 41. ZALBLC-Zona Alta Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa. Fuente: Trabajo de campo.

El análisis de la anterior descripción permite identificar que las unidades de paisaje que constituyen la zona alta, representan superficies que por su pendiente fuerte, constitución litológica, edáfica, y tipo de cobertura vegetal, pueden estar sujetas a procesos erosivos, sin embargo, constituyen zonas vegetadas donde la flora nativa se desarrolla fácilmente.

Con base en ello, se tiene que las unidades de paisaje cuya base geomorfológica son los complejos cumbrales (ZACC1, ZACC2, ZACC3, ZACC4, ZACC5, ZACC6, ZACC7 y ZACC8), representan las unidades de paisajes con mayor susceptibilidad ante procesos erosivos, causado por la fuerte pendiente y la elevada precipitación que reciben, pudiendo desencadenar la pérdida de la capa superficial de los suelos, que a la par, se clasifican como poco profundos, lo cual, es una limitante para el establecimiento de la vegetación

ya que existen condiciones más extremas para ello, representado una problemática para el ecosistema de bosque natural de latifoliadas-encino y la selva baja caducifolia que las caracteriza.

Se presenta una unidad de paisaje cuya base geomorfológica está constituida por los complejos de superficies y cauces (escalón coluvial) (ZACSC1), donde predominan procesos más estables derivados de su pendiente poco inclinada y vegetación herbácea y arbórea, que disminuyen la erosión hídrica laminar, beneficiando la conservación del suelo regosol que predomina en ella y repercute a los procesos de captación y formación de escurrimientos superficiales efímeros.

Las unidades de paisaje cuya base geomorfológica son los complejos de laderas y barrancos-valles (ZACLBV1, ZACLBV2, ZACLBV3, ZACLBV4 y ZACLBV5) constituyen superficies dinámicas por las cuales se drena rápidamente la precipitación recibida por la parte alta de la cuenca, en ellos predominan procesos erosivos y de transporte, que se generan a partir de las pendientes fuertes que los caracterizan.

Finalmente, las unidades de paisaje representadas por los complejos de laderas y barrancos-ladera recta, cóncava y convexa (ZACBLR1, ZACBLCC1 y ZACBLC1) constituyen zonas con pendiente pronunciada que propicia procesos erosivos rápidos, los cuales pueden detonarse si existe ausencia de vegetación, representan zonas importantes ya que conservan suelos productivos y áreas con vegetación natural.

Dadas las condiciones que se presentan las unidades de paisaje que conforman la zona funcional alta, se puede decir, que predominan procesos rápidos donde la precipitación y pendiente son variables determinantes, lo cual repercute en el estado de los suelos y la vegetación siendo esta una zona altamente susceptible a procesos degradativos, pero con gran cobertura vegetal.

4.3.2.2 Unidades de paisaje en la zona funcional media

La zona media representa la zona funcional más diversa respecto a unidades de paisaje presentando 18 diferentes, en ella predominan los complejos de laderas y barrancos, con pendientes medianamente pronunciadas de 3° a 30°, lo que indica que es una zona donde prevalecen procesos de transporte, asimismo, su constitución litológica de riolita, toba

riolítica e ignimbrita desencadenan procesos de formación de valles y corrientes superficiales de segundo orden caracterizadas por escurrimientos intermitentes, el suelo predominante es el regosol, que aunque somero cuenta con materia orgánica que beneficia en conjunto con el clima cálido subhúmedo la presencia de selva baja caducifolia, pastizal inducido y agricultura de temporal. La estructura vertical y horizontal de las unidades de paisaje de la zona media se describe a continuación:

1.- ZMCC1 (Zona media-complejos cumbrales 1): representada por complejos cumbrales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 75% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (0.75%), leptosol (74.78%) y regosol eútrico (24.47%); con presencia de selva baja caducifolia (30.56%), selva baja caducifolia perturbada (36.83%) y pastizal inducido (32.6%), ubicada al centro de la zona funcional, cuya superficie es de 4.92 has.

2.- ZMCC2 (Zona media-complejos cumbrales 2): compuesta por complejos cumbrales con pendiente predominante de <3° a 30°, clasificados como muy ligeramente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (80.03%) y regosol eútrico (19.97%); con presencia de selva baja caducifolia (11.96%), selva baja caducifolia perturbada (27.93%) y asentamientos humanos (60.12%), ubicada al sur de la zona funcional, con una superficie de 7.19 has.

3.- ZMCC3 (Zona media-complejos cumbrales 3): constituida por complejos cumbrales con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 80% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por riolita (92.71%) y la asociación toba riolítica-ignimbrita (7.29%); clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico; con presencia de selva baja caducifolia perturbada (75.35%), agricultura de temporal (15.99%) y pastizal inducido (8.66%), ubicada al este de la zona funcional, cubriendo un área de 2.97 has.

4.- ZMCC4 (Zona media-complejos cumbrales 4) : formada por complejos cumbrales con pendiente predominante de 3° a 10° en más del 75% de su superficie,

clasificados como ligeramente a medianamente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico; con presencia de selva baja caducifolia perturbada, ubicada al este y cuya superficie es de 1.22 has.

5.- ZMCC5 (Zona media-complejos cumbrales 5): caracterizada por complejos cumbrales con pendiente predominante de $<3^\circ$ a 5° en más del 80% de su superficie, clasificados como muy ligeramente a ligeramente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico y selva baja caducifolia perturbada, ubicada al oeste, con una superficie de 0.42 has.

6.- ZMCC6 (Zona media-complejos cumbrales 6): representada por complejos cumbrales con pendiente predominante de 3° a 10° en más del 80% de su superficie, clasificados como ligeramente a medianamente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (64.84%) y regosol eútrico (35.16%); con presencia de selva baja caducifolia (60.99%) y asentamientos humanos (39.01%), ubicada al suroeste de la zona funcional, cubriendo un área de 0.16 has.



Figura 42. ZMCC-Zona Media Complejos Cumbrales. Fuente: Trabajo de campo

7.- ZMCLBV1 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-valles 1): compuesta por complejos de laderas y barrancos-valles con pendiente predominantes de 5° a 30° en más del 80% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (29.74%), leptosol (13.4%) y regosol eútrico (56.85%); con presencia de selva baja caducifolia (77.03%), selva baja caducifolia perturbada (0.45%), pastizal

inducido (0.02%) y agricultura de temporal (22.5%), ubicada al centro y norte de la zona funcional, cuya superficie es de 17.11 has.

8.- ZMCLBV2 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-valles 2): compuesta por complejos de laderas y barrancos-valles con pendiente predominantes de 5° a 30° en más del 75% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (50.77%) y regosol eútrico (49.23%); con presencia de selva baja caducifolia (79.65%), selva baja caducifolia perturbada (19.24%) y agricultura de temporal (1.11%), ubicada al centro y este de la zona funcional, con una superficie de 5.61 has.

9.- ZMCLBV3 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-valles 3): constituida por complejos de laderas y barrancos-valles con pendiente predominantes de 5° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (30.57%), leptosol (10.58%) y regosol eútrico (58.85%); con presencia de selva baja caducifolia (70.84%), selva baja caducifolia perturbada (16.37%) y agricultura de temporal (12.79%), ubicada al oeste y cubre un área de 3.66 has.



Figura 43. ZMCLBV-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Valles. Fuente: Trabajo de campo

10.- ZMCLBLR1 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera recta 1): formada por complejos de laderas y barrancos-ladera recta con pendiente predominante de 10° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como fuertemente inclinados, constituidos por riolita (7.79%) y la asociación toba riolítica-ignimbrita (92.21%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (5.53%) y regosol eútrico (94.47%); con

presencia de selva baja caducifolia (60.77%), selva baja caducifolia perturbada (36.91%) y agricultura de temporal (2.32%), ubicada al este y cuya superficie es de 27.06 has.



Figura 44. ZMCLBLR-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta. Fuente: Trabajo de campo

11.- ZMCLBLC1 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 1): caracterizada por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 95% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (32.11%) y regosol eútrico (67.89%); con presencia de selva baja caducifolia (3.68%), selva baja caducifolia perturbada (84.64%), agricultura de temporal (8.07%) y asentamientos humanos (3.61%); ubicada al suroeste de la zona funcional, con una superficie de 20.24 has.

12.- ZMCLBLC2 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 2): representada por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente predominante de 10° a 45° en más del 95% de su superficie, clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (4.81%), leptosol (64.29%) y regosol eútrico (30.90%); con presencia de selva baja caducifolia (87.45%) y selva baja caducifolia perturbada (12.55%), ubicada al noroeste de la zona funcional, cubriendo un área de 13.36 has.

13.- ZMCLBLC3 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 3): compuesta por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente predominante de 10° a 45° en más del 90% de su superficie, clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-

ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (12.18%), leptosol (61.18%) y regosol eútrico (26.64%); con presencia de selva baja caducifolia (70.46%), selva baja caducifolia perturbada (7.95%) y agricultura de temporal (21.59%), ubicada al oeste de la zona y cuya superficie es de 32.54 has.

14.- ZMCLBLC4 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 4): constituida por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 95% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por riolita (16.42%) y la asociación toba riolítica-ignimbrita (83.58%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (30.33%) y regosol eútrico (69.67%); con presencia de selva baja caducifolia (7.04%), selva baja caducifolia perturbada (61.64%), pastizal inducido (0.43%), agricultura de temporal (10.75%) y asentamientos humanos (20.13%); ubicada al sureste de la zona funcional, con una superficie de 26.56 has.

15.- ZMCLBLC5 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 5): formada por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente de 5° a 30° , clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelo regosol eútrico; con presencia de selva baja caducifolia (62.1%) y agricultura de temporal (37.9%); ubicada al norte de la zona funcional, cubriendo un área de 5.31 has.

16.- ZMCLBLC6 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 6): caracterizada por complejos de laderas y barrancos-ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (29.77%), regosol eútrico (69.10%) y leptosol (1.13%); con presencia de selva baja caducifolia (41.79%), selva baja caducifolia perturbada (19.9%), pastizal inducido (15.97%), agricultura de temporal (21.26%) y asentamientos humanos (1.09%); ubicada al centro, este y norte de la zona funcional, cuya superficie es de 50.58 has.



Figura 45. ZMCLBLC-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa. Fuente: Trabajo de campo.

17.- ZMCLBLCC1 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava 1): representada por complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava con pendiente de 10° a 45° , clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos leptosol (44.41%) y regosol eútrico (55.59%); con presencia de selva baja caducifolia; ubicada al oeste de la zona funcional, con una superficie de 7.37 has.

18.- ZMCLBLCC2 (Zona media-complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava 2): compuesta por complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava con pendiente predominante de 10° a 45° en más del 85% de su superficie, clasificados como fuertemente a muy fuertemente inclinados, constituidos por riolita (4.39%) y la asociación toba riolítica-ignimbrita (95.61%), clima Aw_0 -cálido subhúmedo, suelos feozem háplico (0.78%) y regosol eútrico (99.22%); con presencia de selva baja caducifolia (71.03%), selva baja caducifolia perturbada (14.62%) y agricultura de temporal (14.35%), ubicada al oeste de la zona funcional, cubriendo un área de 9.63 has.



Figura 46. ZMCLBLCC-Zona Media Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava. Fuente: Trabajo de campo.

Lo anterior permite identificar que las unidades de paisaje cuya base geomorfológica son los complejos cumbrales (ZMCC1, ZMCC2, ZMCC3, ZMCC4, ZMCC5 y ZMCC6), constituyen unidades con pendiente que va de moderada a fuerte, lo que deriva en procesos de transporte de suelo y materiales, así como el aumento de zonas donde la vegetación encuentran limitantes para su asentamiento, generando limitantes ya que suelen ser las áreas que mayor aprovechamiento agropecuario sufren dentro de la zona funcional.

Las unidades de paisaje cuya base geomorfológica son los complejos de laderas y barrancos-valles (ZMCLBV1, ZMCLBV2 y ZMCLBV3) constituyen superficies dinámicas a través de las cuales la zona media drena el escurrimiento que llega a ellas proveniente de la zona alta, sin embargo, su pendiente que va de moderada a fuerte (5-30°), genera procesos erosivos, y de transporte, formando también superficies estables o terrazas donde puede desarrollarse el suelo y asentarse más fácilmente la vegetación.

Las unidades de paisaje características de complejos de laderas y barrancos- ladera recta y cóncava (ZMCLBLR1, ZMCLBLCC1 y ZMCLBLCC2) siguen conservando pendientes fuertes lo que las clasifica dentro de las zonas con potencial erosivo alto, siendo mejor conservar en ellas la vegetación y llevar a cabo un uso de suelo que tienda a la conservación, con el objetivo de evitar la degradación y pérdida del suelo.

Finalmente, las unidades de paisaje caracterizadas por los complejos de laderas y barrancos-ladera convexa (ZMCLBLC1, ZMCLBLC2, ZMCLBLC3, ZMCLBLC4, ZMCLBLC5 y ZMCLBLC6) representan la mayor superficie de cobertura dentro de la zona funcional, su pendiente de moderada a fuerte, indica la presencia de procesos erosivos moderados donde predomina el transporte de materiales y deposición leve, constituyéndose como zonas de importancia para la conservación de su cobertura natural.

Las condiciones que se presentan en las unidades de paisaje que conforman la zona funcional media, permiten clasificarla como una zona donde predominan procesos de transporte de materiales, provenientes de la zona alta y de su misma superficie, donde la pendiente es más estable, permitiendo el desarrollo de suelos más profundos y productivos donde la vegetación natural puede asentarse fácilmente, sin embargo es una zona susceptible a ser afectada, debido a que en ella se llevan a cabo la mayoría de las actividades agropecuarias desarrolladas en dentro de la cuenca, lo cual suele ser de forma no planificada, generando degradación biofísica de sus condiciones.

4.3.2.3 Unidades de paisaje en la zona funcional baja

La zona baja está conformada por 4 unidades de paisaje, en ella predominan los complejos de superficies y cauces, con pendientes muy suavizadas y estables que van de 0° a 5°, lo que indica que es una zona donde predominan los procesos de deposición o acumulación de materiales provenientes de la zona media y alta, además de ser el sitio donde se ubica el río principal de la microcuenca, considerado de cuarto orden; su constitución litológica de toba riolítica e ignimbrita permite el desarrollo de suelos profundos y productivos como el feozem, que en conjunto con el clima cálido subhúmedo condicionan las características naturales para dar pie al desarrollo de selva baja caducifolia, pastizal inducido y agricultura de temporal, a la vez de ser el sitio donde existen las mejores condiciones para que se establezcan los asentamientos humanos (Figura 23). La estructura vertical y horizontal de las unidades de paisaje de la zona baja se describe a continuación:

1.- ZBCSC1 (Zona baja-complejos de superficies y cauces 1) : caracterizada por complejos de superficies y cauces con pendiente predominante de <3° a 5° en más del 75% de su superficie, clasificados como muy ligeramente a ligeramente inclinados,

constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (99.27%) y regosol eútrico (0.73%); con presencia de selva baja caducifolia (3.78%), selva baja caducifolia perturbada (33.02%), agricultura de temporal (1.97%)y asentamientos humanos (61.23%), ubicada al centro, noroeste y sur de la zona funcional, cuya superficie es de 34.73 has.

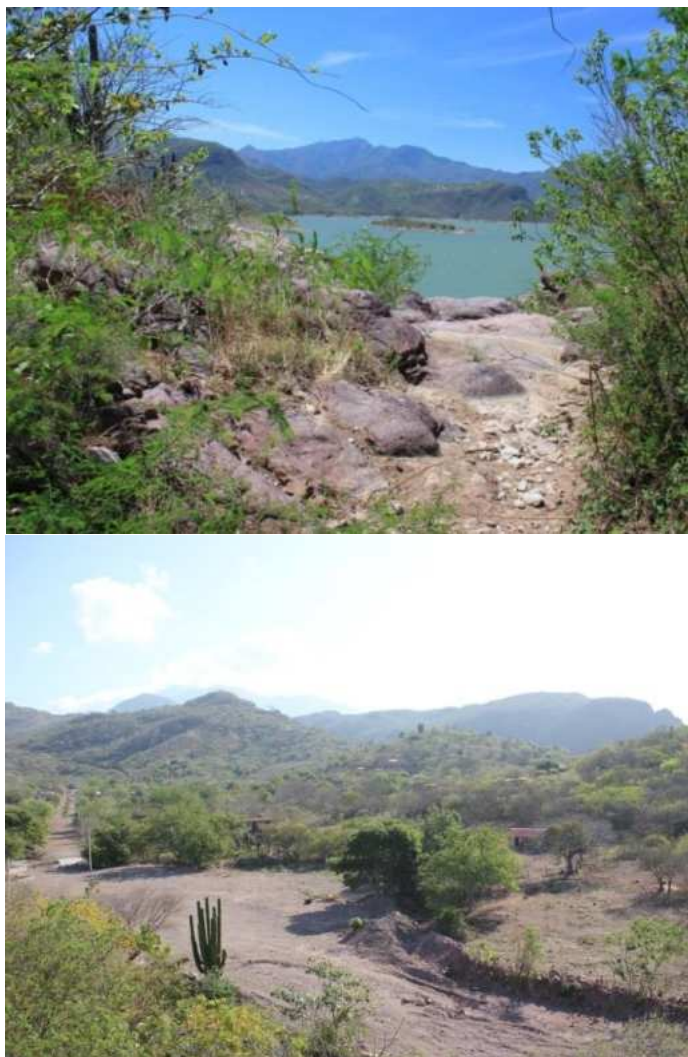


Figura 47. ZBCSC-Zona Baja Complejos de Superficies y Cauces. Fuente: Trabajo de campo

2.- ZBCLBLC1 (Zona baja-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 1) : representada por complejos de laderas y barrancos- ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 75% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (68.83%) y regosol eútrico (31.17%); con presencia de selva baja caducifolia (20.5%), selva baja caducifolia

perturbada (33.57%), pastizal inducido (7.32%) y asentamientos humanos (38.61%), ubicada al oeste de la zona funcional, con una superficie de 3.79 has.

3.- ZBCLBLC2 (Zona baja-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 2) : compuesta por complejos de laderas y barrancos- ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 10° en más del 75% de su superficie, clasificados como medianamente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (98.99%) y regosol eútrico (1.01%); con presencia de selva baja caducifolia (3.07%), selva baja caducifolia perturbada (11.23%), agricultura de temporal (4.36%) y asentamientos humanos (81.34%), ubicada al este de la zona funcional, cubriendo un área de 6.77 has.

4.- ZBCLBLC3 (Zona baja-complejos de laderas y barrancos-ladera convexa 3) : constituida por complejos de laderas y barrancos- ladera convexa con pendiente predominante de 5° a 30° en más del 90% de su superficie, clasificados como medianamente a fuertemente inclinados, constituidos por la asociación toba riolítica-ignimbrita, clima Aw_0 -cálido subhúmedo suelos feozem háplico (98.04%) y regosol eútrico (1.96%); con presencia de selva baja caducifolia (48.53%), agricultura de temporal (3.44 %), pastizal inducido (0.08%) y asentamientos humanos (47.95%), ubicada al norte de la zona y cuya superficie es de 1.83 has.



Figura 48. ZBCLBLC-Zona Baja Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Convexa. Fuente: Trabajo de campo.

Las unidades de paisaje analizadas anteriormente muestran que las unidades cuya base geomorfológica son los complejos de laderas y barrancos-ladera convexa (ZBCLBLC1, ZBCLBLC2 y ZBCLBLC3), representan las superficies con mayor dinamismo dentro de la zona funcional baja, ya que en ellas aún se presentan procesos de transporte que depositan material en las partes más estables de la zona funcional.

Por otra parte, la unidad de paisaje más estable dentro de la zona baja está caracterizada por los complejos de superficies y cauces (ZBCSC1) la cual tiene la mayor superficie dentro de la zona funcional, su pendiente ligera indica el desarrollo de procesos de deposición lo cual repercute en la existencia de suelos evolucionados.

Las condiciones que se presentan en las unidades de paisaje que conforman la zona funcional baja, la clasifican como una zona donde predominan procesos de deposición de materiales, provenientes de la zona alta y media, derivado de su pendiente estable, dando pie al desarrollo de suelos profundos y productivos, que favorecen el crecimiento vegetativo, sin embargo, es una zona susceptible a degradarse, ya que en ella se presenta el crecimiento de los asentamientos humanos dentro de la cuenca.

Con base en lo anterior se comprueba lo expuesto por Cotler (2007) y Enríquez *et al.* (2004), respecto a la importancia de la delimitación de unidades de paisaje dentro de las cuencas, con el objetivo de llevar a cabo una caracterización detallada de los componentes naturales que determinan su estructura y se interrelacionan describiendo su función dentro del sistema; ya que para la microcuenca en estudio permitió describir y analizar a detalle su función y la relación de cada unidad con la zona funcional a la que pertenece, conservando una visión integradora. De igual forma, se concuerda con Carbajal (2008) en que la descripción y delimitación de las unidades de paisaje permite trabajar con unidades de orden natural que poseen un comportamiento sistémico, con lo cual se contribuye a comprender el funcionamiento de los complejos territoriales locales, para tener un mejor acceso a la correcta administración de los recursos naturales con que cuenta cada uno de ellos, permitiendo así una planificación más acertada de las actividades a desarrollar dentro de la microcuenca.

4.4 Diagnóstico Integrado

4.4.1 Balance hídrico

4.4.1.1 Entradas del balance hídrico

El escurrimiento natural calculado para cada una de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca (Tabla 57-Figura 49), arrojó los siguientes valores:

Tabla 57. Volumen de escurrimiento por unidad de paisaje.

Zona Funcional	Clave UP	K promedio para la UP	Coefficiente de Escurrimiento promedio para la UP (Ce)	Volumen Llovido (VII) m ³	Volumen escurrido (Cp) m ³
Alta	ZACC1	0.22	0.12	103,644.43	12,478.35
	ZACC2	0.25	0.15	6,433.65	984.50
	ZACC3	0.25	0.15	171,726.59	26,172.85
	ZACC4	0.26	0.16	12,751.55	1,998.96
	ZACC5	0.26	0.16	16,339.70	2,546.47
	ZACC6	0.26	0.16	16,500.99	2,571.48
	ZACC7	0.26	0.15	5,756.73	891.41
	ZACC8	0.26	0.16	13,329.34	2,100.44
	ZACLBLC1	0.25	0.15	924,041.77	140,380.34
	ZACLBCC1	0.26	0.16	217,487.75	33,880.46
	ZACBLR1	0.25	0.15	89,897.24	13,310.11
	ZACLBV1	0.26	0.16	11,406.33	1,806.87
	ZACLBV2	0.24	0.14	9,601.27	1,331.74
	ZACLBV3	0.26	0.16	11,744.24	1,838.15
	ZACLBV4	0.24	0.14	4,647.28	657.36
	ZACLBV5	0.26	0.16	7,621.13	1,187.37
	ZACSC1	0.26	0.16	86,600.89	13,499.26
			Subtotal	1'709,530.87	257,636.12
Media	ZMCC1	0.25	0.15	43,468.69	6,340.85
	ZMCC2	0.26	0.16	62,012.47	9,612.11
	ZMCC3	0.26	0.15	26,148.82	3,999.56
	ZMCC4	0.26	0.16	10,911.46	1,708.45
	ZMCC5	0.26	0.15	3,658.31	561.11
	ZMCC6	0.27	0.16	1,440.18	230.91
	ZMCLBLC1	0.27	0.16	175,432.43	27,875.93
	ZMCLBLC2	0.26	0.16	118,826.05	18,588.50
	ZMCLBLC3	0.26	0.16	286,091.08	44,720.52
	ZMCLBLC4	0.26	0.16	231,838.72	36,377.87
	ZMCLBLC5	0.26	0.16	47,746.40	7,704.76
	ZMCLBLC6	0.26	0.15	448,721.29	68,650.48
	ZMCLBCC1	0.26	0.15	64,730.86	10,024.49
	ZMCLBCC2	0.26	0.16	84,403.76	13,104.26
	ZMCLBLR1	0.26	0.16	241,375.77	37,901.42
	ZMCLBV1	0.26	0.16	151,812.06	24,369.62
	ZMCLBV2	0.26	0.16	49,734.24	7,763.10
ZMCLBV3	0.26	0.16	32,097.53	5,056.43	
			Subtotal	2'080,450.14	324,590.36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Volumen de escurrimiento por unidad de paisaje (continuación).

Zona Funcional	Clave UP	K promedio para la UP	Coefficiente de Escurrimiento promedio para la UP (Ce)	Volumen Llovido (VII) m ³	Volumen escurrido (Cp) m ³
Baja	ZBCLBLC1	0.26	0.16	32,764.76	5,141.60
	ZBCLBLC2	0.26	0.15	58,861.60	9,069.15
	ZBCLBLC3	0.26	0.15	16,058.29	2,405.29
	ZBCSC1	0.28	0.17	301,575.18	51,178.46
Subtotal				409,259.83	67,794.50
Total microcuenca				4'199,240.84	650,020.98

Fuente: Elaboración propia.

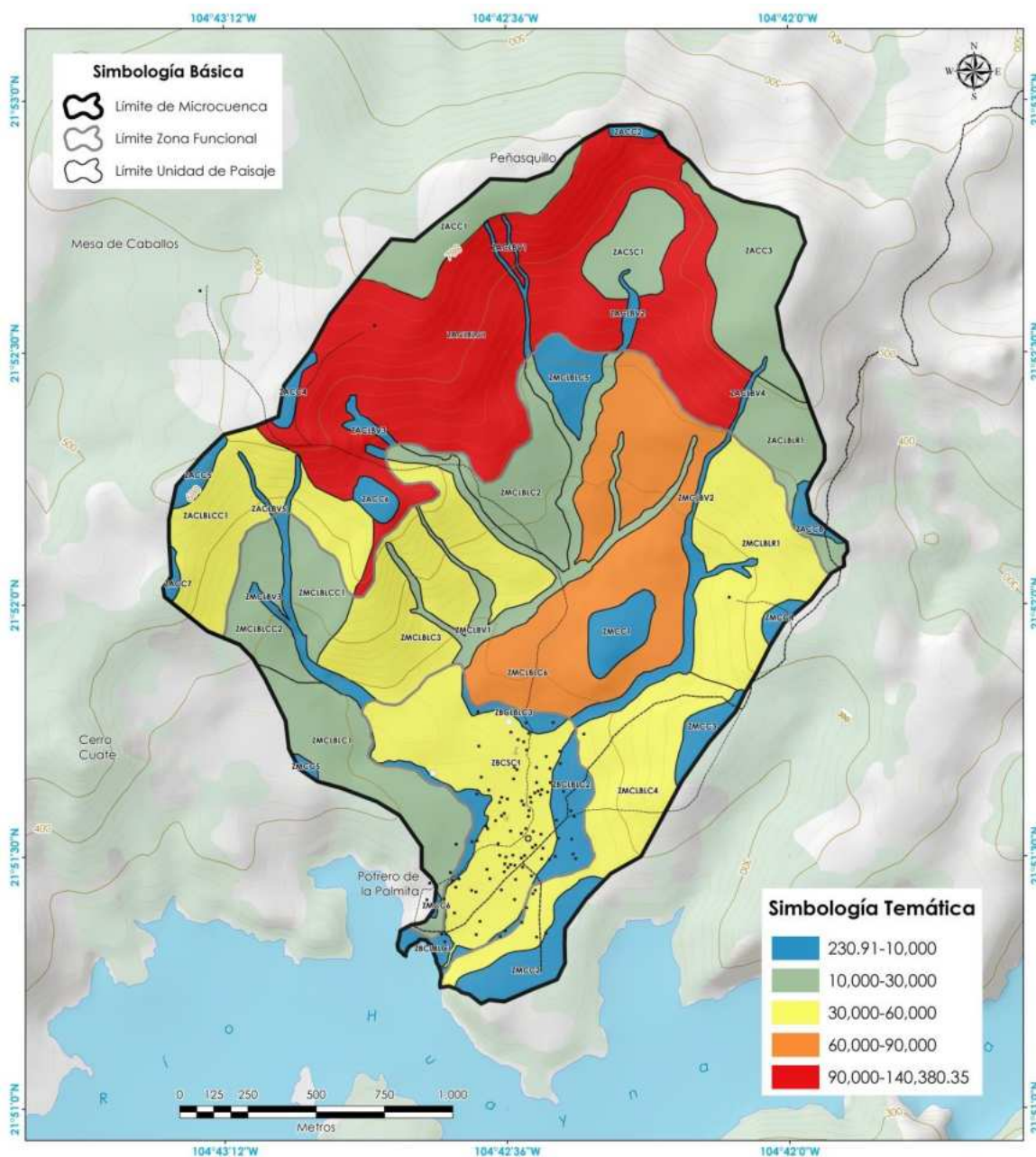


Figura 49. Volumen de escurrimiento anual. Fuente: Elaboración propia.

A partir de ellos se observó que la zona funcional que recibe mayor volumen llovido a lo largo del año es la zona media, seguida de la zona alta y finalmente la zona baja, este volumen llovido al pasar por la acción de los componentes suelo y vegetación se convierte en escurrimiento natural el cual presenta su mayor valor en la zona media abonando el 49.94% del escurrimiento total de la cuenca, seguida de la zona alta que aporta el 39.64% y finalmente la zona baja con el 10.43%.

Ante esta situación se detectan unidades de paisaje prioritarias donde sería posible aumentar su capacidad de absorción, intercepción, captación e infiltración, evitando o disminuyendo su aporte al escurrimiento superficial. Siendo para la zona alta, por presentar valores mayores a 10,000 m³/año la ZACC1, ZACC3, ZACLBLC1, ZACLBLCC1, ZACLBLR1 y ZACSC1; para la zona media, por presentar valores mayores a 20,000 m³/año siendo ZMCLBLC1, ZMCLBLC3, ZMCLBLC4, ZMCLBLC6, ZMCLBLR1 y ZMCLBV1; y en la zona baja con valores mayores a 50,000 m³/año la ZBCSC1.

Como otra entrada de agua a la cuenca se tienen las importaciones de agua de cuencas vecinas (Im) las cuales se representan por el agua recibida de un manantial ubicado al norte de la microcuenca, el cual es entubado y dirigido por gravedad hacia la comunidad Potrero de la Palmita, proporciona 30,000 litros de agua diariamente y es almacenado en un tanque fijo. Al año dota de 10,950 m³ de agua la cual es utilizada para el desarrollo de actividades diarias de la población que habita la zona baja y media de la microcuenca.

Como última entrada se consideraron los retornos, los cuales representan el volumen de agua que llega a formar parte de la red hidrográfica posterior al uso que le dan en diversas actividades dentro de la microcuenca, se tiene un volumen total anual de 7,690.72 m³, conformados por un 70% del agua ocupada en los asentamientos humanos (7,665 m³) y el 20% del agua utilizada en las zonas agrícolas (25.72m³).

4.4.1.2 Salidas del balance hídrico

Como salidas se consideraron los usos del agua (Us) y el escurrimiento a la salida de la cuenca (Ab). El principal uso del agua está destinado para las actividades que se desarrollan en la zona baja y media directamente en las viviendas, el cual reporta un

consumo anual de $10,950 \text{ m}^3$ los cuales son obtenidos del agua proveniente del manantial (ubicado en otra cuenca). Por otra parte, se requiere también agua para el crecimiento de sus zonas agrícolas de temporal, cuyo cultivo principal es el maíz caracterizado por requerir para el desarrollo óptimo de su ciclo agrícola 650 mm por planta (Ruiz *et al.*, 2009), siendo que por hectárea se siembran aproximadamente $6,000$ plantas, y considerando que la microcuenca cuenta actualmente con 32.98 has, el volumen de agua requerida es de 128.62 m^3 al año. Considerando ambos usos el volumen total anual requerido es de $11,078.62 \text{ m}^3$.

Finalmente, se obtiene el escurrimiento a la salida de la cuenca que indica el volumen total de agua que llega al exutorio de la cuenca resultado de los procesos de escurrimiento superficial colectado por el cauce principal a lo largo del año, en ese sentido se reportan $657,583.08 \text{ m}^3$, lo cual indica un balance positivo interpretándose que existe superávit; y por lo tanto, disponibilidad hídrica para el desarrollo de actividades productivas dentro de la microcuenca, sin embargo, es importante considerar que aunque el balance haya sido positivo, es necesario implementar acciones que permitan captar esa cantidad de agua para así poder distribuirla y utilizarla en el desarrollo de otras actividades productivas sobretodo en la temporada de lluvia, época donde es evidente la presencia de corrientes superficiales de agua en la microcuenca, ya que en otras épocas del año, los cauces permanecen secos y el dato aportado no sería relevante.

En ese sentido, sería importante retomar las unidades de paisaje de las tres zonas funcionales identificadas como prioritarias para llevar a cabo acciones de manejo que permitan captar el agua que reciben y aprovecharlas con fines productivos o conservacionistas, que mejoren los servicios paisajísticos de las mismas.

Se identificó que en la zona media es por donde circula mayor cantidad de agua, la cual llega finalmente a la zona baja, siendo así, sería importante captarla antes de llegar al exutorio y perderse en el río Huaynamota, con ello podría aprovecharse el volumen de agua resultante del balance hídrico a la salida de la cuenca.

Finalmente, se concuerda con lo planteado por Pineda *et al.* (2005) y por el INE (2003) quienes resaltan los aportes del balance hídrico en el manejo integrado y

ordenamiento de cuencas, sin embargo, para el caso de la microcuenca se adaptó el método para determinar la disponibilidad de agua superficial de la Comisión Nacional del Agua enunciado en la NOM-011-CONAGUA-2015 a nivel de unidad de paisaje y se interpretó por zona funcional adaptando el número de variables a las condiciones de la microcuenca, lo cual arrojó resultados más detallados que la metodología general y la descrita por los autores referidos.

4.4.2 Cambio de uso de suelo (1974-2016)

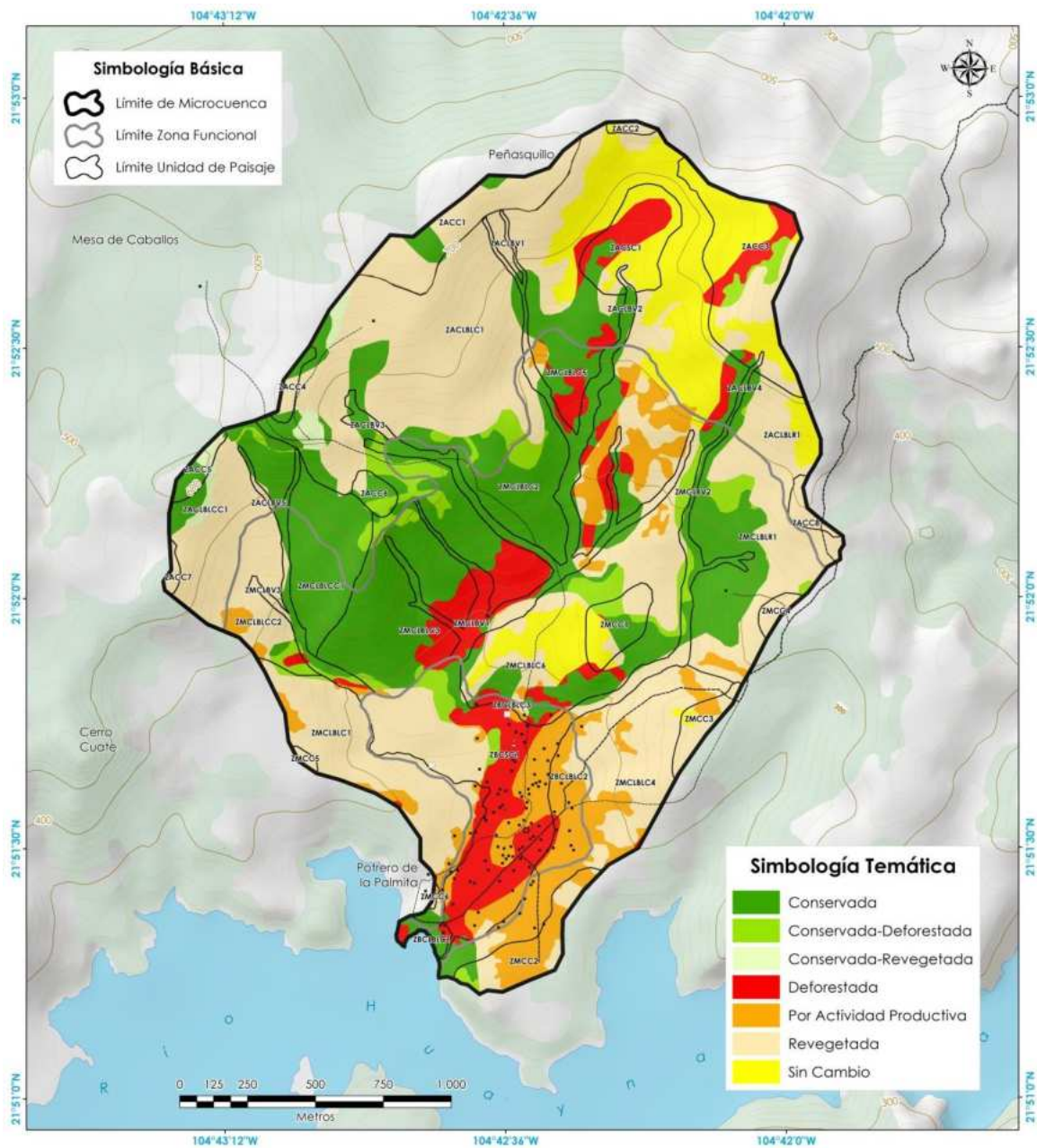


Figura 50. Cambio de uso de suelo. Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.1 Zona alta

Durante el periodo de análisis las unidades de paisaje de la zona alta presentaron 7 categorías de cambio, predominando la revegetada (49.19%), conservada (19.45%) y sin cambio (21.42%), ante las categorías de deforestada (4.48%), conservada-deforestada (3.48%), conservada-revegetada (1.89%) y cambio por actividad productiva (0.10%), (Tabla 58).

Tabla 58. CUS en las unidades de paisaje de la zona alta.

Unidad de paisaje	USV 1974	% de cobertura	USV 2016	% de cobertura	Cambio (1974-2016)	Categoría de cambio	%
ZACC1	BNL-E	13.70	BNL-E	27.47	BNL-E a BNL-E y SBC	C	13.7
	PI	86.30	SBC	62.9	PI a BNL-E, SBC y SBCP	R	86.3
			SBCP	9.62			
ZACC2	PI	100	PI	26.74	PI a PI	SC	26.74
			SBC	73.22	PI a SBC y SBCP	R	73.26
			SBCP	0.03			
ZACC3	BNL-E	22.10	PI	65.34	SBC a SBC	C	1.55
	PI	75.60	SBCP	25.25	BNL-E a SBCP	C-D	8.32
					PI a SBC y SBCP	R	24.79
	SBC	2.31	SBC	9.4	BNL-E a PI	D	14.53
				PI a PI	SC	50.81	
ZACC4	PI	51.74	SBCP	100	PI a SBCP	R	51.74
	SBCP	48.26			SBC a SBC	C	48.26
ZACC5	SBCP	95.21	SBC	36.46	SBCP a SBCP	C	62.52
	PI	4.79	SBCP	63.53	SBCP a SBC	C-R	32.69
PI a SBC y SBCP					R	4.79	
ZACC6	PI	18.83	SBC	70.05	SBC a SBC	C	51.23
	SBC	81.17	SBCP	29.94	SBC a SBCP	C-D	29.95
					PI a SBC	R	18.83
ZACC7	PI	100	SBC	32.9	PI a SBC y SBCP	R	100
			SBCP	67.09			
ZACC8	PI	100	SBCP	100	PI a SBCP	R	100
ZACSC1	PI	53.03	SBC	16.46	SBC a SBC	C	10.36
					PI a SBC	R	6.11
	SBC	46.97	PI	83.53	PI a PI	SC	46.92
					SBC a PI	D	36.61
ZACLBV1	PI	65.86	SBC	100	SBC a SBC	C	34.14
	SBC	34.14			PI a SBC	R	65.86
ZACLBV2	PI	19.30	AT	0.11	SBC a SBC	C	80.6
	SBC	80.70	SBC	99.40	PI a SBC	R	18.80
			PI	0.49	PI a PI	SC	0.50
				SBC a AT	D	0.10	
ZACLBV3	PI	33.86	SBC	84.28	SBC a SBC	C	52.57
	SBC	66.14	SBCP	15.71	SBC a SBCP	C-D	13.57
					PI a SBC y SBCP	R	33.86
ZACLBV4	PI	13.86	SBC	96.77	SBC a SBC	C	86.14
	SBC	86.14	PI	3.22	PI a SBC	R	10.63
					PI a PI	SC	3.23

BNL-E: Bosque natural de latifoliadas-encino, SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal inducido, AT: Agricultura de temporal. C: Conservada, R: Revegetada, D: Deforestada, PAP: Por actividad productiva, SC: Sin cambio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. CUS en las unidades de paisaje de la zona alta (continuación).

Unidad de paisaje	USV 1974	% de cobertura	USV 2016	% de cobertura	Cambio (1974-2016)	Categoría de cambio	%
ZACLBV5	SBC	70.34	SBC	98.64	SBC a SBC	C	68.99
	PI	29.66	SBCP	1.35	SBC a SBCP	C-D	1.36
					PI a SBC	R	29.66
ZACBLR1	PI	91.65	SBCP	59.64	SBC a SBC	C	7.85
					SBC a SBCP	C-D	0.49
	SBC	8.35	PI	21.18	PI a SBC y SBCP	R	70.47
			SBC	19.17	PI a PI	SC	21.18
ZACBLCC1	SBCP	11.76	AT	0.37	SBC y SBCP a SBC y SBCP	C	45.36
					SBCP a SBC	C-R	3.42
	SBC	39.88	SBC	85.99	SBC a SBCP	C-D	2.86
	PI	48.36	SBCP	13.63	PI a SBC y SBCP	R	47.99
PI a AT					PAP	0.37	
ZACBLC1	BNL-E	0.21	SBC	55.35	BNL-E, SBC y SBCP a BNL-E, SBC y SBCP. BNL-E a SBC	C	15.9
					SBCP a SBC	C-R	2.09
	PI	76.33	AT	0.67	SBC a SBCP	C-D	3.45
					PI a BNL-E, SBC y SBCP	R	52.51
	SBCP	4.36	BNL-E	0.59	PI a AT	PAP	0.10
	SBC	19.11	PI	25.37	BNL-E y SBC a PI y AT	D	2.23
SBCP			18.02	PI a PI	SC	23.72	

BNL-E: Bosque natural de latifoliadas-encino, SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal inducido, AT: Agricultura de temporal. C: Conservada, R: Revegetada, D: Deforestada, PAP: Por actividad productiva, SC: Sin cambio

Fuente: Elaboración propia.

Lo cual indica que, esta zona históricamente ha conservado las áreas con cobertura natural representadas por la selva baja caducifolia y el bosque natural de latifoliadas-encino, debido a que la ganadería extensiva que aprovecha las zonas de pastizal, ha disminuido en esta zona, restando a la perturbación y fragmentación del ecosistema, así como, la consolidación de zonas establecidas para el crecimiento y aprovechamiento de pastos, la casi nula corta y quema de selva y bosque para establecer nuevas zonas de pastizales y milpas tradicionales, y al aprovechamiento de áreas ya deforestadas para abrir nuevas zonas agrícolas; permitiendo así, la recuperación y conservación de la vegetación nativa, evidenciando su importancia paisajística como área de conservación de ecosistemas naturales dentro de la microcuenca, en ese sentido, resaltan las unidades ZACSC1 y ZACC3 consideradas como prioritarias por presentar más del 10% de su superficie bajo la categoría de cambio “deforestada”.

4.4.2.2 Zona media

Por otra parte, las unidades de paisaje de la zona media presentaron 6 categorías de cambio predominando la revegetada (36.54%), conservada (36.17%), por actividad productiva (11.24%) y deforestada (7%); ante las categorías de conservada-deforestada (5.17%) y sin cambio (3.9%), (Tabla 59).

Tabla 59. CUS en las unidades de paisaje de la zona media.

Unidad de paisaje	USV 1974	% de cobertura	USV 2016	% de cobertura	Cambio (1974-2016)	Categoría de cambio	%
ZMCC1	PI	57.44	PI	32.60	SBC a SBC	C	24.78
					SBC a SBCP	C-D	15.32
	SBC	42.56	SBCP	36.83	PI a SBC y SBCP	R	27.30
			SBC	30.56	SBC a PI	D	2.46
ZMCC2	PI	90.76	SBCP	27.92	SBC a SBC	C	3.81
					SBC a SBCP	C-D	5.43
	SBC	9.24	SBC	11.95	PI a SBC y SBCP	R	30.64
			AH	60.12	PI a AH	PAP	60.12
ZMCC3	PI	100	PI	8.66	PI a SBCP	R	75.35
			AT	15.99	PI a AT	PAP	15.99
			SBCP	75.34	PI a PI	SC	8.66
ZMCC4	PI	98.63	SBCP	99.99	SBC a SBCP	C-D	1.37
	SBC	1.37	SBC	0.01	PI a SBC y SBCP	R	98.63
ZMCC5	PI	100	SBCP	100	PI a SBCP	R	100
ZMCC6	SBC	1.40	SBC	60.99	SBC a SBC	C	1.40
	PI	98.60	AH	39.01	PI a SBC	R	59.59
ZMCLBV1	PI	17.43	PI	0.01	SBC a SBC	C	61.97
			AT	22.5	SBC a SBCP	C-D	0.11
			PI a SBC y SBCP	R	15.41		
	SBC	82.57	SBCP	0.45	SBC a AT	D	20.50
			SBC	77.03	PI a PI	SC	0.02
			PI a AT	PAP	2		
ZMCLBV2	PI	39.76	AT	1.11	SBC a SBC	C	47.21
					SBC a SBCP	C-D	13.03
	SBC	60.24	SBCP	19.23	PI a SBC y SBCP	R	38.65
			SBC	79.65	PI a AT	PAP	1.11
ZMCLBV3	SBC	70.75	AT	12.79	SBC a SBC	C	53.01
					SBC a SBCP	C-D	10.52
	PI	29.25	SBCP	16.36	PI a SBC y SBCP	R	23.67
			SBC	70.83	SBC a AT	D	7.22
			PI a AT	PAP	5.58		
ZMCLBLR1	PI	49.12	AT	2.32	SBC a SBC	C	44.56
					SBC a SBCP	C-D	6.31
	SBC	50.88	SBCP	36.90	PI a SBC y SBCP	R	46.81
			SBC	60.77	PI a AT	PAP	2.32

SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal inducido, AT: Agricultura de temporal, AH: Asentamientos humanos C: Conservada, R: Revegetada, D: Deforestada, PAP: Por actividad productiva, SC: Sin cambio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. CUS en las unidades de paisaje de la zona media (continuación).

Unidad de paisaje	USV 1974	% de cobertura	USV 2016	% de cobertura	Cambio (1974-2016)	Categoría de cambio	%
ZMCLBLC1	SBC	4.70	SBC	3.67	SBC a SBC	C	2.77
			AT	8.07	SBC a SBCP	C-D	1.63
	PI	95.30	AH	3.60	PI a SBC y SBCP	R	83.92
			SBCP	84.64	SBC a AT y AH	D	0.31
					PI a AT y AH	PAP	11.38
ZMCLBLC2	PI	11.89	SBC	87.44	SBC a SBC	C	79.97
	SBC	88.11	SBCP	12.55	SBC a SBCP	C-D	8.14
					PI a SBC y SBCP	R	11.89
ZMCLBLC3	SBC	99.04	AT	21.59	SBC a SBC	C	70.22
					SBC a SBCP	C-D	7.52
	PI	0.96	SBCP	7.95	PI a SBC y SBCP	R	0.66
			SBC	70.45	SBC a AT	D	21.30
					PI a AT	PAP	0.30
ZMCLBLC4	PI	95.83	SBCP	61.63	SBC a SBC	C	3.78
			SBC	7.04	SBC a SBCP	C-D	0.01
	SBC	4.17	AT	10.75	PI a SBC y SBCP	R	64.89
			PI	0.43	SBC a AH	D	0.38
			AH	20.13	PI a PI	SC	0.43
ZMCLBLC5	PI	9.92	AT	37.89	PI a AT y AH	PAP	30.51
					SBC a SBC	C	59.65
	SBC	90.08	SBC	62.10	PI a SBC	R	2.45
					SBC a AT	D	30.43
ZMCLBLC6	PI	64.79	AH	1.08	SBC a SBC	C	21.04
			AT	21.25	SBC a SBCP	C-D	6.98
	SBC	35.21	PI	15.97	PI a SBC y SBCP	R	33.67
			SBCP	19.89	SBC a AH, AT y PI	D	7.19
			SBC	41.78	PI a PI	SC	14.51
ZMCLBLCC1	SBC	100	SBC	100	PI a AT y AH	PAP	16.61
ZMCLBLCC2	SBC	14.04	AT	14.34	SBC a SBC	C	307
					SBC a SBCP	C-D	8.19
	PI	85.96	SBCP	14.61	PI a SBC y SBCP	R	74.39
			SBC	71.03	SBC a AT	D	2.78
					PI a AT	PAP	11.57

SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal inducido, AT: Agricultura de temporal, AH: Asentamientos humanos C: Conservada, R: Revegetada, D: Deforestada, PAP: Por actividad productiva, SC: Sin cambio

Fuente: Elaboración propia.

Lo que indica que, en parte esta zona funcional lleva una dinámica similar a la de la zona alta, ya que conserva algunas áreas con cobertura natural (selva baja caducifolia-pastizal), donde han dejado de realizarse actividades agrícolas y de pastoreo, permitiendo la recuperación y consolidación del ecosistema, sin embargo, en otras zonas, las actividades productivas han aumentado, convirtiendo áreas con selva y pastizal a zonas de aprovechamiento, derivado de la demanda de alimento y recursos por parte de la población, cuyos asentamientos han aumentado, abonando a la degradación y

fragmentación del paisaje, siendo evidente principalmente en las unidades ZMCLBV1, ZMCLBLC3 y ZMCLBLC5, por presentar más del 20% de su superficie bajo la categoría de cambio “deforestada”.

4.4.2.3 Zona baja

Asimismo, las unidades de paisaje de la zona baja presentaron 6 categorías de cambio de las cuales predominan la deforestada (34.41%) y por actividad productiva (30.18%); ante las categorías de revegetada (25.69%), conservada (5.34%), conservada-deforestada (4.38%) y sin cambio con menos del 0.05% (Tabla 60).

Tabla 60. CUS en las unidades de paisaje de la zona baja.

Unidad de paisaje	USV 1974	% de cobertura	USV 2016	% de cobertura	Cambio (1974-2016)	Categoría de cambio	%
ZBCSC1	PI	51.05	SBC	3.77	SBC a SBC	C	2.86
			AH	61.23	SBC a SBCP	C-D	5.87
	SBC	48.95	AT	1.96	PI a SBC y SBCP	R	28.07
			SBCP	33.02	SBC a AT y AH	D	40.22
					PI a AT y AH	PAP	22.98
ZBCLBLC1	SBC	51.42	PI	7.31	SBC a SBC	C	20.15
			SBC	20.50	SBC a SBCP	C-D	0.68
	PI	48.58	AH	38.60	PI a SBC y SBCP	R	33.25
			SBCP	33.57	SBC a PI y AH	D	30.59
					PI a AH	PAP	15.33
ZBCLBLC2	PI	91.21	SBC	3.06	SBC a SBC	C	2.93
			SBCP	11.23	PI a SBC y SBCP	R	11.37
	SBC	8.79	AH	81.34	SBC a AH	D	5.86
			AT	4.35	PI a AH y AT	PAP	79.84
ZBCLBLC3	PI	31.81	AH	47.94	SBC a SBC	C	30.56
			AT	3.43	PI a SBC	R	17.97
	SBC	68.19	PI	0.08	SBC a AT y AH	D	37.63
			SBC	48.53	PI a PI	SC	0.08
					PI a AH y AT	PAP	13.76

SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal inducido, AT: Agricultura de temporal, AH: Asentamientos humanos C: Conservada, R: Revegetada, D: Deforestada, PAP: Por actividad productiva, SC: Sin cambio

Fuente: Elaboración propia.

Lo cual indica que, es la zona funcional donde el cambio de uso de suelo ha sido más drástico, aumentando y consolidándose las actividades productivas y los usos de suelo antrópicos ante las coberturas naturales, debido a la conversión de áreas que anteriormente presentaban selva baja caducifolia y pastizal a zonas de asentamientos humanos, generando así la degradación y explotación del paisaje, derivado de la fuerte presión antrópica sobre el ecosistema natural, lo cual es evidente en las unidades ZBCSC1, ZBCLBLC1 y ZBCLBLC3, consideradas como prioritarias por presentar más del 30% de su superficie bajo la categoría de cambio “deforestada”.

En conclusión, con base en los resultados obtenidos sobre la dinámica de la vegetación y uso de suelo llevada a cabo durante los últimos 42 años, se puede decir que, la zona alta representa el área con mejores condiciones ecosistémicas actuales, ya que en ella predominan las coberturas naturales de selva baja caducifolia y bosque natural de latifoliadas-encino; la zona media representa un área donde coexisten condiciones de conservación y de aprovechamiento de los ecosistemas, predominando las coberturas naturales sobre las antrópicas; y por su parte, la zona baja constituye el área de mayor modificación antrópica donde predominan los procesos degradativos y de fragmentación de ecosistemas causados por la deforestación y conversión actividades productivas agropecuarias y asentamientos humanos.

Finalmente, se concuerda con lo planteado por la SEMARNAT (2010), Cotler y Priego (2004) y Bocco *et al.* (2010), quienes resaltan los aportes del análisis del cambio de uso de suelo en el ordenamiento y manejo integrado de cuencas hidrográficas, sin embargo, para el caso de la microcuenca no se trabajó con tasas de cambio de uso de suelo como ellos lo señalan, debido a la diferencia de coberturas y usos de suelo entre las épocas de análisis, llevando a cabo el análisis de la dinámica por medio de la sobreposición cartográfica, categorizándola posteriormente, de acuerdo a los resultados obtenidos por unidad de paisaje.

4.4.3 Erosión hídrica laminar potencial y actual (USLE)

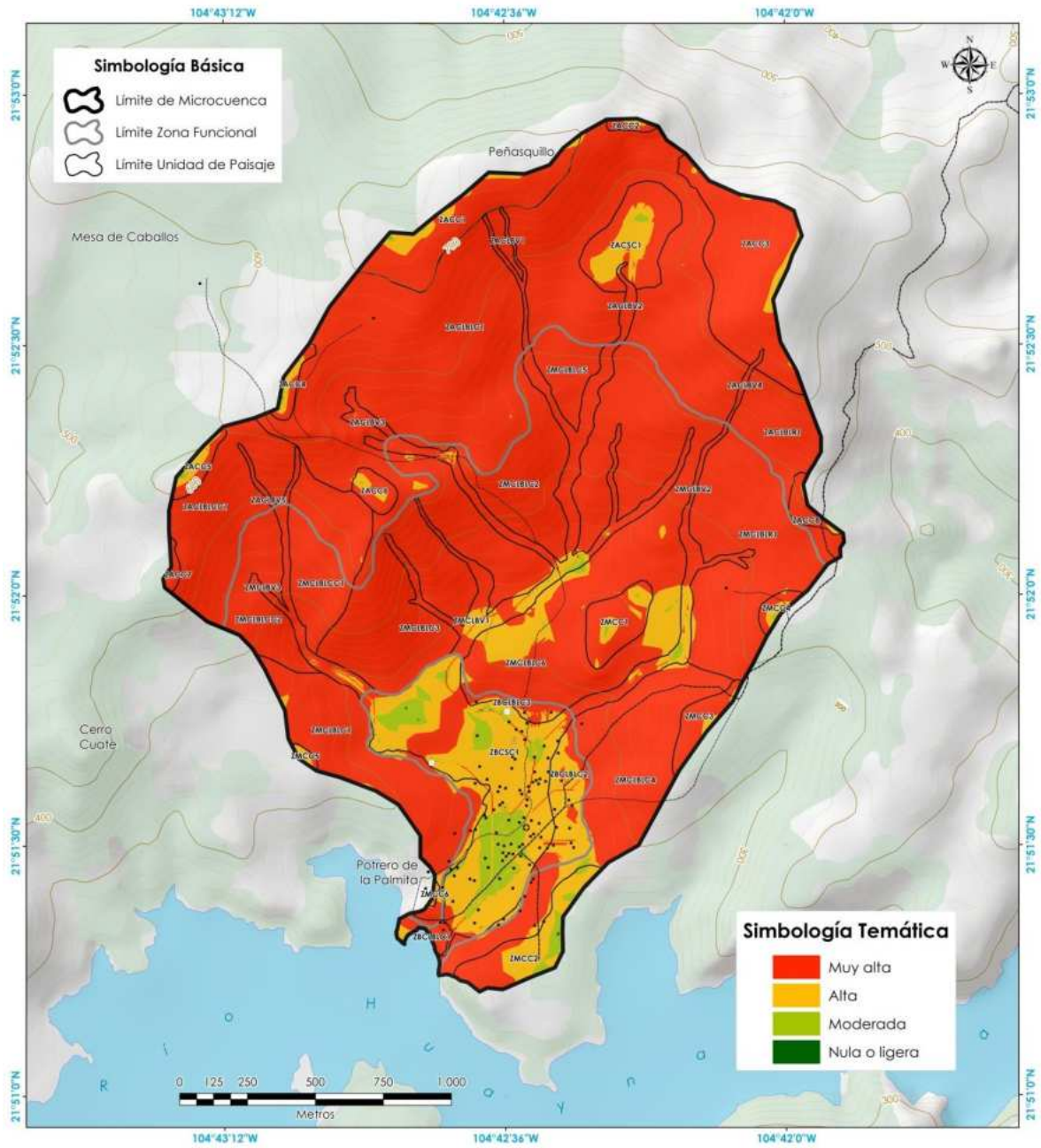


Figura 51. Erosión potencial. Fuente: Elaboración propia.

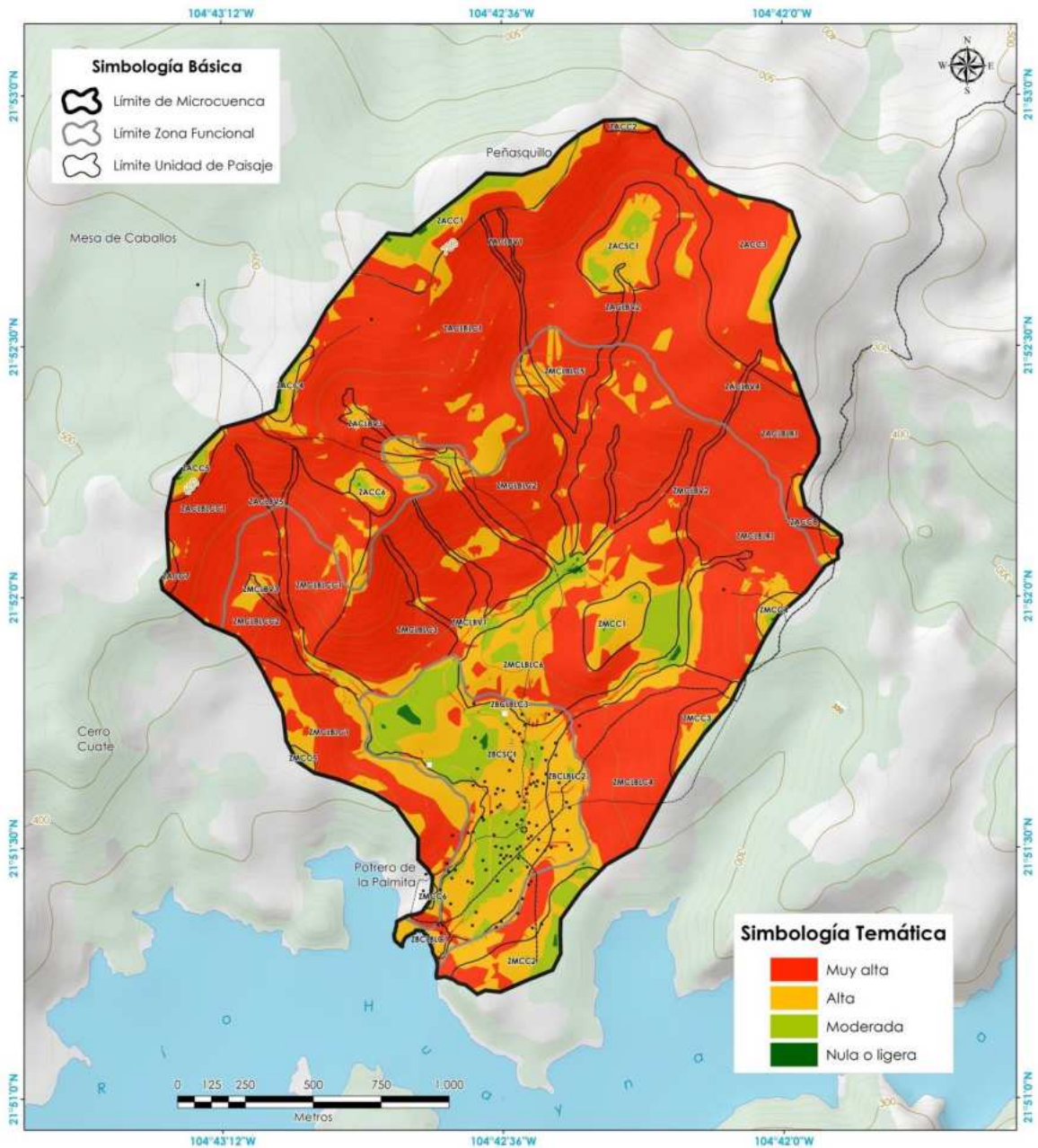


Figura 52. Erosión actual. Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cuatro grados de erosión potencial, la predominante fue la categoría “muy alta” cuya superficie es de 181.06 hectáreas que

corresponden principalmente a los complejos de laderas y barrancos, representado un 95% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 180.15 has que representan 8.21% de la zona y se caracteriza por los complejos cumbresales y el escalón coluvial (complejos de superficies y cauces); en tercer lugar se tuvo la categoría “moderada” con una superficie de 0.54 has, equivalente al 0.29% del territorio, ubicándose en pequeñas zonas de los complejos cumbresales y complejos de superficies y cauces; y por último se tuvo la categoría de “nula o ligera” con una superficie de 0.018 has correspondientes al 0.01% de la zona funcional que representa la tasa de pérdida de suelo permisible por año según la ecuación USLE. Al incorporar a la ecuación del cálculo de erosión potencial el factor C, dio como resultado la erosión actual, clasificándose cuatro categorías, la de mayor superficie (154.75 has) fue la categoría “muy alta” cuyo porcentaje con respecto a la superficie total de la zona funcional fue de 81%, la segunda categoría fue la “alta” ocupando una superficie de 27.93 has equivalentes a 14.69%, la tercera fue la categoría moderada cubriendo 6.74 has correspondientes a 3.54% y finalmente la categoría “nula o ligera” ocupó 0.34 has equivalentes a 0.17% (Tabla 61).

Tabla 61. Erosión potencial y actual de la zona alta.

Unidad de Paisaje	Erosión Potencial				Erosión Actual			
	MA	A	M	NL	MA	A	M	NL
ZACC1	84.14	15.02	0.82	0.02	32.24	41.17	24.77	1.82
ZACC2	75.35	21.54	3.12		42.71	32.79	22.45	2.05
ZACC3	94.64	4.94	0.41	0.01	80.86	16.21	2.77	0.16
ZACC4	51.11	39.37	8.62	0.90	1.66	62.79	31.52	4.03
ZACC5	55.67	40.23	4.01	0.09	17.53	43.70	37.27	1.49
ZACC6	77.67	21.65	0.69		26.92	52.30	20.32	0.45
ZACC7	93.03	6.97			60.57	34.82	4.61	
ZACC8	88.00	10.98	1.02		65.73	26.91	7.24	0.12
ZACLBC1	99.79	0.20	0.01		90.55	9.31	0.13	
ZACLBLCC1	99.94	0.06			94.48	5.46	0.06	
ZACLBLR1	99.91	0.09			96.37	3.63		
ZACLBV1	100				100			
ZACLBV2	96.61	3.39			79.84	17.16	3	
ZACLBV3	99.49	0.51			67.37	32.12	0.51	
ZACLBV4	100				97.38	2.62		
ZACLBV5	100				100			
ZACSC1	64.50	34.23	1.27		34.43	50.68	14.89	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Moderada, NL: Nula o Ligera

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados de erosión potencial y erosión actual, se observó que en esta zona la categoría de muy alta disminuyó 13.85%, la categoría alta aumentó 10.37%, al igual que la moderada presentando un 3.26% y la nula o ligera con 0.17%, lo cual indica que con la presencia de cobertura vegetativa como bosque natural de latifoliadas y selva baja caducifolia disminuye fuertemente la posibilidad de que las unidades de paisaje de la zona alta sean afectadas por erosión hídrica laminar, sin embargo las unidades con mayor problemática son ZACLBV5, ZACLBV4, ZACLBV2, ZACLBV1, ZACLBLR1, ZACLBLCC1, ZACLBLC1 y ZACC3 por presentar más del 70% de su superficie bajo la categoría muy alta de erosión actual.

4.4.3.2 Zona media

Por su parte, las unidades de paisaje de la zona media presentaron cuatro grados de erosión potencial, la predominante fue la categoría “muy alta” cuya superficie es de 214.49 hectáreas que corresponden principalmente a los complejos de laderas y barrancos, representado un 90.89 % de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 19.31 has que representan 8.18 % de la zona y se caracteriza por las zonas más estables de los valles (complejos de laderas y barrancos); en tercer lugar se tuvo la categoría “moderada” con una superficie de 2.03 has, equivalente al 0.86 % del territorio, ubicándose en pequeñas zonas de los complejos de laderas y barrancos-valles; y por último se tuvo la categoría de “nula o ligera” con una superficie de 0.011 has correspondientes al 0.005 % de la zona funcional que representa la tasa de pérdida de suelo permisible por año. Por su parte, la erosión actual que presentan las unidades de paisaje de la zona funcional, tuvo como categoría con mayor superficie la de “muy alta” cuya superficie ocupó un 72.20% equivalente a 170.39 has, la segunda categoría fue la “alta” ocupando una superficie de 52.80 has correspondiente a 22.37%, la tercera fue la categoría moderada cubriendo 12.25 has correspondientes a 5.19% y finalmente la categoría “nula o ligera” ocupó 0.37 has equivalentes a 0.16% (Tabla 62).

Tabla 62. Erosión potencial y actual de la zona media.

Unidad de Paisaje	Erosión Potencial				Erosión Actual			
	MA	A	M	NL	MA	A	M	NL
ZMCC1	75.98	22.33	1.69		16.87	69.59	13.30	0.24
ZMCC2	31.91	51.12	16.81	0.16	19.13	47.43	32.29	1.15
ZMCC3	87.40	12.18	0.42		43.27	50.22	6.51	
ZMCC4	59.95	35.16	4.89		0.24	76.43	21.61	1.72
ZMCC5	31.53	61.26	7.21		63.41	34.23	2.36	
ZMCC6	12.05	76.79	11.16		39.01	59.19	1.80	
ZMCLBLC1	96.53	3.47			60.65	38.79	0.56	
ZMCLBLC2	99.61	0.39			85.59	14.03	0.38	
ZMCLBLC3	99.08	0.92			86.97	12.82	0.21	
ZMCLBLC4	94.56	5.04	0.40		83.11	15.81	1.05	0.03
ZMCLBLC5	100				80.01	19.99		
ZMCLBLC6	86.37	13.31	0.31		64.83	25.76	9.31	0.10
ZMCLBLCC1	100				95.89	4.11		
ZMCLBLCC2	100				90.36	9.64		
ZMCLBLR1	99.28	0.72			90.15	9.22	0.63	
ZMCLBV1	84.73	14.07	1.20		62.41	27.13	9.98	0.49
ZMCLBV2	72.15	25.05	2.80		48.65	24.76	24.71	1.88
ZMCLBV3	92.74	7.26			61.13	35.97	2.90	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Moderada, NL: Nula o Ligera

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados de erosión potencial y erosión actual, esta zona presentó una disminución de 18.69% de la categoría muy alta, un aumento de 14.19% en su categoría alta, 4.33% en la categoría moderada y un 0.15% en la categoría nula o ligera, dinámica que se explica ya que la presencia de selva baja caducifolia, selva baja caducifolia perturbada y pastizal inducido representan coberturas que protegen al suelo de ser afectado por la precipitación, sin embargo las unidades con mayor problemática son ZMCLBLC2, ZMCLBLC3, ZMCLBLC4, ZMCLBLC5, ZMCLBLCC1, ZMCLBLCC2 y ZMCLBLR1 por presentar más del 80% de su superficie bajo la categoría muy alta de erosión actual.

4.4.3.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cuatro grados de erosión potencial, la predominante fue la categoría “alta” cuya superficie es de 30 hectáreas que corresponden principalmente a los complejos de superficies y cauces, representado un 63.67 % de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 9.74 has que representan 20.66 % de la zona y se caracteriza por complejos de laderas y barrancos; en tercer lugar se tuvo la categoría “moderada” con una superficie de 7.35 has, equivalente al 15.61 % del territorio ubicándose en las zonas más estables de los

complejos de superficies y cauces; y por último se tuvo la categoría de “nula o ligera” con una superficie de 0.010 has correspondientes al 0.02 % de la zona funcional que representa la tasa de pérdida de suelo permisible por año. Por su parte, la erosión actual que presentan las unidades de paisaje de la zona funcional, tuvo como categoría con mayor superficie la “alta” cuya superficie ocupó un 59.12 % equivalente a 27.86 has, la segunda categoría fue la “moderada” ocupando una superficie de 15.99 has correspondiente a 33.93%, la tercera fue la categoría “muy alta” cubriendo 2.76 has correspondientes a 5.86 % y finalmente la categoría “nula o ligera” ocupó 0.48 has equivalentes a 1.02 % (Tabla 63).

Tabla 63. Erosión potencial y actual de la zona baja.

Unidad de Paisaje	Erosión Potencial				Erosión Actual			
	MA	A	M	NL	MA	A	M	NL
ZBCLBLC1	56.66	43.13	0.22		15.84	73.15	11.01	
ZBCLBLC2	29.91	70.04	0.05		10.02	88.32	1.66	
ZBCLBLC3	70.10	29.90			22.88	69.68	7.43	
ZBCSC1	12.35	66.48	21.15	0.03	3.07	51.40	44.14	1.39

MA: Muy alta, A: Alta, M: Moderada, NL: Nula o Ligera

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados de erosión potencial y erosión actual para esta zona, se observó que la categoría muy alta presentó una disminución del 14.8 %, el mismo comportamiento lo tuvo la categoría de moderada con 4.54%, por el contrario aumentaron las categorías moderada un 18.33% y nula o ligera un 1%, lo cual significa que la zona baja al ser la superficie con menor pendiente y mayor estabilidad dentro de la cuenca, aunado a que presenta coberturas de selva baja caducifolia, agricultura de temporal y asentamientos humanos, protege más el suelo y la velocidad de arrastre de material por escorrentía es mucho menor sobre todo en las zonas clasificadas bajo la categorías de moderada y nula o ligera, sin embargo las unidades a las que hay que poner mayor atención son ZBCLBLC1, ZBCLBLC2 y ZBCLBLC3 por presentar más del 60% de su superficie bajo la categoría alta de erosión actual.

Los resultados obtenidos para las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales muestran que al incorporar el factor C a los factores que considera la erosión potencial, la dinámica dentro de cada zona funcional cambia disminuyendo las superficies clasificadas en las categorías muy alta y alta, mejorando los valores de las categorías moderada y nula o ligera (Tabla 64).

Tabla 64. Erosión actual en la microcuenca.

Ton/ha/año	Grado	Superficie en has.	% respecto a sup. de la cuenca
0-10	Nula o ligera	1.20	0.25
10-50	Moderada	34.99	7.39
50-200	Alta	108.61	22.95
>200	Muy alta	327.91	69.30

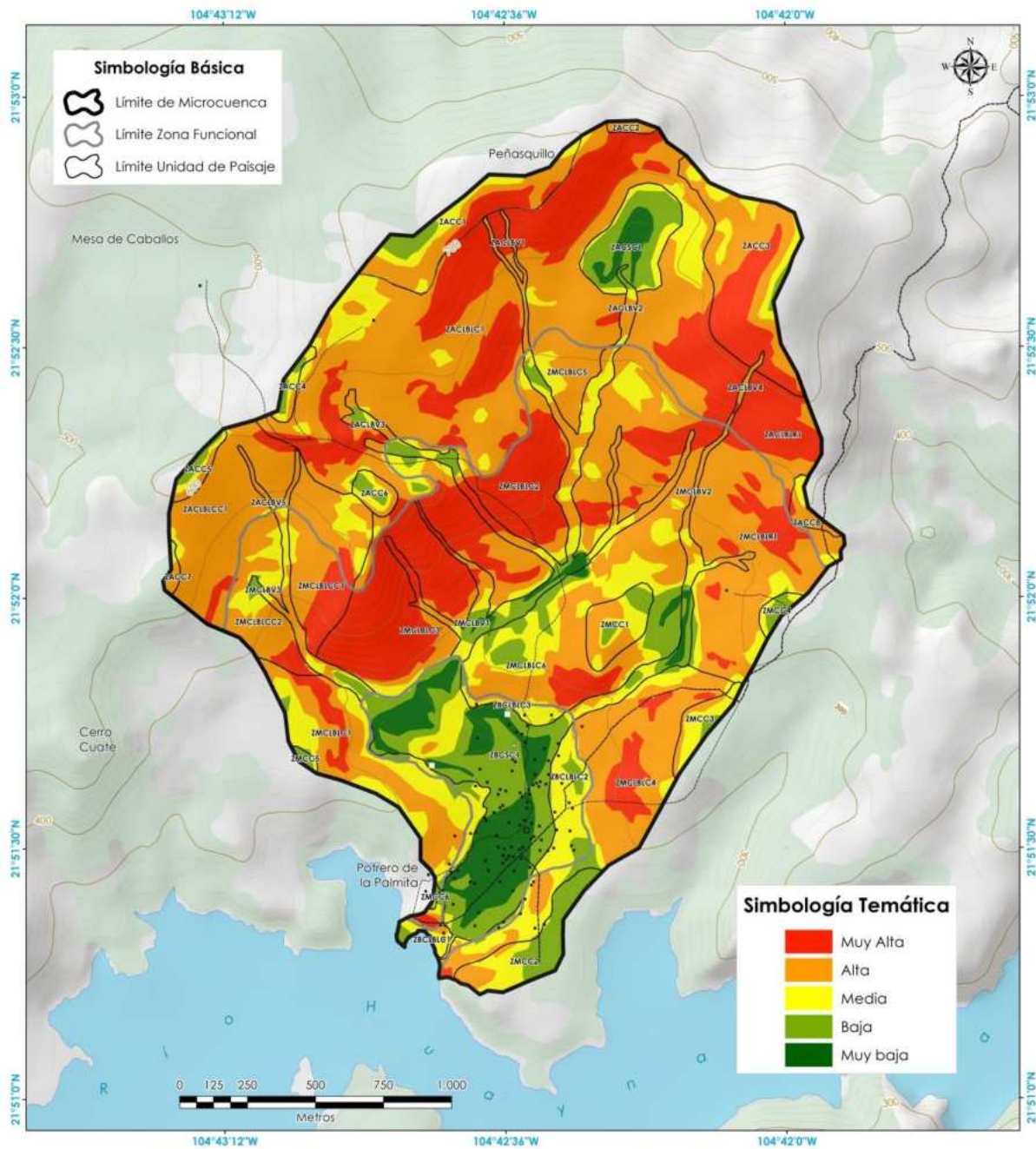
Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se puede decir que actualmente más del 90% de la superficie total de la microcuenca presenta degradación producto del efecto de la erosión hídrica laminar y sus factores condicionantes, lo que podría desencadenar baja producción de alimentos y provocar problemas sociales en la microcuenca, siendo mayor la problemática de pérdida del suelo en la zona alta, seguida de la media y finalmente la zona baja.

Finalmente, se concuerda con lo planteado por, quienes resaltan los aportes del análisis del proceso de erosión hídrica superficial para el manejo integrado de cuencas hidrográficas, sin embargo, para el caso de la microcuenca se trabajó a escala de unidad de paisaje aplicando la metodología USLE, sin considerar el factor P, ya que en la microcuenca no se han implementado técnicas de conservación del suelo, obteniendo la tasa de pérdida de suelo potencial y actual en la microcuenca.

4.4.4 Susceptibilidad ante peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos

4.4.4.1 Remoción en masa



4.4.4.1.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de susceptibilidad ante remoción en masa, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 100.59 hectáreas que corresponden a un 52.99% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 56.09 has que representan 29.55% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 21.27 has (11.21%); en cuarto lugar se encuentra la categoría “baja” cubriendo 9.47 has (4.99%) de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 2.39 has correspondientes al 1.26% de la zona funcional (Tabla 65).

Tabla 65. Susceptibilidad ante remoción en masa zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1	21.03	44.46	22.71	11.79	
ZACC2	9.11	90.89			
ZACC3	38.05	46.13	13.85	1.97	
ZACC4		19.83	45.27	34.89	
ZACC5		37.53	25.25	37.22	
ZACC6	0.82	29.45	37.24	32.50	
ZACC7		75.01	24.99		
ZACC8	7.60	67.41	24.99		
ZACLBLC1	70.26	54.47	8.85	0.23	
ZACLBLC1	7.43	84.19	8.38		
ZACBLR1	36.45	27.04	2.70		
ZACLBV1	2.90	94.29	2.81		
ZACLBV2	0.06	60.46	22.12	17.30	0.06
ZACLBV3	1.07	60.29	18.18	20.46	
ZACLBV4	16.05	83.95			
ZACLBV5	1.39	95.24	3.37		
ZACSC1		0.37	18.93	55.54	25.16

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

El predominio de valores altos de susceptibilidad ante remoción en masa en más del 80% de la zona alta, se debe a la presencia de valores de pendiente que van de los 10° a 40°, los cuales provocan mayor inestabilidad del terreno, a su vez predominan geoformas como complejos cumbrales y laderas convexas y rectas, las cuales tienen composición riolítica que al intemperisarse presentan menor resistencia ante procesos gravitatorios, asimismo, predominan suelos someros e inestables como el leptosol y regosol que si bien muestran cobertura arbórea, reciben mayor volumen de agua

proveniente de las precipitaciones (890-920mm/año), generando inestabilidad por el exceso de humedad retenida.

Siendo así, las unidades prioritarias por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría alta son: ZACC1, ZACC2, ZACC3, ZACC7, ZACC8, ZACLBLC1, ZACLBLC1, ZACLBV1, ZACLBV2, ZACLBV3, ZACLBV4 y ZACLBV5, constituyéndolas como sitios donde es necesario planificar su uso considerando esta limitante.

4.4.4.1.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cinco grados de susceptibilidad ante remoción en masa, la predominante fue la categoría “alta” cuya superficie es de 108.33 hectáreas que corresponden a un 45.93% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 59.20 has que representan 25.10%; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 46.35 has (19.65%); en cuarto lugar se encuentra la categoría “baja” cubriendo 19.93 has (8.45%); por último se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 2.04 has correspondientes al 0.86% de la zona funcional (Tabla 66).

Tabla 66. Susceptibilidad ante remoción en masa zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1		45.99	32.45	21.57	
ZMCC2		15.98	28.22	55.80	
ZMCC3	0.05	27.08	61.40	11.47	
ZMCC4		0.36	39.00	60.64	
ZMCC5			19.23	80.77	
ZMCC6			11.14	88.86	
ZMCLBV1	12.13	33.48	28.44	21.04	4.92
ZMCLBV2	0.06	34.59	32.26	21.52	11.57
ZMCLBV3	1.08	43.47	38.25	17.20	
ZMCLBLR1	17.50	73.38	7.72	1.41	
ZMCLBLC1	11.76	45.91	38.74	3.59	
ZMCLBLC2	77.37	16.49	5.60	0.54	
ZMCLBLC3	74.48	18.09	6.29	1.11	0.02
ZMCLBLCC1	43.14	51.77	5.10		
ZMCLBLCC2	10.28	64.41	24.13	1.17	
ZMCLBLC4	15.14	64.41	17.19	3.26	
ZMCLBLC5		80.76	19.19	0.05	
ZMCLBLC6	14.24	51.83	22.27	10.60	1.07

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

La anterior indica que esta zona funcional lleva una dinámica similar a la de la zona alta, ya que predominan los valores altos de susceptibilidad ante remoción en masa en más del 70% de su superficie, debido principalmente a la presencia de valores altos de pendiente, que van de los 10° a >40°, provocando mayor inestabilidad de las laderas convexas y rectas de composición riolítica que dominan en la zona, las cuales al intemperisarse desarrollan menor resistencia ante procesos gravitatorios, estas presentan suelos someros e inestables (leptosol-regosol) con cobertura arbórea, agrícola y de pastizal, que reciben una considerable cantidad de precipitación (870-910mm/año), lo que aumenta su inestabilidad. Siendo así, las unidades prioritarias por presentar más del 45% de su superficie dentro de la categoría alta siendo ZMCC1, ZMCLBLR1, ZMCLBLCC1, ZMCLBLCC2, ZMCLBLC1, ZMCLBLC4, ZMCLBLC5 y ZMCLBLC6, lo cual las constituye como sitios donde es necesario planificar su uso considerando su peligrosidad.

4.4.4.1.3 Zona baja

Por su parte, las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cinco grados de susceptibilidad ante remoción en masa, la predominante fue la categoría “baja” cuya superficie es de 18.93 hectáreas que corresponden a un 40.17% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy baja” con 15.77 has que representan 33.47% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 11.37 has, equivalente al 24.12% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “alta” cubriendo 1.05 has que representan 2.22% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy alta” con una superficie de 0.01has correspondientes al 0.01% de la zona funcional (Tabla 67).

Tabla 67. Susceptibilidad ante remoción en masa zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1		0.57	7.94	46.16	45.33
ZBCLBLC1	0.02	6.73	57.61	34.96	0.67
ZBCLBLC2	0.06	4.11	75.80	20.02	
ZBCLBLC3		17.32	70.77	11.79	0.12

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que la dinámica que siguieron la zona alta y media, no se lleva a cabo en esta zona, ya que en ella más del 70% de su superficie corresponde a valores bajos, lo cual es causado por el predominio de pendientes que van de los 0° a 5°, generando zonas de estabilidad, observables en los complejos de superficies y cauces de composición riolítica, que dan pie al desarrollo de suelos como el feozem cuya textura, pedregosidad y profundidad (>1.5mts), aumentan su estabilidad ante procesos gravitatorios, aunado a que prácticamente están cubiertos por asentamientos humanos y reciben la menor cantidad de precipitación anual (858-870mm).

De esta forma, se identificó como prioritaria la unidad ZBCLBLC3, por presentar más del 15% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante remoción en masa, lo cual la constituye como sitio donde es necesario llevar a cabo acciones de manejo que disminuyan esta limitante.

En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se puede decir que la zona alta, representa el área con mayor susceptibilidad ante procesos de remoción en masa; seguida de la media, y por su parte, la zona baja constituye el área de mayor estabilidad y por lo tanto, de menor susceptibilidad ante el peligro en cuestión.

4.4.4.2 Erosión

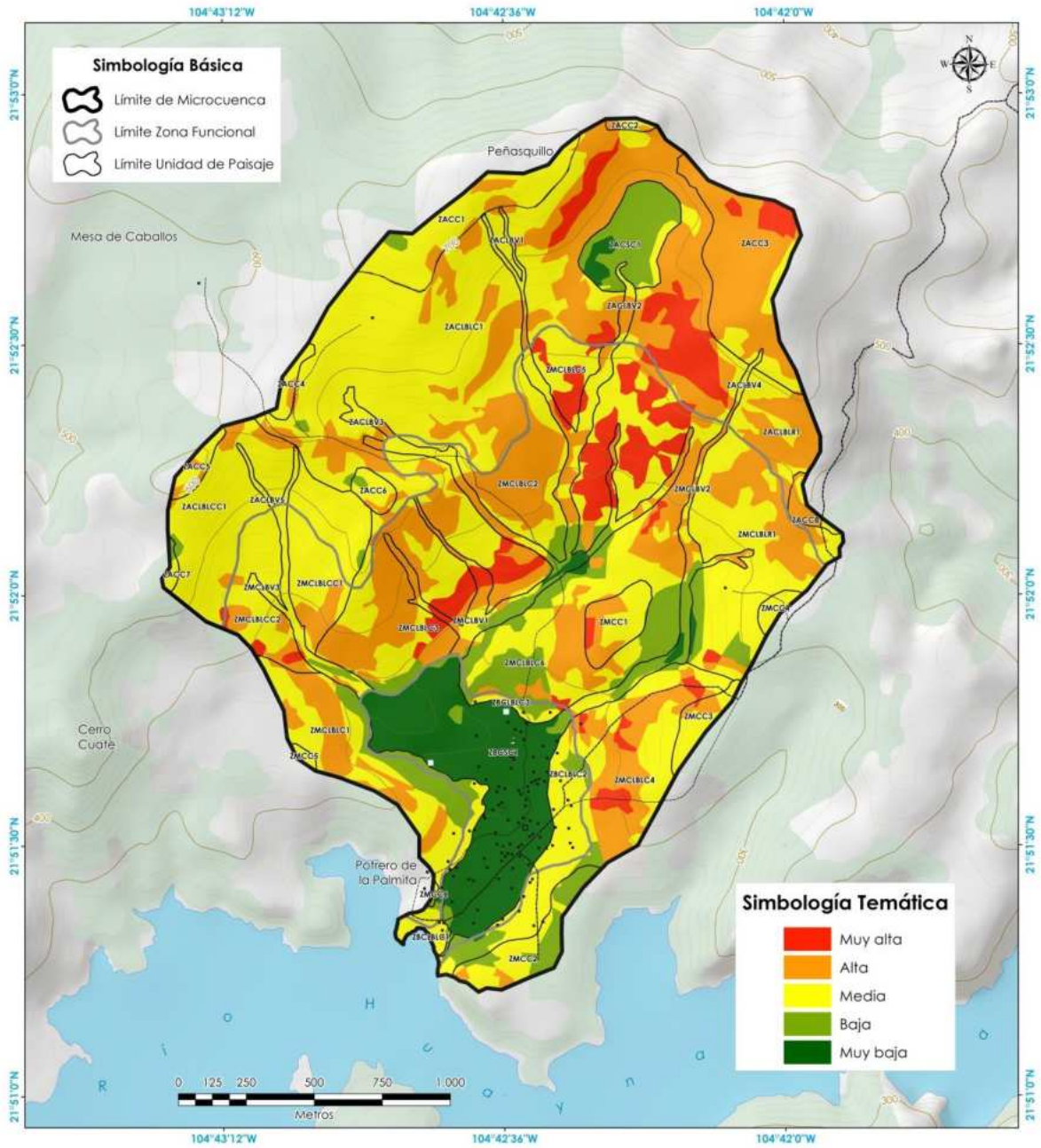


Figura 54. Susceptibilidad ante erosión. Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.2.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de susceptibilidad ante erosión, la predominante fue la categoría “media” cuya superficie es de 102.43 hectáreas que corresponden a un 53.94% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 66.32 has que representan 34.92% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 11.03 has, equivalente al 11.03% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “baja” cubriendo 9.02 has que representan 4.75% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 1.12 has correspondientes al 0.59% de la zona funcional (Tabla 68).

Tabla 68. Susceptibilidad ante erosión zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1		13.43	82.52	4.04	
ZACC2		39.89	60.11		
ZACC3	9.24	76.71	14.05		
ZACC4		18.69	81.31		
ZACC5		27.88	72.12		
ZACC6		18.39	71.71	9.90	
ZACC7			74.93	25.07	
ZACC8		72.05	27.95		
ZACLBLC1	8.96	37.8	52.87	0.36	
ZACLBLC1	0.39	6.13	92.03	1.46	
ZACBLR1		59.90	40.10		
ZACLBV1		27.52	72.48		
ZACLBV2	0.13	59.54	39.19	1.14	
ZACLBV3		36.54	63.46		
ZACLBV4		26.19	73.81		
ZACLBV5		1.92	98.08		
ZACSC1		0.26	9.52	78.51	11.71

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Esta dinámica donde predominan valores medios en más del 50% y altos en más del 40% de la zona alta, se debe a la presencia de valores de pendiente que van de los 8° a >30°, que provocan mayor arrastre de sedimentos, a su vez predominan los complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos, las cuales tienen composición de toba riolítica caracterizada por su resistencia media a la degradación y transporte por el agua, asimismo, predominan suelos poco evolucionados (leptosol y regosol) que aunque muestran cobertura arbórea al recibir el mayor volumen de agua proveniente de las

precipitaciones (890-920mm/año), generan que la capacidad erosiva del agua sea mayor aumentando igualmente el escurrimiento superficial.

Siendo así, las unidades de paisaje prioritarias por presentar más del 50% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante erosión: ZACC3, ZACC8, ZACLBLR1 y ZACLBV2, constituyéndolas como sitios donde es necesario planificar su uso considerando esta limitante.

4.4.4.2.2 Zona media

Por su parte, las unidades de paisaje de la zona media presentaron cinco grados de susceptibilidad ante erosión, predominando la categoría “media” cuya superficie de 112.48 hectáreas corresponde a 47.68% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 73.28 has que representan 31.07%; en tercer lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 28.31 has (12%); en cuarto lugar se encuentra la categoría “muy alta” cubriendo 20.27 has que representan 8.59% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 1.54 has correspondientes al 0.65% (Tabla 69).

Tabla 69. Susceptibilidad ante erosión zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1	7.42	38.92	52.91	0.75	
ZMCC2		6.73	46.45	46.82	
ZMCC3	1.25	21.02	77.72		
ZMCC4			100		
ZMCC5			100		
ZMCC6			36.99	62.28	0.74
ZMCLBV1	9.31	35.12	38.32	14.1	3.14
ZMCLBV2	0.23	24.68	28.77	40.25	6.06
ZMCLBV3	0.85	8.94	77.86	12.02	0.33
ZMCLBLR1	0.92	25.90	64.82	7.43	0.94
ZMCLBLC1	0.06	33.85	45.68	20	0.42
ZMCLBLC2		60.88	34.27	4.84	
ZMCLBLC3	10.85	48.93	36.84	3.27	0.11
ZMCLBLCC1		26.57	73.43		
ZMCLBLCC2	6.47	20.35	73.18		
ZMCLBLC4	7.89	36.30	47.82	7.73	0.26
ZMCLBLC5	36.31	0.80	62.89		
ZMCLBLC6	19.35	21.81	38.89	19.56	0.40

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que esta zona funcional lleva una dinámica similar a la de la zona alta, ya que en ella predominan los valores medios con más del 45% y altos con más del 30%, sin embargo dominan los valores medios, debido a que la pendiente, que en algunas zonas sigue siendo pronunciada en otras se suaviza reportando valores que van de los 3° a >30°, predominan las laderas convexas de composición riolítica que mantienen suelos como el regosol con cobertura arbórea y crecimiento de la superficie agrícola y de pastoreo, la cual recibe una considerable cantidad de precipitación anual (870-910mm) generando que aumente el efecto de transporte de materiales y sedimentos del agua, por presentar menores superficies de retención edáfica.

Ante ello, se identificó que las unidades de paisaje prioritarias por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante erosión: ZMCLBLC2 y ZMCLBLC3, lo cual las constituye como sitios donde es necesario planificar su uso considerando su peligrosidad.

4.4.4.2.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cinco grados de susceptibilidad ante erosión, la predominante fue la categoría “muy baja” cuya superficie es de 33.53 hectáreas que corresponden a un 71.13% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “media” con 8.94 has que representan 18.97% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 4.36 has, equivalente al 9.25% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “alta” cubriendo 0.23 has que representan 0.50% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy alta” con una superficie de 0.07has correspondientes al 0.15% de la zona funcional (Tabla 70).

Tabla 70. Susceptibilidad ante erosión zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1		0.57	7.94	46.16	45.33
ZBCLBLC1	0.02	6.73	57.61	34.96	0.67
ZBCLBLC2	0.06	4.11	75.80	20.02	
ZBCLBLC3		17.32	70.77	11.79	0.12

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Contrario a la dinámica descrita por la zona alta y media, en la zona baja predominan valores bajos en más del 80% y valores medios en más del 18% de su superficie, lo cual se debe a que la pendiente predominante oscila entre los 0° y 8°, generando superficies estables representadas por los complejos de superficies y cauces cuya composición riolítica, da pie al desarrollo de suelos evolucionados y profundos como los feozem que reciben el menor volumen de agua al año proveniente de la precipitación (858-870mm), lo cual ha permitido el establecimiento de los asentamientos humanos, generando que la capacidad erosiva del agua sobre estas superficies, sea prácticamente nula o muy baja, sin embargo debido a su posición en el paisaje, puede recibir aporte de sedimentos provenientes de la zona media y alta, sobretodo en la temporada de lluvias.

En ese sentido, se identificó como prioritaria por presentar con más del 15% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante erosión, la unidad de paisaje ZBCLBLC3, lo cual la constituye como sitio donde llevar a cabo acciones de manejo que atienda esta limitante.

En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se puede decir que la zona alta representa el área con mayor susceptibilidad ante procesos de erosión, seguida de la zona media, las cuales aportan sedimentos a la zona baja que representa el área más estable y con menor susceptibilidad ante este peligro.

4.4.4.3 Inundaciones

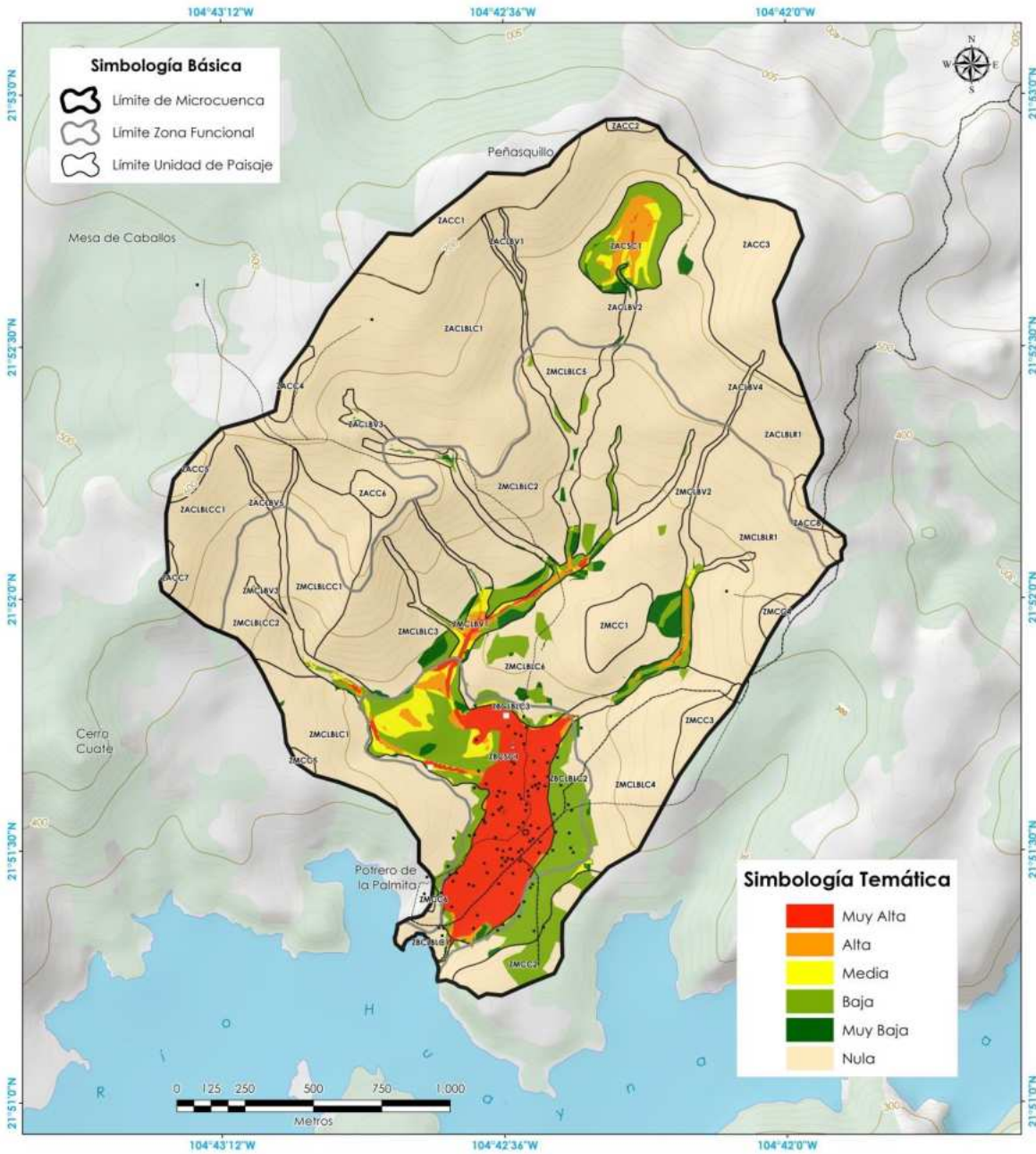


Figura 55. Susceptibilidad ante inundaciones.

4.4.4.3.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron seis grados de susceptibilidad ante inundaciones, predominando la categoría “nula” cuya superficie es de 179.7 hectáreas que corresponden a un 94.6% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “baja” con 5.15 has que representan 2.71% de la zona; en tercer

lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 2.57 has, equivalente al 1.35% del territorio; en cuarto lugar la “media” con 1.5 has (0.79%); en quinto lugar la “muy baja” con 0.96 has (0.5%); y por último se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 0.08 has correspondientes al 0.04% de la zona funcional (Tabla 71).

Tabla 71. Susceptibilidad ante inundaciones zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZACC1						100
ZACC2						100
ZACC3				0.01	0.17	99.82
ZACC4						100
ZACC5						100
ZACC6						100
ZACC7						100
ZACC8						100
ZACLBLC1				0.06	0.37	99.57
ZACLBLC1						100
ZACBLR1						100
ZACLBV1				1.65	1.58	96.77
ZACLBV2			0.41	7.43	14.20	77.96
ZACLBV3				1.61	1.15	97.24
ZACLBV4						100
ZACLBV5						100
ZACSC1	0.89	26.99	15.76	52.17	3.72	0.47

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

El predominio de valores nulos y bajos de susceptibilidad ante inundaciones en más del 95% de la zona alta, se debe a la presencia de pendientes que van de los 6° a >45°, presentes en los complejos cumbrales y de laderas y barrancos, que tienen basamento rocoso riolítico que por su grado de fracturamiento e intemperismo abonan a la infiltración y escurrimiento superficial del agua drenado por las corrientes de primer orden que predominan en la zona, asimismo, sobre dicho basamento se desarrollan suelos poco profundos y de gran pedregosidad, que por su textura absorben poca humedad presentando raramente saturación, los cuales son la base para el establecimiento de coberturas arbóreas y arbustivas principalmente de selva baja caducifolia, que al estar en buen estado de conservación, llevan a cabo eficientemente los procesos de interceptación, infiltración y evapotranspiración del agua de lluvia anual (890-920mm) y torrencial (112-117mm/día) evitando así la presencia de inundaciones.

Ante tal situación, se identificó como prioritaria por presentar más del 20% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante inundaciones a la unidad de paisaje ZACSC1, lo cual se constituye como el único sitio susceptible dentro de la zona, en el cual es necesario planificar su uso considerando esta limitante.

4.4.4.3.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron seis grados de susceptibilidad ante inundaciones, predominando la categoría “nula” cuya superficie es de 209.19 hectáreas que corresponden a un 88.67% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “baja” con 17.67 has que representan 7.49% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 5.24 has, equivalente al 2.22% del territorio; en cuarto lugar la “alta” con 1.62 has (0.69%); en quinto lugar la “media” con 1.38 has (0.58%); y por último se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 0.82 has correspondientes al 0.35% de la zona funcional (Tabla 72).

Tabla 72. Susceptibilidad ante inundaciones zona media.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZMCC1					0.01	99.99
ZMCC2			0.02	46.67	0.03	53.28
ZMCC3						100
ZMCC4						100
ZMCC5						100
ZMCC6				37.86		62.14
ZMCLBV1	3.89	5.63	5.52	14.59	7.73	62.63
ZMCLBV2	1.31	9.81	2.43	27.21	8.68	50.57
ZMCLBV3	1.94	2.49	2.83	12.2	0.41	80.12
ZMCLBLR1				0.05	0.02	99.93
ZMCLBLC1			0.10	2.94	0.33	96.63
ZMCLBLC2				0.05	0.05	99.90
ZMCLBLC3	0.01	0.03	0.04	5.36	3.58	90.98
ZMCLBLCC1						100
ZMCLBLCC2				0.01		99.99
ZMCLBLC4			0.52	16.07	1.13	82.28
ZMCLBLC5				0.26		99.74
ZMCLBLC6		0.01	0.04	6.25	3.69	90.01

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que esta zona, sigue un comportamiento similar al de la zona alta, ya que los valores nulos y bajos predominan en más del 98% de su superficie, lo cual se debe a la presencia de pendientes que van de los 3° a >45°, características de los complejos de laderas y barrancos, cuyo basamento riolítico repercute mayormente en la infiltración y escurrimiento, drenado eficientemente por las corrientes de segundo y tercer orden que caracterizan la zona, asimismo, predominan suelos someros que raramente se saturan, los cuales presentan coberturas arbóreas, agrícolas y pecuarias donde se capta e infiltra eficientemente la lluvia (870-890mm), minimizando la existencia de inundaciones.

Sin embargo, se identificó como prioritarias por presentar más del 5% de su superficie dentro de la categoría alta de susceptibilidad ante inundaciones, a las unidades de paisaje ZMCLBV1 y ZMCLBV2, lo cual las constituye como sitios donde es necesario planificar su uso considerando esta limitante.

4.4.4.3.3 Zona baja

Por su parte, las unidades de paisaje de la zona baja presentaron seis grados de susceptibilidad ante inundaciones, predominando la categoría “muy alta” cuya superficie es de 21.44 hectáreas que corresponden a un 45.49% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “baja” con 14.52 has que representan 30.81% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “nula” con una superficie de 4.42 has, equivalente al 9.38% del territorio; en cuarto lugar la “media” con 4.03 has (8.56%); en quinto lugar la “alta” con 2.14 has (4.54%); y por último se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 0.57 has correspondientes al 1.22% de la zona funcional (Tabla 73).

Tabla 73. Susceptibilidad ante inundaciones zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZBCSC1	61.53	6.04	10.7	19.9	1.49	0.34
ZBCLBLC1	0.79	0.68	1.41	32.15	1.23	63.73
ZBCLBLC2	0.30	0.11	0.63	84.49	0.07	14.40
ZBCLBLC3	0.66	0.52	11.92	36.54	0.16	50.21

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que contrario a la dinámica seguida por la zona alta y media, en la zona baja predominan en más del 50% de su superficie los valores altos de susceptibilidad ante inundaciones, debido al predominio de pendientes que van de los 0° a 6°, características de los complejos de superficies y cauces con basamento riolítico, sobre los cuales se desarrolla el suelo más evolucionado que por su textura arcillosa tiende a saturarse evitando la infiltración y abonando al escurrimiento el cual es concentrado por el cauce principal, que al ser de cuarto orden puede recibir en menos de 5 minutos el agua precipitada y colectada por la red de drenaje de toda la cuenca, pudiendo generar desbordamientos e inundación de las zonas cercanas a su cauce, aunado a ello, predomina el establecimiento de asentamientos humanos que disminuyen las zonas de infiltración natural y de crecimiento vegetativo, abonando en conjunto al desarrollo de inundaciones derivadas de tormentas.

Ante tal situación, se identificó como prioritaria, por presentar más del 60% de su superficie dentro de la categoría muy alta de susceptibilidad ante inundaciones, a la unidad de paisaje ZBCSC1, lo cual la constituye como sitio donde es necesario llevar a cabo acciones de manejo considerando su peligrosidad.

En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se puede decir que la zona media representa el área con menor susceptibilidad ante inundaciones, seguida de la alta, las cuales aportan sus escurrimientos a la zona baja que representa el área más susceptible ante este peligro.

Finalmente, derivado del trabajo realizado en la temática de susceptibilidad ante peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos, se concuerda con lo planteado por Reyes y Campos (2014) y Aguilar (2007), quienes resaltan los aportes del análisis del riesgo en el manejo integral de cuencas hidrográficas, recalcando que, para el caso de la microcuenca debido al nivel de detalle a escala de paisaje, fue necesario considerar un mayor número de variables o componentes de análisis para determinar cada una de los grados de susceptibilidad ante los peligros analizados, y posteriormente ponderarlos basándose en el conocimiento de la zona de estudio, obteniendo resultados cartográficos de mayor calidad a los obtenidos por los autores referidos en sus estudios.

4.4.5 Aptitud territorial

Los resultados de la evaluación de las unidades de paisaje con fines ambientales se muestran en el análisis de aptitud forestal natural y aptitud para prestación de servicios ambientales, por su parte, la evaluación con fines socio-productivos concentra la aptitud para cultivo del nopal, aptitud agrícola de temporal, aptitud ganadera extensiva, aptitud turística y aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos.

4.4.5.1 Forestal natural

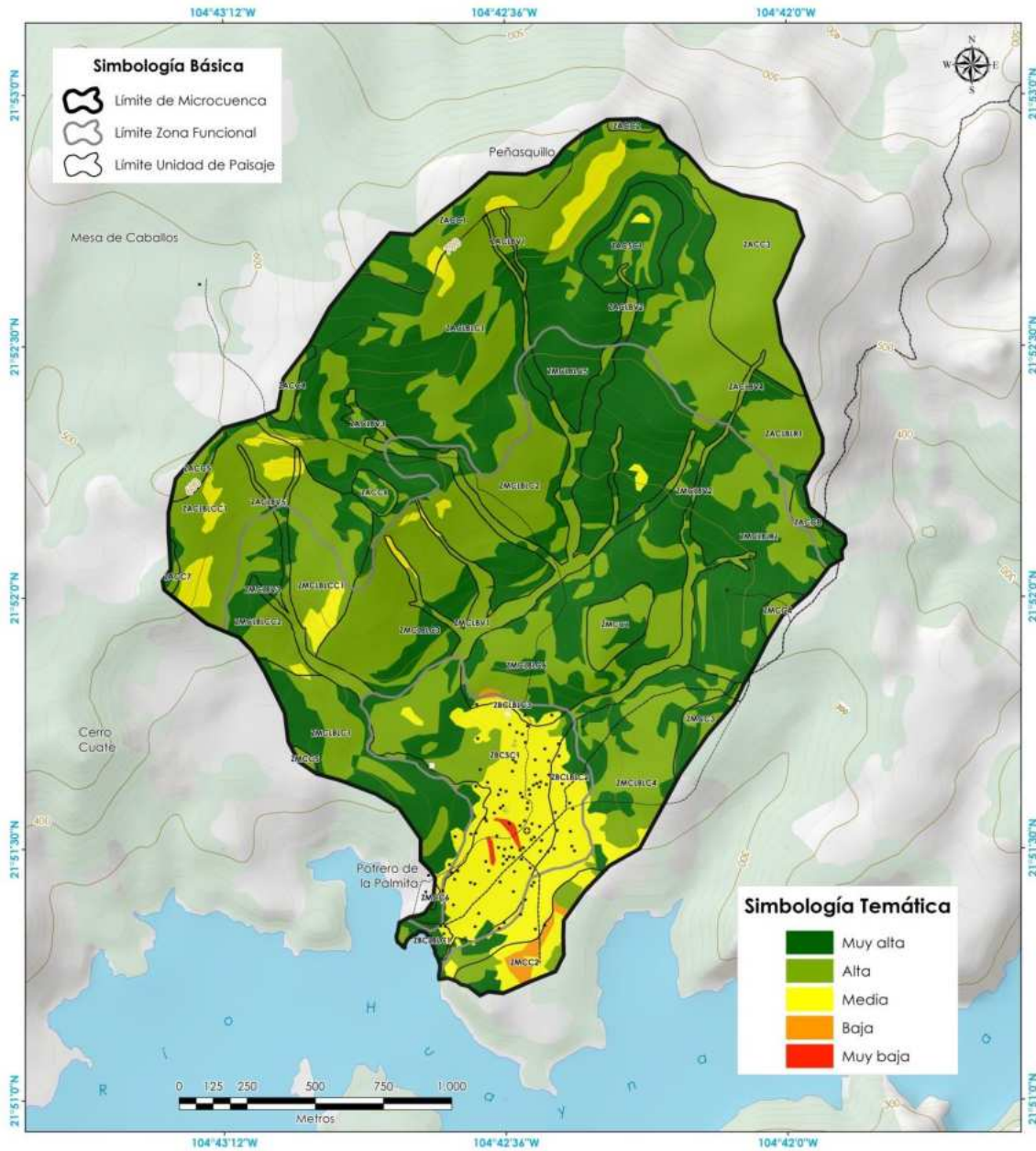


Figura 56. Aptitud forestal natural. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.1.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron tres grados de aptitud forestal natural, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 106.38 hectáreas que corresponden a un 56.02% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 74.73 has que representan 39.36% de la zona; por último se tuvo la categoría “media” con una superficie de 8.77 has correspondientes al 4.62% de la zona funcional (Tabla 74).

Tabla 74. Aptitud forestal natural zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1	30.6	62.38	7.02		
ZACC2	53.19	46.81			
ZACC3	0.09	99.91			
ZACC4	12.72	87.28			
ZACC5	13.73	86.27			
ZACC6	51.99	48.01			
ZACC7	54.21	45.79			
ZACC8	63.85	36.15			
ZACLBLC1	52.99	43.48	3.54		
ZACLBLCC1	10.62	73.10	16.28		
ZACBLR1	29.69	70.31			
ZACLBV1	6.74	91.08	2.19		
ZACLBV2	27.66	72.34			
ZACLBV3	37.77	62.33			
ZACLBV4	0.65	99.35			
ZACLBV5	3.37	81.43	3.37		
ZACSC1	76.94	21.27	1.78		

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que, más del 95% de la superficie de la zona alta presenta valores altos para el establecimiento de selva baja caducifolia, lo cual se debe a que las condiciones climáticas (cálido subhúmedo), aportan los requerimientos suficientes de agua y temperatura para el desarrollo de especies representativas de la selva baja caducifolia, asimismo, los suelos (leptosol y regosol) aportan los nutrientes necesarios para su desarrollo, aunado a que dicho ecosistema se adapta fácilmente a relieves abruptos con pendientes de 6° a >30° como los representados por los complejos cumbrales y de laderas y barrancos de composición riolítica, que predominan en la zona alta.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 50% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud forestal natural son: ZACC2, ZACC6, ZACC7, ZACC8, ZACLBLC1, ZACSC1, constituyéndose como sitios de importancia para el establecimiento de vegetación nativa en la microcuenca.

4.4.5.1.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cuatro grados de aptitud forestal natural, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 111.36 hectáreas que corresponden a un 47.21% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 110.3 has que representan 46.77% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 12.45 has, equivalente al 5.28% del territorio; por último se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 1.76 has correspondientes al 0.74% de la zona funcional (Tabla 75).

Tabla 75. Aptitud forestal natural zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1	23.74	76.26			
ZMCC2	9.46	30.22	38.37	21.94	
ZMCC3	62.26	37.74			
ZMCC4	24.98	75.02			
ZMCC5	11.74	88.26			
ZMCC6	62.49		37.51		
ZMCLBV1	28.84	68.19	2.97		
ZMCLBV2	21.44	78.56			
ZMCLBV3	28.12	71.86	0.02		
ZMCLBLR1	70.8	29.2			
ZMCLBLC1	61.37	34.89	3.75		
ZMCLBLC2	31.1	68.9			
ZMCLBLC3	32.17	66.52	1.3		
ZMCLBLCC1	5.1	71.75	23.15		
ZMCLBLCC2	34.06	63.75	2.19		
ZMCLBLC4	29.92	48.67	21.37	0.04	
ZMCLBLC5	99.73	0.27			
ZMCLBLC6	70.97	27.96	0.72	0.35	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

La zona media, sigue el mismo comportamiento de la zona alta ya que presenta valores altos para el establecimiento de selva baja caducifolia en más del 93% de su superficie lo cual se debe, de igual forma, a que el relieve se empieza a suavizar mostrando complejos de laderas y barrancos de composición riolítica con pendiente de 3° a >30°, dejando superficies más estables donde el ecosistema puede establecerse más fácilmente, asimismo, las condiciones climáticas siguen cubriendo los requerimientos hídricos de las plantas y microorganismos de la selva y otros usos como el pecuario y agrícola, lo cual permite el fácil crecimiento de dicho ecosistema.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 60% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud forestal natural son: ZMCC3, ZMCC6, ZMCLBLR1, ZMCLBLC1, ZMCLBLC5 y ZMCLBLC6 constituyéndolas como sitios de importancia para el establecimiento de vegetación nativa en la microcuenca.

4.4.5.1.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cinco grados de aptitud forestal natural, la predominante fue la categoría “media” cuya superficie es de 28.82 hectáreas que corresponden a un 61.17% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 9.92 has que representan 21.06% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 7.76 has, equivalente al 16.47% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “muy baja” cubriendo 0.52 has que representan 1.11% de la zona; por último se tuvo la categoría de “baja” con una superficie de 0.09has correspondientes al 0.2% de la zona funcional (Tabla 76).

Tabla 76. Aptitud forestal natural zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1	11.92	25.94	60.64		1.51
ZBCLBLC1	43.02	18.38	38.6		
ZBCLBLC2	17.49	1.13	81.37		
ZBCLBLC3	44.24	7.6	43.11	5.05	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Conservando una dinámica similar a la de la zona alta y media, en la zona baja predominan los valores medios con más del 60% y altos con más del 35%, lo cual se debe a la estabilidad de su relieve representado por complejos de superficies y cauces de basamento riolítico y pendientes de 0° a 6°, que dan pie al desarrollo de suelos evolucionados como el feozem que por su mayor contenido de materia orgánica, nutrientes, humedad y profundidad representa un medio donde las raíces pueden obtener fácilmente los recursos necesarios para su desarrollo, aprovechando el aporte de agua regido por el clima cálido subhúmedo que caracteriza al paisaje de la cuenca.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud forestal natural son: ZBCLBLC1 y ZBCLBLC3 constituyéndolas como sitios de importancia para el establecimiento de vegetación nativa en la microcuenca.

En conclusión, el análisis anterior identifica a la zona alta como la de mayor aptitud para el establecimiento de vegetación nativa, seguida de la media, y por último, la zona baja como la de menor aptitud forestal natural.

4.4.5.2 Prestación de servicios ambientales

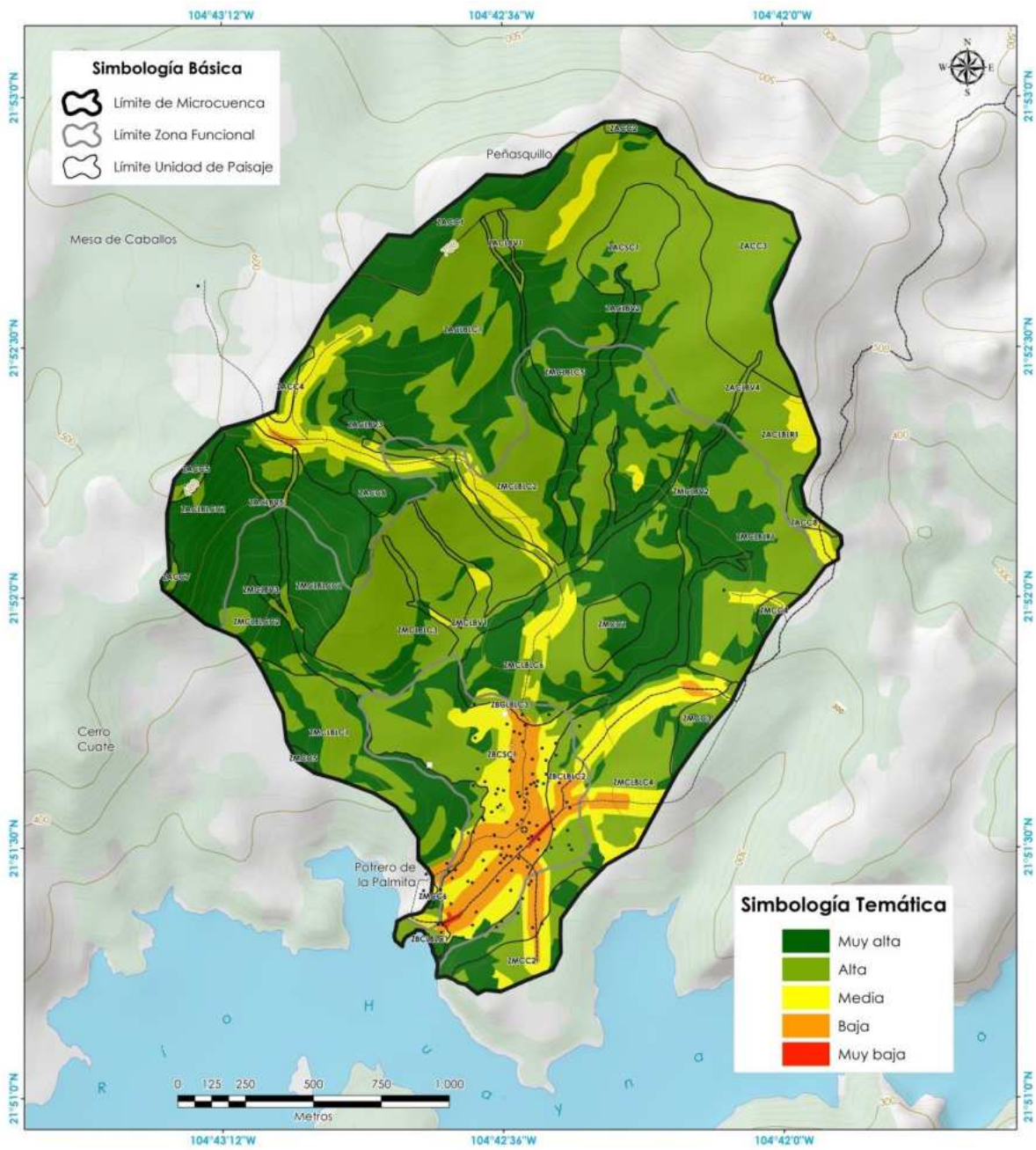


Figura 57. Aptitud para prestación de servicios ambientales. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.2.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cuatro grados de aptitud para prestación de servicios ambientales, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 99.64 hectáreas que corresponden a un 52.47% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 78.25 has que representan 41.2% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 11.71 has, equivalente al 6.17% del territorio; por último se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 0.3 has correspondientes al 0.16% de la zona funcional (Tabla 77).

Tabla 77. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1	85.54	14.46			
ZACC2	73.78	26.22			
ZACC3	3.29	96.7	0.01		
ZACC4	29.95	33.62	36.43		
ZACC5	77.12	22.88			
ZACC6	98.14	1.86			
ZACC7	63.56	36.44			
ZACC8	37	51.28	11.72		
ZACLBLC1	35.79	56.28	7.64	0.29	
ZACLBLC1	91.07	6.86	2.07	0.01	
ZACBLR1	3.23	71.34	25.43		
ZACLBV1	32.07	67.93			
ZACLBV2	99.27	0.73			
ZACLBV3	63.89	26.75	9.36		
ZACLBV4	12.09	87.91			
ZACLBV5	6.65	90.55	2.8		
ZACSC1	8.44	91.56			

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo cual indica que, más del 93% de la superficie de la zona alta presenta valores altos para la conservación de suelos, recarga hídrica, protección y conservación de la biodiversidad, lo cual se debe a que los complejos cumbrales y de laderas y barrancos de composición riolítica que predominan en la zona, representan zonas de infiltración y recarga de la precipitación (890-920mm/año), asimismo, se caracterizan por presentar suelos jóvenes (leptosol-regosol) que en su mayoría están cubiertos por selva densa y

vegetación arbórea, lo cual mejora la capacidad de infiltración y retención de humedad, generando condiciones óptimas para el desarrollo vegetativo.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 60% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud para prestación de servicios ambientales son: ZACC1, ZACC2, ZACC5, ZACC6, ZACC7, ZACLBLCC1, ZACLBV2 y ZACLBV3, constituyéndolas como sitios de importancia para planificar su uso considerando su aptitud.

4.4.5.2.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cuatro grados de aptitud para prestación de servicios ambientales predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 109.79 hectáreas que corresponden a un 46.55% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy alta” con 102.29 has que representan 43.37% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 20.5 has, equivalente al 8.69% del territorio; por último se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 3.29 has correspondientes al 1.39% de la zona funcional (Tabla 78).

Tabla 78. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1	50.66	49.34			
ZMCC2	35.23	39.19	22.57	3.01	
ZMCC3	52.6	41.72	5.67		
ZMCC4	32.76	54.85	12.39		
ZMCC5	100				
ZMCC6	63.03	0.09	36.77	0.12	
ZMCLBV1	50.08	42.34	7.58		
ZMCLBV2	87.03	12.97			
ZMCLBV3	61.62	38.38			
ZMCLBLR1	43.61	52.8	3.6		
ZMCLBLC1	49.56	44.93	3.48	2.02	
ZMCLBLC2	23.75	55.67	20.58		
ZMCLBLC3	11.3	85.78	2.91		
ZMCLBLCC1	99.64	0.36			
ZMCLBLCC2	83.26	16.74			
ZMCLBLC4	15.21	42.42	32.33	10.04	
ZMCLBLC5	62.38	37.62			
ZMCLBLC6	54.72	38.84	6.44		

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que, la zona media sigue una dinámica similar a la de la zona alta, ya que, en más del 89% de su superficie predominan los valores altos para la prestación de servicios ambientales, lo cual se debe a que los complejos de laderas y barrancos de composición riolítica, presentan una pendiente que empieza a suavizarse (6° a >45°) en algunas zonas dando pie a superficies más estables donde por las características de fragmentación e intemperismo de la roca se beneficia la recarga de la precipitación recibida (870-890mm/año), de igual forma, se caracterizan por presentar suelos someros (regosol) cubiertos por selva, pastizal y agricultura, lo cual mejora la capacidad de infiltración y retención de humedad que ayudan a la permanencia de la biodiversidad característica de la zona.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 50% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud para prestación de servicios ambientales son: ZMCC1, ZMCC3, ZMCC5, ZMCC6, ZMCLBV1, ZMCLBV2, ZMCLBV3, ZMCLBLCC1, ZMCLBLCC2, ZMCLBLC5 y ZMCLBLC6 constituyéndolas como sitios de importancia para planificar su uso considerando su aptitud.

4.4.5.2.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cinco grados de aptitud para la prestación de servicios ambientales, la predominante fue la categoría “alta” cuya superficie es de 15.56 hectáreas que corresponden a un 33.02% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “baja” con 13.99 has que representan 29.7% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 10.92has, equivalente al 23.18% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “muy alta” cubriendo 6.19 has que representan 13.13% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 0.46has correspondientes al 0.97% de la zona funcional (Tabla 79).

Tabla 79. Aptitud para prestación de servicios ambientales zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1	10.3	28.43	26.74	33.28	1.26
ZBCLBLC1	43.11	34.84	6.82	14.74	0.49
ZBCLBLC2	7.51	50.16	18.05	24.26	0.02
ZBCLBLC3	25.66	52.95	8.52	12.87	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

La zona baja sigue una dinámica similar a la de las zonas media y alta, ya que en ella también predominan, aunque en un porcentaje menor los valores altos de aptitud (más del 45%), resaltando también, la presencia de valores bajos en más del 30% de su superficie, lo cual se debe a que, está representada por los complejos de superficies y cauces que representan las zonas con mayor estabilidad, por sus pendientes entre 0° y 6°, que dan pie a suelos profundos y productivos como el feozem, lo cual genera condiciones inmejorables para la conservación edáfica y desarrollo vegetativo, sin embargo, esta zona recibe la menor precipitación anual (858-870mm) que es drenada rápidamente por las corrientes superficiales, aunado a ello, es donde se concentran los asentamientos humanos y es la zona con más cercanía a caminos, lo cual merma la recarga hídrica, fragmenta el ecosistema natural y sella los suelos de mayor valor en la cuenca.

Ante ello, la unidad prioritaria por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud para prestación de servicios ambientales: ZBCLBLC1, constituyéndola como sitio de importancia para planificar su uso considerando su aptitud.

En conclusión, el análisis anterior identifica a la zona alta como la de mayor aptitud ante la recarga hídrica, conservación edáfica, protección y conservación de la biodiversidad de la cuenca, seguida de la media, y por último, la zona baja siendo la de menores cualidades ante esta evaluación.

4.4.5.3 Cultivo de nopal

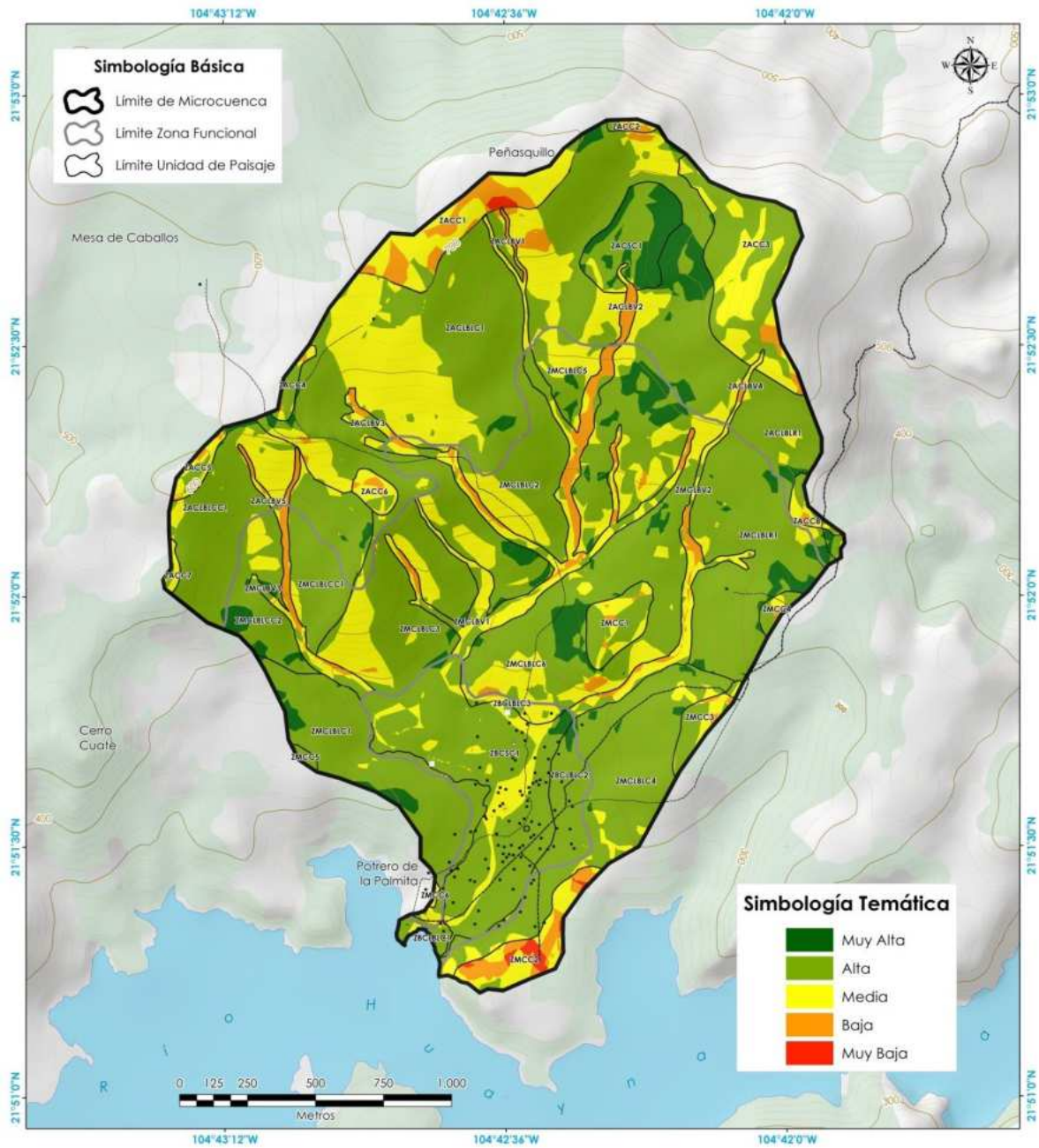


Figura 58. Aptitud para cultivo de nopal. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.3.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de aptitud para el cultivo de nopal, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 112.7 hectáreas que corresponden a un 59.36% de la superficie total de la zona, en segundo lugar se presentó el grado de “media” con 56.1 has que representan 29.55%; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 11.41 has, equivalente al 6.01% del territorio, en cuarto lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 9.25 has (4.87%); por último se tuvo la categoría “muy baja” con 0.4 has correspondientes al 0.21% de la zona funcional (Tabla 80).

Tabla 80. Aptitud para cultivo de nopal zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1		5.56	58.16	32.79	3.48
ZACC2		28.38	38.47	33.15	
ZACC3	0.02	58.65	37.1	4.22	
ZACC4	0.12	75.82	18.84	5.22	
ZACC5	0.05	31.96	57.94	10.05	
ZACC6		20.74	63.07	16.19	
ZACC7		21.79	75.51	2.69	
ZACC8	0.3	43.69	42.7	13.31	
ZACLBLC1	5.05	63.17	30.46	1.32	
ZACLBLC1	2.49	80.7	16.62	0.19	
ZACBLR1	8.73	84.03	7.16	0.07	
ZACLBV1		4.09	70.71	25.2	
ZACLBV2	0.02	1.77	13.76	84.45	
ZACLBV3		31.03	44.76	24.21	
ZACLBV4		4.8	65.1	30.1	
ZACLBV5		4.45	23.67	71.88	
ZACSC1	49.73	46.18	4.06	0.03	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que, más del 65% de la superficie de la zona presenta valores altos y más del 25% valores medios para llevar a cabo el cultivo de nopal, lo cual se debe a que los complejos de laderas y barrancos y de superficies y cauces (escalón coluvial) de composición riolítica, tienen pendientes que van de los 0° a 45°, donde se desarrollan suelos bien drenados como el regosol y leptosol que retienen la humedad, suficiente para el crecimiento de los nopales, los cuales podrían establecerse en las superficies donde predominan los pastizales y selva baja caducifolia perturbada, cuya orientación de laderas

es predominantemente este-oeste, lo cual permite al cultivo recibir las horas luz necesarias para su crecimiento, adaptándose eficientemente a las condiciones climáticas (cálido subhúmedo) de la zona.

Ante ello, las unidades prioritarias por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para cultivo del nopal son: ZACC3, ZACC4, ZACC8, ZACLBLC1, ZACLBLC1, ZACBLR1 y ZACSC1, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

4.4.5.3.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cinco grados de aptitud para el cultivo de nopal, predominando la categoría “alta” cuya superficie es de 162.24 hectáreas que corresponden a un 68.79% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “media” con 47.53 has que representan 20.15 % de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 13.51 has, equivalente al 5.73 % del territorio, en cuarto lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 11.59 has, equivalente al 4.92%; por último se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 0.97 has correspondientes al 0.41% de la zona funcional (Tabla 81).

Tabla 81. Aptitud para cultivo de nopal zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1	0.16	65.53	30.57	3.74	
ZMCC2		3.94	44.25	38.34	13.47
ZMCC3	0.01	60.76	30.68	8.54	
ZMCC4	0.67	69.28	18.33	11.72	
ZMCC5		100			
ZMCC6		2.51	92.65	4.84	
ZMCLBV1	0.12	28.18	43.54	28.16	
ZMCLBV2	0.04	22.78	56.53	20.65	
ZMCLBV3	0.20	29.17	31.59	38.86	0.18
ZMCLBLR1	7.68	90.01	2.29	0.02	
ZMCLBLC1	7.38	90.58	1.99	0.04	
ZMCLBLC2		72.41	27.4	0.19	
ZMCLBLC3	4.58	70.61	24.52	0.29	
ZMCLBLCC1	0.04	94.58	4.83	0.5	0.04
ZMCLBLCC2	16.51	69.31	14.09	0.1	
ZMCLBLC4	1.92	90.1	7.94	0.03	0.01
ZMCLBLC5	7.04	45.94	46.75	0.27	
ZMCLBLC6	11.72	65.56	21.41	1.32	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Mejorando las condiciones de aptitud de la zona alta, en la zona media aumentó el porcentaje de cobertura de los valores altos cubriendo su superficie en más del 72%, lo cual se debe a que las condiciones del relieve empiezan a ser menos abruptas, ya que los complejos de laderas y barrancos de composición riolítica presentan pendientes de 3° a 30°, generando superficies más estables donde predominan suelos medianamente desarrollados como el regosol que por su constitución orgánica y mineral, permite el desarrollo de actividades pecuarias, agrícolas y forestales, recibiendo uniformemente la luz del sol a lo largo del día, debido a su orientación este-oeste, aunado a las condiciones climáticas favorables, representan zonas adecuadas para implementar el cultivo de nopal en la microcuenca.

Lo anterior permitió identificar unidades prioritarias por presentar más del 60% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para cultivo del nopal siendo: ZMCC1, ZMCC3, ZMCC4, ZMCC5, ZMCLBLR1, ZMCLBLC1, ZMCLBLC2, ZMCLBLC3, ZMCLBLCC1, ZMCLBLCC2, ZMCLBLC4 y ZMCLBLC6, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

4.4.5.3.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cuatro grados de aptitud para el cultivo de nopal, la predominante fue la categoría “alta” cuya superficie es de 39.58 hectáreas que corresponden a un 84.01% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “media” con 6.55 has que representan 13.91 % de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 0.88 has, equivalente al 1.86% del territorio; por último se tuvo la categoría de “baja” con una superficie de 0.10has correspondientes al 0.22% de la zona funcional (Tabla 82).

Tabla 82. Aptitud para cultivo de nopal zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1	1.62	83.5	14.88		
ZBCLBLC1	0.17	93.98	5.23	0.62	
ZBCLBLC2	4.23	95.41	0.36		
ZBCLBLC3	1.25	30.94	63.38	4.43	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el comportamiento de la zona alta y media, en la zona baja predominan los valores altos de aptitud para el cultivo del nopal, en más del 85% de su superficie, lo cual se debe a su relieve suavizado, dominado por complejos de superficies y cauces de basamento riolítico y pendientes de 0° a 6°, donde está presente el suelo más evolucionado y productivo (feozem), la cual por su accesibilidad, da pie al establecimiento de zonas de cultivo y de asentamientos humanos, que por sus condiciones climáticas favorables y recepción continua de luz durante el día (orientación E-O), representan zonas adecuadas para plantar y producir nopal en la microcuenca.

Lo anterior permitió identificar unidades prioritarias por presentar más del 80% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para cultivo del nopal siendo: ZBCSC1, ZBCLBLC1 y ZBCLBLC2, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

En conclusión, el análisis anterior identifica un predominio de los valores altos de aptitud para el cultivo de nopal en las tres zonas funcionales, sin embargo destaca la zona baja con las mayores cualidades, seguida de la zona media y por último la zona alta.

4.4.5.4 Agrícola de Temporal

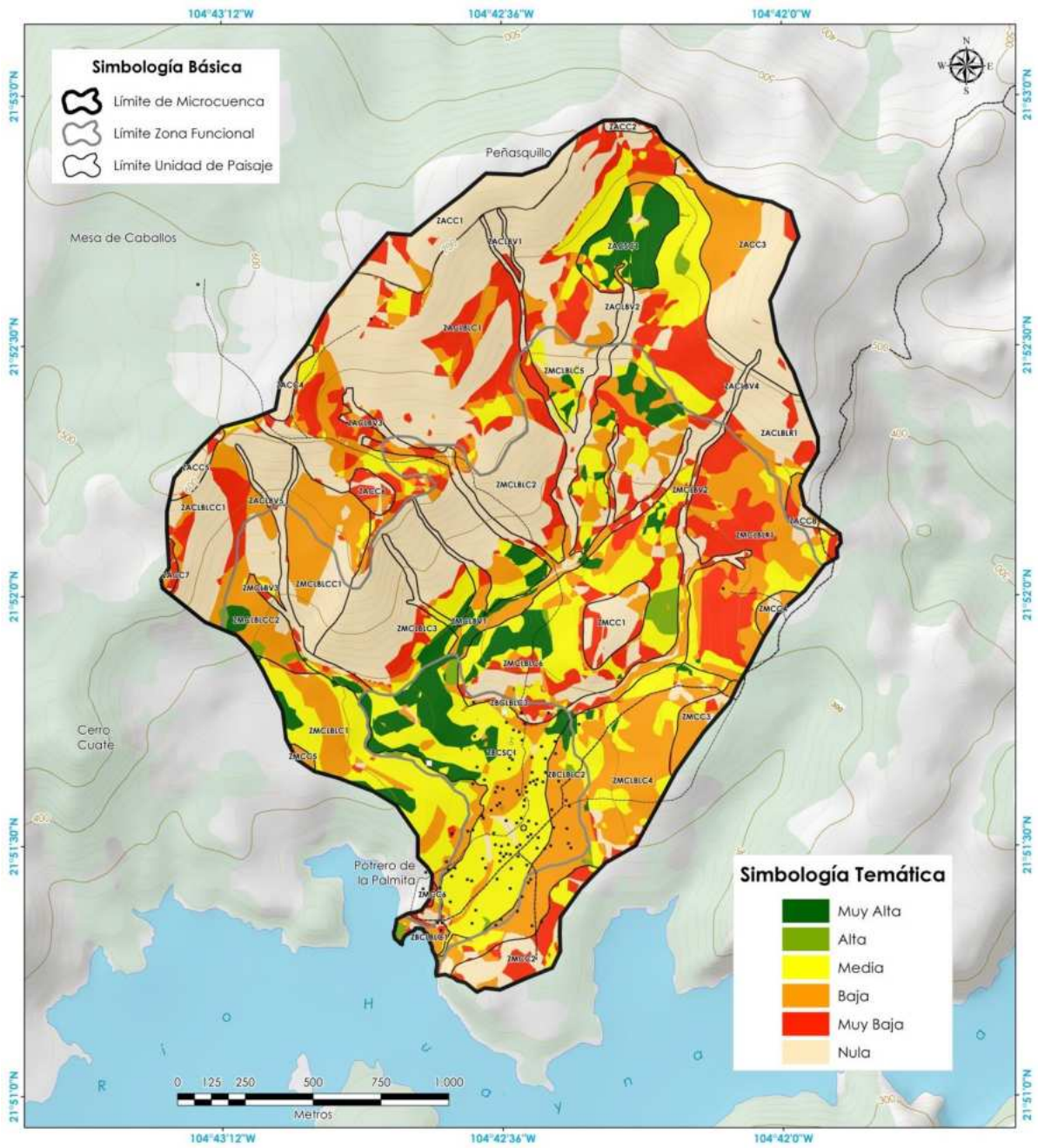


Figura 59. Aptitud agrícola. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.4.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron seis grados de aptitud agrícola predominando la categoría “nula” con 97.94 has (51.57%), en segundo lugar se tiene la “muy baja” cuya superficie es de 34.75 hectáreas que corresponden a un 18.3% de la superficie total de la zona funcional, en tercer lugar se presentó el grado de “baja” con 29.7 has que representan 15.64% de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 20.21 has, equivalente al 10.64% del territorio, en quinto lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 6.8 has, equivalente al 3.58%; por último se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 0.51 has correspondientes al 0.27% de la zona funcional (Tabla 83).

Tabla 83. Aptitud agrícola zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZACC1			0.02	3.74	8.69	87.55
ZACC2					20.55	79.45
ZACC3			1.17	33.92	3.24	61.68
ZACC4			0.39	9.25	0.28	90.08
ZACC5			0.05	2.62	13.55	83.79
ZACC6			0.04	20.41	49.82	29.73
ZACC7				28.51	61.84	9.65
ZACC8			0.39	43.14	24.33	32.13
ZACBLC1	0.05	0.4	16.41	10.85	24.7	47.59
ZACBLC1		0.39	2.15	32.31	13.04	52.12
ZACBLR1			8.72	14.22	17.35	59.7
ZACLBV1				0.33	5.89	93.78
ZACLBV2	0.02		1.03	11.76	1.10	86.09
ZACLBV3			0.18	15.37	33.68	50.77
ZACLBV4					0.27	99.73
ZACLBV5				1.44	2.44	96.12
ZACSC1	70.95		18.24	6.84	2.34	1.64

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior indica que en la zona alta predominan los valores nulos en más del 50% y los valores bajos en más del 30% de su superficie, lo cual se debe al relieve abrupto representado por los complejos cumbrales y de laderas y barrancos de composición riolítica con pendiente de 6° a >30°, que son la base para el desarrollo de suelos jóvenes, pedregosos y con baja productividad como los leptosoles, los cuales responden ante un clima cálido subhúmedo que no aporta agua para el desarrollo de los cultivos durante

todo el año, generando condiciones extremas donde es más factible el establecimiento de especies nativas mejor adaptadas como las de la selva baja caducifolia.

Sin embargo, resalta como prioritaria la unidad de paisaje ZACSC1 por presentar más del 70% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud agrícola, lo cual la constituye como zona importante para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

4.4.5.4.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron seis grados de aptitud agrícola predominando la categoría “nula” con 69.45 has equivalentes al 29.45% de la superficie total de la zona; en segundo lugar se tiene la “baja” cuya superficie es de 66.46 hectáreas que corresponden a un 28.18%, en tercer lugar se presentó el grado de “media” con 49.51 has que representan 20.99% de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 34.23 has (14.51%), en quinto lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 13.53 has equivalentes al 5.74%; por último se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 2.66 has correspondientes al 1.13% de la zona funcional (Tabla 84).

Tabla 84. Aptitud agrícola zona media.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZMCC1		0.07	0.79	13.71	22.67	62.76
ZMCC2		0.05	12.98	6.27	41.78	38.93
ZMCC3			6.25	73.06	7.98	12.71
ZMCC4			0.91	65.97	0.07	33.05
ZMCC5			0.87	93.25		5.89
ZMCC6			0.07	28.45	70.51	0.97
ZMCLBV1	7.42	0.04	6.92	22.5	17.16	45.95
ZMCLBV2	0.84	0.21	9.74	32.89	14.62	41.71
ZMCLBV3	9.76	0.06	6.57	13.77	12.49	57.36
ZMCLBLR1	0.1	0.06	13.4	41.06	43.1	2.27
ZMCLBLC1	7.75	0.20	57.97	30.02	2.05	2.02
ZMCLBLC2			2.01	13.11	15.75	69.12
ZMCLBLC3	7.13	0.22	14.45	7.48	6.67	64.06
ZMCLBLCC1				48.49	0.06	51.45
ZMCLBLCC2	7.78	5.97	3.36	50.05	5.62	27.21
ZMCLBLC4	1.72	0.71	27.78	60.66	2.87	6.26
ZMCLBLC5	7.01		27.01	17.86	1.24	46.89
ZMCLBLC6	12.57	3.45	33.45	17.65	15.50	17.38

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo similar dinámica a la de la zona alta, la zona media tiene predominio de los valores bajos en más del 40% y nulos en más del 25% de su superficie, lo cual se debe a que predominan los complejos de laderas y barrancos con constitución riolítica que son la base de suelos medianamente profundos como los regosoles, los cuales retienen mayor humedad que los leptosoles, dando pie al establecimiento de zonas de pastizal y agrícolas que debido a las condiciones climáticas suelen dar bajos rendimientos.

No obstante, resaltan como prioritarias las unidades de paisaje ZMCLBLC6, por presentar más del 10% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud agrícola, lo cual la constituye como zona importante para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva considerando sus restricciones.

4.4.5.4.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron seis grados de aptitud agrícola predominando la categoría “media” con 22.97 has equivalentes al 48.76% de la superficie total de la zona; en segundo lugar se tiene la “baja” cuya superficie es de 12.13 hectáreas que corresponden a un 25.75%; en tercer lugar se presentó el grado de “muy alta” con 8.27 has que representan 17.56 % de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “nula” con una superficie de 1.42 has (3.02%), en quinto lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 1.28 has equivalentes al 2.71%; por último se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 1.04 has correspondientes al 2.21 % de la zona funcional (Tabla 85).

Tabla 85. Aptitud agrícola zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZBCSC1	22.87	1.51	60.47	12.51	0.32	2.32
ZBCLBLC1	0.68	16.94	24.03	50.41	4.11	3.83
ZBCLBLC2	4.17	1.65	11.47	82.42	0.29	
ZBCLBLC3	1.25	0.02	15.5	16.6	41.01	25.62

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los datos anteriores, se observó que la zona baja sigue una dinámica diferente a la de la zona alta y media, ya que en ella predominan los valores medios en más del 45% y altos en más del 20% de su superficie, debido a que esta zona tiene mejores condiciones climáticas y de relieve, caracterizadas por las geoformas de mayor estabilidad representadas por los complejos de superficies y cauces de basamento riolítico cuya pendiente oscila de los 0° a 6°, permitiendo el desarrollo del suelo con mayor profundidad y contenido de materia orgánica (feozem), del cual los cultivos orientados (este-oeste) pueden disponer más fácilmente de nutrientes y horas luz, incrementado las posibilidades de lograr el crecimiento de la planta.

Siendo así, se identificó como prioritaria a la unidad de paisaje ZBCSC1 por presentar más del 20% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud agrícola, lo cual la constituye como zona importante para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva considerando sus limitaciones.

En conclusión, el análisis anterior identifica a la zona baja como la de mayor aptitud para el cultivo de maíz de temporal, seguida de la zona media y finalmente de la zona alta que representa a la zona con menor aptitud.

4.4.5.5 Ganadera extensiva

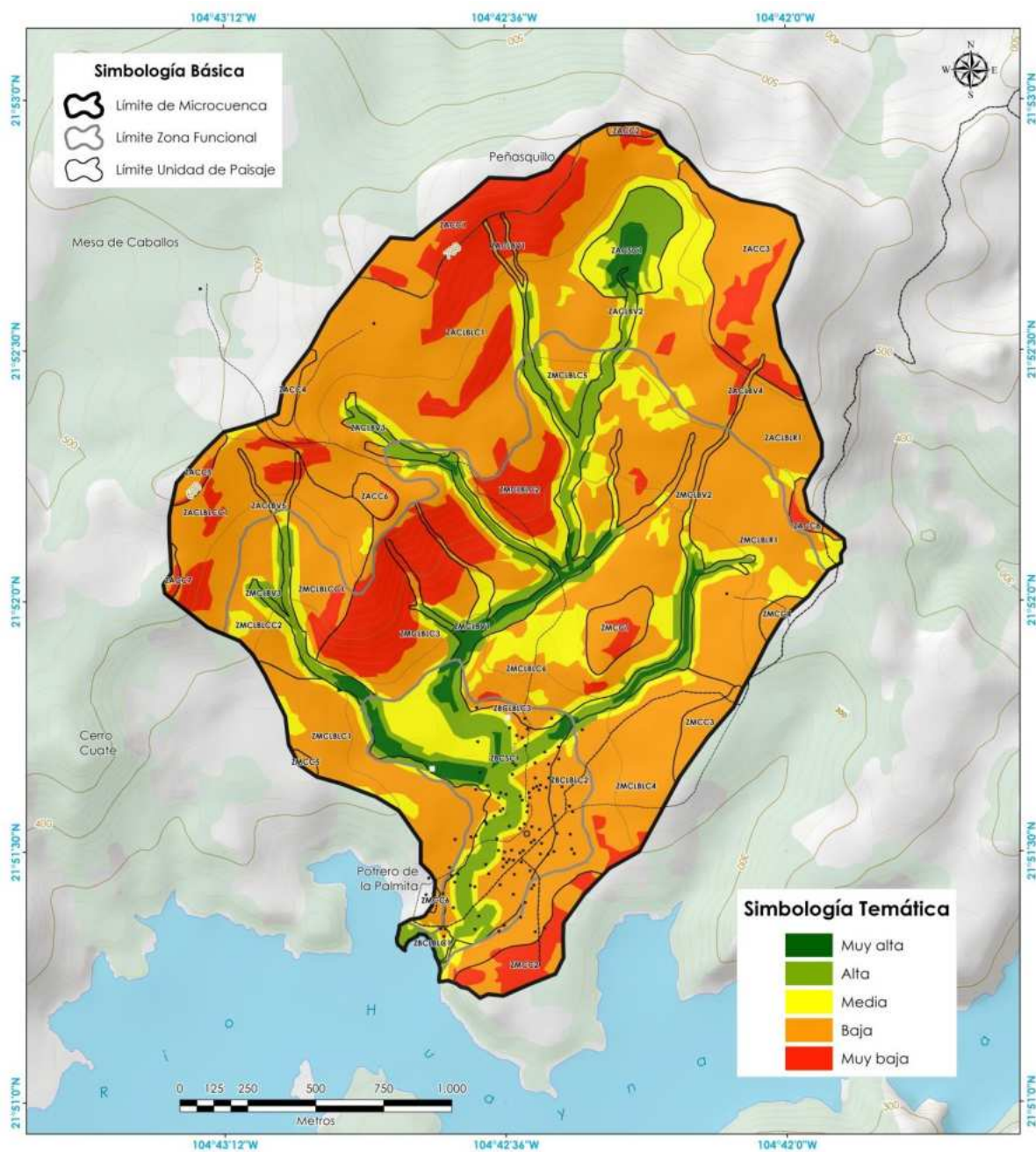


Figura 60. Aptitud ganadera extensiva.

4.4.5.5.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de aptitud ganadera extensiva, predominando la categoría “baja” cuya superficie es de 125.07 hectáreas que corresponden a un 65.85% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “muy baja” con 37.34 has que representan 19.66% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 17.82 has, equivalente al 9.38% del territorio, en cuarto lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 7.3 has, equivalente al 3.84%; por último se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 2.4 has correspondientes al 1.27% de la zona funcional (Tabla 86).

Tabla 86. Aptitud ganadera extensiva zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1				31.37	68.63
ZACC2				57.19	42.81
ZACC3			0.07	76.06	23.87
ZACC4				100	
ZACC5			0.12	75.94	23.94
ZACC6				87.3	12.7
ZACC7				54.81	45.19
ZACC8			0.32	64.28	35.4
ZACLBLC1		0.63	12.47	68.38	18.52
ZACLBLC1			2.54	81.18	16.28
ZACBLR1			13.18	86.74	0.08
ZACLBV1		28.94	12.09	53.76	5.21
ZACLBV2	12.83	54.88	32.29		
ZACLBV3		61.03	15.89	23.07	
ZACLBV4				98.6	1.4
ZACLBV5			2.77	81.95	15.28
ZACSC1	31.31	67.64	32.19	0.18	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que en la zona alta predominan los valores bajos en más del 85% de su superficie, lo cual se debe al relieve abrupto caracterizado por los complejos cumbrales y de laderas y barrancos que presentan una pendiente que oscila entre los 15° y >30°, lo cual da pie a superficies poco accesibles para el ganado ya que para llegar a ellas gastan más energía, que se traduce en menor talla del ganado, aunado a ello, el suelo es pedregoso (leptosol) siendo susceptible a compactación y erosión, impidiendo el renuevo vegetativo de pastos y arbustos que el ganado aprovecha como alimento, asimismo, no existen cuerpos ni corrientes de agua perennes, por lo que, aunque esta zona recibe la

mayor precipitación anual (890-920mm), no hay agua disponible para el consumo de las vacas, borregos y cabras que se encuentren pastoreando.

Sin embargo, se consideran prioritarias las unidades de paisaje ZACSC1, ZACLBV2 y ZACLBV3, por presentar más del 50% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud ganadera extensiva, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

4.4.5.5.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cinco grados de aptitud ganadera extensiva, predominando la categoría “baja” cuya superficie es de 133.96 hectáreas que corresponden a un 56.79% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “media” con 39.34 has que representan 16.68% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “muy baja” con una superficie de 33.96 has, equivalente al 14.4% del territorio, en cuarto lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 23.52 has, equivalente al 9.97%; por último se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 5.11 has correspondientes al 2.17% de la zona funcional (Tabla 87).

Tabla 87. Aptitud ganadera extensiva zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1			0.27	77.62	22.11
ZMCC2				32.03	67.97
ZMCC3				100	
ZMCC4			0.48	99.52	
ZMCC5				100	
ZMCC6				100	
ZMCLBV1	17.17	48.83	18.49	11.96	3.55
ZMCLBV2	25.42	48.28	14.66	11.63	
ZMCLBV3	18.8	64.12	15.09	1.99	
ZMCLBLR1		2.5	14.37	80.64	
ZMCLBLC1	0.1	1.18	12.98	85.74	
ZMCLBLC2		5.01	22.55	27.48	44.96
ZMCLBLC3	0.06	7.99	8.87	28.01	55.07
ZMCLBLCC1		3.07	17.76	59.6	19.58
ZMCLBLCC2		11.24	26.88	61.88	
ZMCLBLC4		2.21	5.18	88.25	4.36
ZMCLBLC5		25.41	27.67	46.92	
ZMCLBLC6	0.03	5.24	30.69	62.31	1.73

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Similar a la zona alta, en la zona media predominan los valores bajos en más del 70% de su superficie, lo cual se debe a la topografía abrupta descrita por laderas y barrancos con pendiente 6° a >30°, en la cual existen superficies poco accesibles que representan un mayor gasto de energía para llegar a las fuentes de alimento y agua del ganado, aunado a ello, el suelo (regosol) sigue siendo susceptible a compactación y erosión, mermando en la capacidad de rebrote de las especies vegetales, concentradas en las zonas de pastizal, agricultura y selva, donde existen corrientes de agua intermitentes que por poco tiempo almacenan agua de lluvia para el consumo de las vacas, borregos y cabras que se pastorean en la zona.

Ante ello, se consideran prioritarias las unidades de paisaje ZMCLBV1, ZMCLBV2 y ZMCLBV3, por presentar más del 40% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud ganadera extensiva, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

4.4.5.5.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron cinco grados de aptitud ganadera extensiva, la predominante fue la categoría “baja” cuya superficie es de 18.07 hectáreas que corresponden a un 38.34% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 13.55 has que representan 28.76% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “media” con una superficie de 11.24 has, equivalente al 23.85% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “muy alta” cubriendo 4.17 has que representan 8.84% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 0.09has correspondientes al 0.2% de la zona funcional (Tabla 88).

Tabla 88. Aptitud ganadera extensiva zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1	11.94	34.51	27.77	25.78	
ZBCLBLC1	0.36	35.39	22.55	41.7	
ZBCLBLC2	0.02	2.42	6.42	91.14	
ZBCLBLC3	0.25	3.62	16.52	74.47	5.15

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

En esta zona predominan también los valores bajos ocupando más del 38% y altos con más del 37% de su superficie, lo cual se debe a que el relieve es estable y suavizado siendo representado por los complejos de superficies y cauces con pendiente de 0° a 6°, donde el suelo (feozem), es profundo y nutritivo constituyendo un hábitat deseable para el crecimiento de pastos, que a la vez, son beneficiados por las condiciones climáticas recibiendo al año de 858mm a 8790mm, lo cual, asegura su crecimiento y disponibilidad como fuente de alimento para el ganado, de igual forma, la cercanía a corrientes de agua perennes e intermitentes representa una fuente de agua disponible a lo largo del año, no importando la temporada.

En ese sentido, se identificó como prioritarias a las unidades de paisaje ZBCLBC1 y ZBCSC1, por presentar más del 30% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud ganadera extensiva, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad productiva.

En conclusión, el análisis anterior identifica a la zona baja como la más apta para llevar a cabo el pastoreo extensivo de vacas, borregos y cabras, seguida de la zona media y finalmente la zona alta que representa el área con menor aptitud ante dicha actividad productiva.

4.4.5.6 Turística

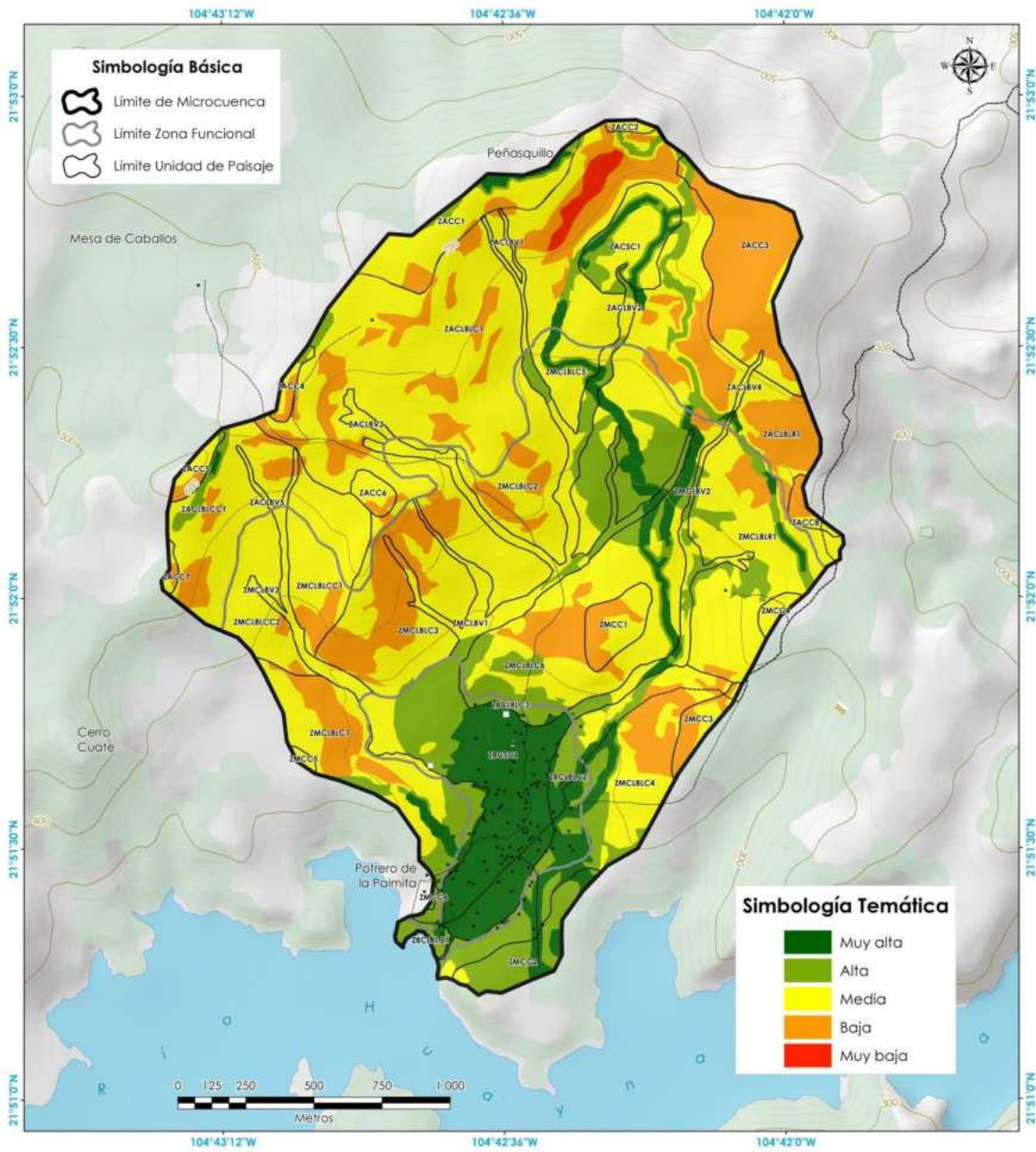


Figura 61. Aptitud turística. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.6.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de aptitud turística, la predominante fue la categoría “media” cuya superficie es de 115.23 hectáreas que corresponden a un 60.69% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “baja” con 56.43 has que representan 29.72% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 11.62 has, equivalente al 6.12% del territorio; en cuarto lugar se encuentra la categoría “muy alta” cubriendo 4.02 has que representan 2.12% de la zona; por último se tuvo la categoría de “muy baja” con una superficie de 2.58 has correspondientes al 1.36% de la zona funcional (Tabla 89).

Tabla 89. Aptitud turística zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZACC1	8.03	8.99	70.18	12.8	
ZACC2			91.19	8.81	
ZACC3		1.68	12.8	85.52	
ZACC4		13.17	42.56	44.27	
ZACC5		7.38	56.36	36.26	
ZACC6			77.91	22.09	
ZACC7			60.92	39.08	
ZACC8			38.79	61.21	
ZACLBLC1	0.75	5.17	66.44	25.13	2.51
ZACLBLC1	0.7	5.4	78.22	15.68	
ZACBLR1	1.55	1.62	35.5	61.34	
ZACLBV1		0.07	96.73	3.2	
ZACLBV2	6.62	32.52	60.85		
ZACLBV3			98.55	1.45	
ZACLBV4	6.96	3.74	85.7	3.6	
ZACLBV5			84.78	15.22	
ZACSC1	20.07	29.4	50.53		

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que en la zona alta predominan los valores medios en más del 60% de su superficie, lo cual se debe a que presenta complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos con pendientes abruptas que van 6° a >30° lo que para algunos visitantes genera dificultades relacionadas con su estado físico, sin embargo, existen senderos que permiten transitar de forma segura por la zona, apreciando la belleza escénica del paisaje, asimismo, presenta zonas de avistamiento donde puede observarse la biodiversidad de la zona, así como los sitios culturales e históricos de la comunidad, no

obstante, se encuentra alejada de los asentamientos humanos donde se ofrecen los servicios principales relacionados al etnoturismo, hospedaje y alimentación.

En ese sentido, se identificó como prioritarias las unidades de paisaje ZACC4, ZACSC1 y ZACLBV2 por presentar más del 10% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud turística, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad recreativa-educativa.

4.4.5.6.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cuatro grados de aptitud turística, predominando la categoría “media” cuya superficie es de 132.96 hectáreas que corresponden a un 56.37% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 45.4 has que representan 19.25% de la zona; en tercer lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 41.92 has, equivalente al 17.77% del territorio; por último se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 15.59 has correspondientes al 6.61% de la zona funcional (Tabla 90).

Tabla 90. Aptitud turística zona media.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZMCC1			50.04	49.96	
ZMCC2	22.92	73.45	3.64		
ZMCC3			36.58	63.42	
ZMCC4			100		
ZMCC5			100		
ZMCC6	1.51	98.49			
ZMCLBV1	5.19	30.98	60.05	3.78	
ZMCLBV2	8.53	42	49.47		
ZMCLBV3			98.78	1.22	
ZMCLBLR1	2.5	16.94	72.26	8.3	
ZMCLBLC1	6.48	20.52	43.91	29.09	
ZMCLBLC2		0.06	75.22	24.72	
ZMCLBLC3		0.39	62.27	37.34	
ZMCLBLCC1			73.47	26.53	
ZMCLBLCC2			94.27	5.73	
ZMCLBLC4	14.02	29.57	36.42	19.99	
ZMCLBLC5	18.42	8.72	72.86		
ZMCLBLC6	11.66	29.97	47.53	10.85	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos indican que en la zona media predominan los valores medios con más del 55% y los valores altos de aptitud con más del 25% de su superficie, lo cual se debe a que las geoformas (complejos de laderas y barrancos) empiezan a suavizarse en algunas zonas presentando pendientes de 3° a >30° que ofrecen al visitante sitios de descanso y de observación de la flora y fauna característica de la selva baja caducifolia, de igual forma, mantiene senderos en buen estado que permiten observar el desarrollo de tradiciones ancestrales como el cultivo de maíz y realizar recorridos interpretativos con menor desgaste físico, de igual forma, es una zona cercana a sitios culturales y artesanales que aportan al visitante representaciones culturales de la comunidad.

Lo anterior, permitió identificar como prioritarias las unidades de paisaje ZMCC2, ZMCC6, ZMCLBV1, ZMCLBV2, ZMCLBLC4 y ZMCLBLC6 por presentar más del 25% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud turística, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad.

4.4.5.6.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona baja presentaron tres grados de aptitud turística, la predominante fue la categoría “muy alta” cuya superficie es de 29.63 hectáreas que corresponden a un 62.89% de la superficie total de la zona funcional, en segundo lugar se presentó el grado de “alta” con 14.34 has que representan 30.43% de la zona; por último se tuvo la categoría de “media” con una superficie de 3.15has correspondientes al 6.68% de la zona funcional (Tabla 91).

Tabla 91. Aptitud turística zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado				
	MA	A	M	B	MB
ZBCSC1	71.04	21.78	7.18		
ZBCLBLC1	23.05	59.66	17.29		
ZBCLBLC2	57.34	42.66			
ZBCLBLC3	11.17	88.78	0.05		

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior indica que en la zona baja predominan los valores altos de aptitud turística cubriendo más del 93% de su superficie, lo cual se debe a que su relieve es suavizado y estable representado por los complejos de superficies y cauces que presentan pendientes de 0° a 6°, lo que permite al visitante recorrer de forma activa la zona sin presentar complicaciones, teniendo opciones de descanso próximas a los senderos y rutas a seguir, de igual forma, estas rutas aportan al turista sitios de alto valor paisajístico y cultural, accesibles a la oferta de actividades recreativas, educativas e informativas, así como a los servicios artesanales, de hospedaje y alimentación ofrecidos por la comunidad.

Con base en ello, se identificó como prioritarias las unidades de paisaje ZBCSC1 y ZBCLBLC2 por presentar más del 50% de su superficie dentro de la categoría muy alta de aptitud turística, lo cual las constituye como zonas importantes para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad.

En conclusión, los resultados anteriores señalan a la zona baja como la más apta ante el establecimiento de actividades turísticas, seguida de la zona media y finalmente la zona alta que representa la zona con menor aptitud para el desarrollo de actividades eco y etnoturísticas.

4.4.5.7 Establecimiento de asentamientos humanos

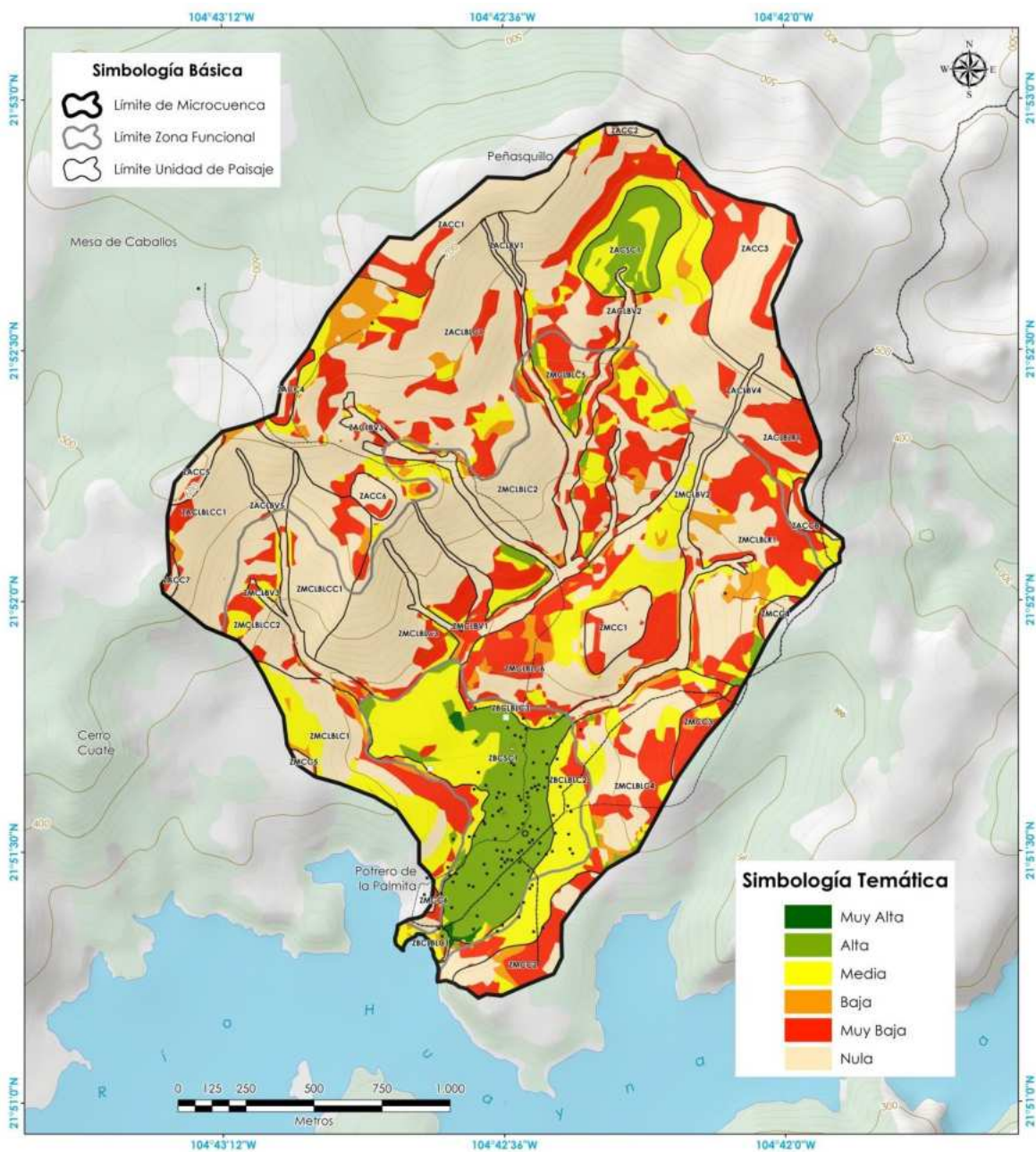


Figura 62. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos. Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.7.1 Zona alta

Las unidades de paisaje de la zona alta presentaron cinco grados de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos, predominando la categoría “nula” con 117.44 has equivalentes al 61.84% de la superficie total de la zona; en segundo lugar se tiene la “muy baja” cuya superficie es de 39.52 hectáreas que corresponden a un 20.81%; en tercer lugar se presentó el grado de “media” con 19.77 has que representan 10.41 % de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “alta” con una superficie de 6.71 has (3.53%); por último se tuvo la categoría “baja” con 6.46 has correspondientes al 3.40 % de la zona funcional (Tabla 92).

Tabla 92. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona alta.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZACC1			0.02	0.03	21.12	78.83
ZACC2					10.4	89.6
ZACC3			0.06		37.25	62.69
ZACC4			0.48		63.74	35.78
ZACC5				0.11	14.03	85.87
ZACC6			0.04		18.1	81.86
ZACC7				0.58	53.66	45.76
ZACC8			0.37		44.85	54.78
ZACBLC1		0.03	15.04	5.54	19.14	60.25
ZACBLC1			0.67	3.09	10.6	85.64
ZACBLR1			13.19		49.68	37.13
ZACLBV1			0.19		2.85	96.96
ZACLBV2		0.18	1.35		10.68	87.8
ZACLBV3			0.79	0.35	12.63	86.24
ZACLBV4						100
ZACLBV5					0.33	99.67
ZACSC1		70.14	29.53	0.03	0.13	0.16

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior indica que en la zona alta predominan los valores nulos en más del 60% de su superficie y bajos en más del 24% de su superficie, lo cual se debe a que su relieve es abrupto e inestable siendo representado por complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos de composición riolítica, con pendientes de 6° a >30°, lo cual aumenta la vulnerabilidad de las viviendas de sufrir algún daño por el desarrollo procesos naturales como la remoción en masa, asimismo el suelo (leptosol) que es poco desarrollado no puede utilizarse como materia prima para la elaboración tradicional de adobes que sirven para la construcción de sus hogares, siendo difícil también por las condiciones del relieve

el traslado de otras materias primas como madera y pastos; y sobretodo la disponibilidad del recurso agua, ya que no existen corrientes y cuerpos de agua perennes de donde obtenerla a lo largo del año.

Sin embargo, se identificó como prioritaria la unidad de paisaje ZACSC1 por presentar más del 70% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos, lo cual la constituye como zona de importancia para llevar a cabo la construcción de asentamientos humanos tradicionales.

4.4.5.7.2 Zona media

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron cinco grados de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos, predominando la categoría “nula” con 118.9 has equivalentes al 50.41% de la superficie total de la zona; en segundo lugar se tiene la “muy baja” cuya superficie es de 61.10 hectáreas que corresponden a un 25.90%; en tercer lugar se presentó el grado de “media” con 40.75 has que representan 17.28 % de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 12.02 has (5.10%); por último se tuvo la categoría “alta” con 3.11 has correspondientes al 1.32 % de la zona funcional (Tabla 93).

Tabla 93. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona media.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZMCC1			0.16	0.4	20.15	79.29
ZMCC2			4.48	9.41	53.18	32.93
ZMCC3			12.75	4.79	80	2.46
ZMCC4			1.16	0.14	23.76	74.94
ZMCC5			0.8	0.74	9.08	89.38
ZMCC6			1.49		37.04	61.47
ZMCLBV1		0.19	2.33	2.58	20.15	74.75
ZMCLBV2		0.07	0.76	0.84	11.26	87.06
ZMCLBV3		0.06	0.86	6.67	19.77	72.64
ZMCLBLR1		2.01	12.68	9.58	33.54	42.19
ZMCLBLC1		0.64	40.02	4.56	18.30	36.47
ZMCLBLC2			3.74	5.3	8.21	82.74
ZMCLBLC3		2.7	9.95	1.14	14.91	71.3
ZMCLBLCC1			2.75	0.04	2.23	94.98
ZMCLBLCC2			16.7	0.72	23.28	59.31
ZMCLBLC4		1.84	30.63	4.06	27.78	35.69
ZMCLBLC5		12.85	21.71	7.11	43.31	15.01
ZMCLBLC6		0.68	26.08	8.56	35.45	29.24

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo una dinámica similar a la de la zona alta, en la zona media predominan los valores nulos en más del 50% y bajos en más del 30% de su superficie, lo cual se debe a que su relieve sigue siendo accidentado representado por complejos de laderas y barrancos de composición riolítica, con pendientes de 0° a >30°, lo cual genera superficies inestables donde es difícil llevar servicios para las viviendas, asimismo los suelos (regosol), aunque más evolucionados que los predominantes en la zona alta, no cuentan con las características de textura necesaria para utilizarse en la fabricación de materiales para la construcción, de igual forma, sigue siendo difícil trasladar y acceder a otros materiales obtenidos de la selva y pastizales, al igual que al recurso agua, debido a la ausencia de ríos y cuerpos de agua perennes.

No obstante, resalta como prioritaria la unidad de paisaje ZMCLBLC5, por presentar más del 10% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos, lo cual la constituye como zona de importancia para llevar a cabo la construcción de asentamientos humanos tradicionales.

4.4.5.7.3 Zona baja

Las unidades de paisaje de la zona media presentaron seis grados de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos predominando la categoría “alta” con 22.85 has equivalentes al 48.49% de la superficie total de la zona; en segundo lugar se tiene la “media” cuya superficie es de 19.98 hectáreas que corresponden a un 42.39 %; en tercer lugar se presentó el grado de “muy baja” con 2.83 has que representan 6 % de la zona; en cuarto lugar se tuvo la categoría “baja” con una superficie de 0.65 has (1.37%), en quinto lugar se tuvo la categoría “muy alta” con una superficie de 0.63 has equivalentes al 1.33%; por último se tuvo la categoría “nula” con una superficie de 0.2 has correspondientes al 0.42 % de la zona funcional (Tabla 94).

Tabla 94. Aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos zona baja.

Unidad de Paisaje	Grado					
	MA	A	M	B	MB	N
ZBCSC1	1.78	63.84	33.11	0.52	0.66	0.09
ZBCLBLC1	0.11	11.43	54.09	11.5	22.13	0.75
ZBCLBLC2	0.04	1.82	84.45	0.43	12.02	1.24
ZBCLBLC3	0.01	6.38	38.94	0.12	51.7	2.85

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Fuente: Elaboración propia.

Contrario a la dinámica de la zona alta y media, en la zona baja predominan los valores altos en más del 49% y medios en más del 42% de su superficie, lo cual se debe a que su relieve presenta mayor estabilidad y accesibilidad representado por complejos de superficies y cauces de composición riolítica con pendientes de 0° a 6°, teniendo con ello disponibilidad de material rocoso para construir las viviendas, de igual forma el suelo (feozem) presenta las características texturales necesarias para elaborar adobes, asimismo, las zonas de pastizal y agrícolas constituyen fuentes disponibles de recursos para la construcción de techos y paredes, de igual forma, existe disponibilidad del recurso agua ya que en esta zona se ubica el río principal y se tiene cerca justo en la salida de la cuenca al río Huaynamota que representa una fuente perenne del recurso agua.

Siendo así, resalta como prioritaria la unidad de paisaje ZBCSC1, por presentar más del 60% de su superficie dentro de la categoría alta de aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos, lo cual la constituye como zona de importancia para llevar a cabo la construcción de asentamientos humanos.

En conclusión, el análisis anterior identifica a la zona baja como la más apta para el establecimiento de asentamientos humanos que conserven la imagen tradicional de las viviendas de la comunidad, seguida de la zona media y finalmente la zona alta que representa el área con menor aptitud.

De manera general, con respecto al trabajo realizado en la temática de aptitud territorial, se concuerda con lo planteado por Pineda *et al.* (2005), Valencia *et al.* (2012), Aguilar (2007), SEMARNAT (2010), López, Lozano y Sierra (2012), Carbajal (2008), Bocco *et al.* (2010), Sánchez (2011) y Hernández *et al.* (2012) quienes resaltan los aportes del análisis de aptitud territorial en el ordenamiento, manejo integral de cuencas hidrográficas y evaluación del paisaje, sin embargo, para el caso de la microcuenca en cuestión y debido al nivel de detalle requerido (escala de paisaje), fue necesario considerar un mayor número de variables o componentes de análisis para determinar cada una de los grados de aptitud analizados, y posteriormente ponderarlos basándose en el conocimiento de la zona de estudio, obteniendo resultados cartográficos de mayor detalle a los obtenidos por los autores referidos.

4.5 Diagnóstico Participativo

4.5.1 Identificación de problemáticas y potencialidades socioambientales

Como primer resultado, se obtuvo la información recabada en campo a partir de dos salidas realizadas con los integrantes de los grupos focales, una en temporada de lluvias y otra en temporada secas, con el objetivo de identificar las problemáticas y potencialidades de las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca (Tabla 95).

Tabla 95. Problemáticas y potencialidades (identificación en campo).

Zona funcional	UP	Problemáticas	Potencialidades
Alta	ZACSC1		Avistamiento de aves
	ZACC1		Paisaje, flora y fauna
	ZACC2		Paisaje
	ZACC3		Suelos y paisaje
	ZACC4		Flora
	ZACLBLC1		Senderos y vegetación
	ZACLBLC1	Caída de rocas	Suelos y vegetación
Media	ZMCC1	Erosión	
	ZMCC2	Contaminación	
	ZMCLBLR1		Paisaje y vegetación
	ZMCLBLC1	Erosión	Vegetación
	ZMCLBLC4		Paisaje, Sitio cultural y Rocas
	ZMCLBLC5		Vegetación
	ZMCLBLC6	Quema y tala	Vegetación, Asentamientos humanos y Cultivos
	ZMCLBV1		Vegetación, Fauna y Río
ZMCLBV2		Vegetación	
Baja	ZBCSC1	Contaminación	Vegetación, Sitio cultural, Artesanías y Suelo
	ZBCLBLC1		Paisaje y Servicios turísticos
Territorio		Erosión	Paisaje
		Desmonte	Avistamiento de fauna
		Pastoreo	Vegetación
		Caza furtiva	Asentamientos humanos
		Cambio de uso de suelo	Sitios culturales
			Suelos Cultivos

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Taller participativo

Siguiendo la dinámica del diagnóstico participativo se desarrolló el taller donde se obtuvieron potencialidades y problemáticas complementarias a las recabadas en campo, logrando priorizarlas, además de proponer posibles acciones de aprovechamiento por los asistentes al taller (Tabla 96-97).

Tabla 96. Potencialidades socioambientales de la microcuenca.

Potencialidad	Importancia	Acciones de aprovechamiento
Zonas de pesca-embarcadero	2	Aumentar la pesca y número de lanchas.
Sitios sagrados (cerro cuate)	2	Aumentar las visitas guiadas, integrarlas a los recorridos.
Cabañas ecológicas	3	Darles mantenimiento y promoción.
Miradores	3	Integrarlos en los recorridos y darles mantenimiento.
Bosque y selva	1	Cuidarlos, identificando sus características y opciones de uso.
Frutos (nanche, mango)	5	Aprovecharlos y buscar plantar más árboles.
Avistamiento de fauna	2	Poner miradores.
Casas de adobe	4	Conservarlas al igual que la imagen de la comunidad.
Artesanías	1	Aumentar su venta, costo y zonas de distribución.

Los potenciales calificados con valores cercanos a 1 se consideran de mayor importancia, la cual desciende al acercarse a 5.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97. Problemáticas socioambientales de la microcuenca.

Problemáticas	Importancia	Acciones para corregirlas
Tala	2	Evitar cortar árboles grandes, plantar más vegetación y hacer un vivero.
Basura	1	Quemarla y almacenarla en un lugar adecuado.
Drenaje	5	Utilizar la infraestructura para otra cosa.
Falta de agua	1	Saber cuánta agua tenemos y poderla almacenar.
Luz	4	Contar con el servicio y poder pagarlo.
Falta de Empleo	1	Aumentar las opciones de empleo y de trabajo dentro de la comunidad.
Religión	4	Evitar perder las tradiciones y cultura por culpa de las nuevas religiones practicando y transmitiéndolas a los niños y jóvenes.
Pérdida de cultivos	2	Buscar zonas donde se den mejor los cultivos y buscar otras alternativas de siembra.
Erosión y Caída de rocas	2	Proteger el suelo con vegetación y evitar construir donde caen rocas
Falta de servicios	3	Mejorar los servicios de la comunidad para ofrecerlos también a los visitantes.
Migración	3	Encontrar trabajo a lo largo del año dentro de la comunidad para no salir a buscarlo.
Uso de herbicidas	4	Cambiar el herbicida por otra forma de controlar el crecimiento de maleza.

Los problemáticas calificadas con valores cercanos a 1 se consideran de mayor importancia, la cual desciende al acercarse a 5.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 SIG Participativo

Finalmente, el taller tuvo como actividad de cierre el SIG participativo, donde los asistentes representaron gráficamente lo expuesto de forma oral y escrita con respecto a las problemáticas y potencialidades de la microcuenca (Figura 63-64).



Figura 63. Trabajo con grupo focal-SIG participativo. Fuente: Taller participativo.

El mapa obtenido a partir del SIG participativo llevó un proceso de representación cartográfica georreferenciada dando como resultado el siguiente mapa:

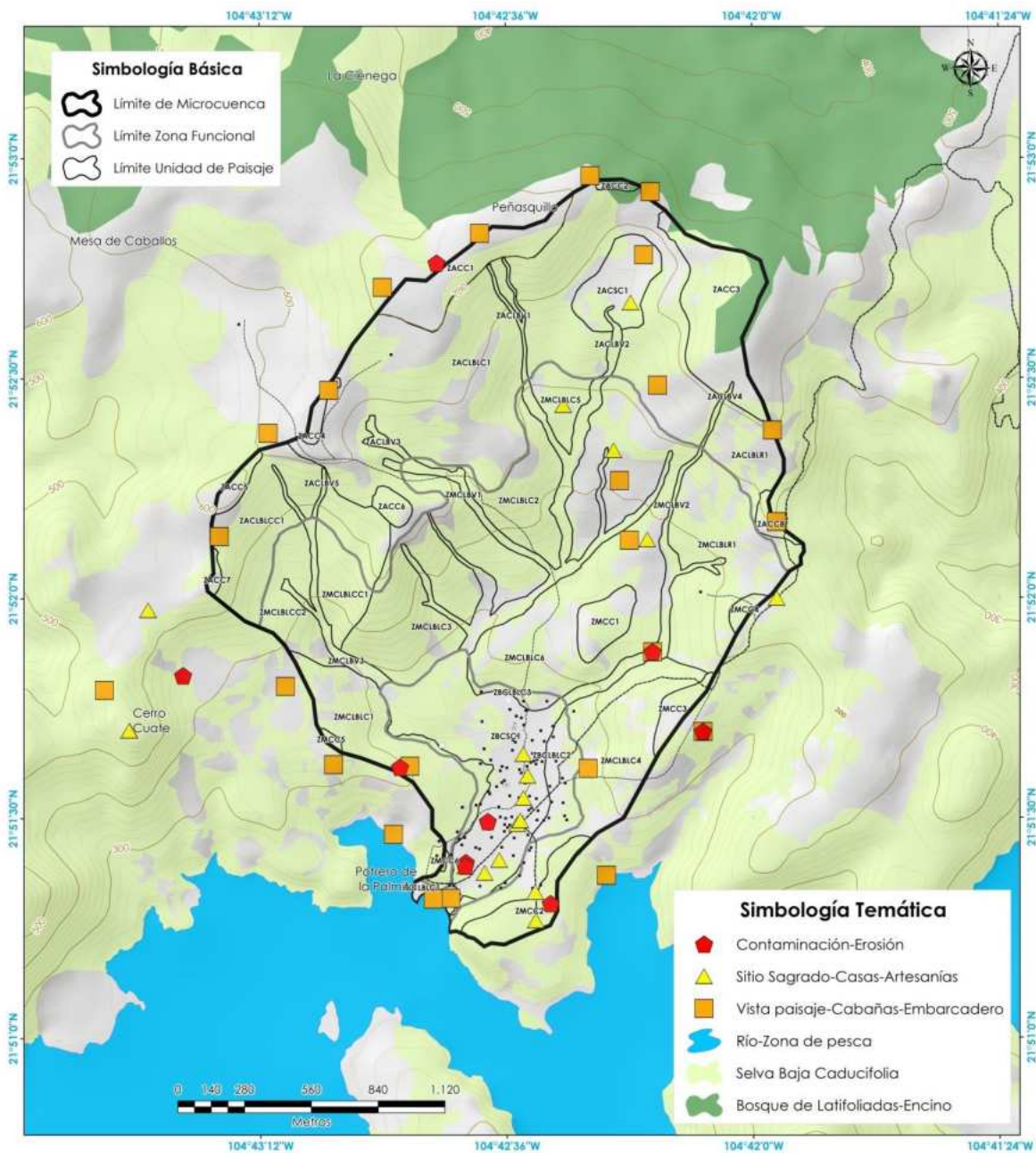


Figura 65. SIG participativo georreferenciado. Fuente: Elaboración con base en SIG participativo.

A partir del análisis de los resultados obtenidos en el trabajo de campo con el grupo focal y el taller y SIG participativos, se observó congruencia en la información proporcionada por la comunidad de forma oral, escrita y gráfica, lo cual lleva a confirmar su postura ante el estado de la microcuenca, así como las alternativas para su planificación y manejo.

Se concluye entonces con la detección de cinco diferentes potenciales dentro de la microcuenca las cuales se nombran de acuerdo a su grado de importancia:

- 1) Potencial natural: representado por el bosque de encino y la selva baja caducifolia, además de la fauna nativa como el venado, zorrillo, tigrillo, murciélagos y aves; el cual calificado como el de mayor importancia (1) para el grupo focal, proponiendo identificar sus características y opciones de uso para poder cuidarlo.
- 2) Potencial cultural-educativo: por su diversidad social lo cual es evidente al formar parte de un territorio huichol, que conserva sus tradiciones, sitios y líderes espirituales, calificado también como de mayor importancia (1), proponiendo aumentar las visitas guiadas y conformar nuevos recorridos.
- 3) Potencial paisajístico: debido a que muestra bellas vistas de sus diferentes unidades de paisaje, además de permitir identificar sus límites naturales fácilmente y de apreciar el territorio que la rodea; calificada con un valor de importancia 2, proponiendo para su aprovechamiento acondicionar miradores.
- 4) Potencial turístico: debido a la diversidad de sus recursos naturales, su belleza paisajística, su riqueza social y su cultura; calificada con importancia 2 y 3, proponiendo aumentar las visitas guiadas y los recorridos, así como, dar mantenimiento y promoción.
- 5) Potencial económico: ya que cuenta con suelos productivos donde desarrollan árboles frutales, y obtener materias primas para la elaboración de materiales de la construcción tradicionales, así como, la producción de animales y recursos pesqueros, calificándolas con importancia 2, 4 y 5, proponiendo para su aprovechamiento aumentar la explotación, conservar la imagen de la comunidad, plantar más árboles aprovechando sus frutos y aumentar la venta, costo y distribución de artesanías.

Asimismo, se detectaron seis problemáticas principales dentro de la microcuenca las cuales se nombrarán de acuerdo a su grado de importancia.

- 1) Falta de agua y pérdida de cultivos: generado por la falta de pequeños embalses o jagüeyes para la retención del agua que llueve y escurre dentro de la cuenca, lo cual genera depender solamente de la temporada de lluvias, de igual forma, se debe al desconocimiento de las variables climáticas y la aptitud de los suelos para el desarrollo de diferentes cultivos, provocando la aplicación de herbicidas y fertilizantes dañinos para la tierra, calificándolas con importancia 1 y 2, proponiendo para su corrección conocer la cantidad de agua que llega a la cuenca para poder aprovecharla y almacenarla, buscar otras alternativas de siembra y los lugares aptos para llevarla a cabo.
- 2) Erosión hídrica y remoción en masa: la primera es provocada a partir de dejar superficies sin cobertura vegetal en las cuales el efecto de la lluvia aumenta la cantidad de sedimentos y materiales transportados por escurrimientos, y la segunda es notable principalmente en la zona alta y media donde existen los escarpes de falla de los cuales se han desprendido grandes rocas, calificándola con importancia 2, proponiendo para su corrección proteger el suelo con vegetación y evitar construir cerca de los caídos de roca.
- 3) Degradación y contaminación: producto del cambio de uso de suelo provocado por el desmonte y quema para abrir terrenos de cultivo y zonas de pastoreo, caza furtiva, así como la disposición incorrecta y quema de los residuos sólidos generados en la comunidad y el uso inadecuado de herbicidas en los cultivos, calificándola como de importancia 1, 2 y 4, proponiendo para su corrección evitar la corta de árboles grandes, plantar más vegetación y hacer un vivero, quemar y almacenar la basura en un lugar adecuado y no usar herbicidas.
- 4) Migración y desempleo: causado por la falta de oportunidades laborales dentro de la microcuenca durante todo el año, por lo cual tienden a migrar fuera de la microcuenca, las personas en edad para laborar representadas por la población de jóvenes y adultos, clasificado con importancia 1 y 3, proponiendo para su

corrección aumentar las oportunidades de empleo dentro de la comunidad para no salir a buscarlo.

- 5) Pérdida de cultura e identidad comunitaria: derivado de la entrada de nuevas religiones que no permiten el desarrollo de un sincretismo entre la nueva religión y las tradiciones ancestrales, además del bajo interés de los jóvenes y niños de seguir conservando sus tradiciones, clasificándola con importancia 4, proponiendo para su corrección evitar perder las tradiciones y cultura, transmitiéndola a los niños y jóvenes.
- 6) Dotación de servicios: provocada por la falta de dotación de servicios a la comunidad y a los visitantes, derivado del bajo ingreso que se tiene para dar mantenimiento e invertir en infraestructura y equipamiento para mejorar los servicios de luz, agua y drenaje clasificándolos con importancia 3, 4 y 5, proponiendo para su corrección contar con el servicio de luz, reutilizar la infraestructura del drenaje, ya que no es funcional debido a la disponibilidad de agua en la comunidad.

Como aporte extra derivado de los talleres y recorridos en campo fue posible elaborar una línea del tiempo en el que se muestra la intervención de diversos actores dentro de la comunidad y la microcuenca (Figura 66). La cual, muestra que la comunidad Potrero de la Palmita ha recibido influencia de interventores externos desde mucho antes de fundarse, siendo el actor con mayor injerencia el gobierno federal, por medio de la Comisión Federal de Electricidad que desde 1954 formula el proyecto detonador de la dinámica actual en la microcuenca, que fue el proyecto de la Presa Aguamilpa, el cual inicia su construcción paulatina en 1985 viendo su conclusión para el año 1993, año en el cual la comunidad "Potrero de la Palmita" cumple 3 años de su fundación. A partir de ese momento y tratando de revertir los daños ocasionados por el aumento del nivel del río Santiago y río Huaynamota, el gobierno (federal, estatal y municipal), se convierte en el principal interventor llevando proyectos y programas productivos a la microcuenca que tuvieron la característica de no estar formulados tomando en cuenta las características ambientales, socioculturales y económicas de la comunidad, debido a ello la mayoría no tuvieron éxito y muy pocos se mantienen en la actualidad.



Figura 66. Intervención histórica en la microcuenca. Fuente: Elaboración con base en taller participativo.

A partir del año 1993 a la fecha, el papel de actor principal de intervención de la CFE se comparte con la Comisión Nacional de los Pueblos Indígenas organismo que hasta la fecha participa en la mayor parte de los proyectos que incluyen a la comunidad. Como actores secundarios se encuentran la SAGARPA con programas agrícolas y ganaderos, CONAFOR con programas de conservación y manejo de recursos, SEDESOL con programas para abasto alimenticio, la SEPEN con programas dirigidos a la educación de la comunidad, Secretaría de Turismo Estatal con programas turísticos y el Honorable Ayuntamiento del municipio del Nayar con programas dirigidos a la planeación; obteniendo mejores resultados para la comunidad de los proyectos impulsados por la CONAFOR y la Secretaría de Turismo Estatal.

Asimismo, como interventor de importancia desde la fundación de la comunidad se tiene a las instituciones académicas y educativas de nivel superior públicas y privadas, quienes en diferentes momentos y con variados enfoques han tomado como objeto de estudio el territorio al que pertenece la comunidad resaltando su labor en temáticas antropológicas, urbanísticas, turísticas y gastronómicas, aportando y compartiendo nuevos conocimientos sobre el territorio de análisis, entre ellas destaca la UNAM, UCOL, UAM, UAN y UVM.

Dentro de este rubro, representando al posgrado de la UAQ, se encuentra la intervención de la actual investigación, la cual lleva aproximadamente dos años, tratando de abordar el territorio en cuestión desde un enfoque integral y sistémico, aportando conocimiento sobre las condiciones de los subsistemas que conforman la microcuenca Potrero de la Palmita, para fortalecer las acciones futuras de manejo y gestión del territorio.

Finalmente, con base en los resultados obtenidas en el diagnóstico participativo, se concuerda con lo planteado por Pineda *et al.* (2005), López, Lozano y Sierra (2012), Flores, Díaz y Arana (2013), Gaspari (2013) y Díaz (2004), quienes resaltan los aportes de los procesos y mecanismos participativos incluyentes en el ordenamiento y manejo integral de cuencas hidrográficas, sin embargo, para el caso de la microcuenca fue necesario adaptar diversos métodos participativos como los talleres participativos, SIG participativo

y el trabajo con grupos focales, obteniendo resultados dirigidos a la solución de problemáticas y aprovechamiento del potencial del paisaje de la microcuenca, los cuales debieron plantearse con respecto a las características de la comunidad obteniendo resultados consensados y aplicables a mayor detalle que los obtenidos por los autores referidos.

4.6 Análisis Integral de resultados microcuenca Potrero de la Palmita

El análisis partió de integrar la información generada durante la investigación, para cada unidad de paisaje que constituye las zonas funcionales de la microcuenca (Anexos. Figura 71). Con base en ella, se concluye que, la zona alta está representada por unidades de paisaje caracterizadas principalmente por complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos, con pendientes clasificadas como medianamente a muy fuertemente inclinadas (5° - 30°), cuyo basamento rocoso está conformado por riolita, toba riolítica e ignimbrita, que al interactuar con el clima cálido subhúmedo (Aw_0), dan pie al desarrollo de suelos jóvenes como el leptosol y regosol, que a su vez mantienen coberturas de bosque de latifoliadas-encino, selva baja caducifolia, pastizales y reducidas superficies agrícolas.

Ocupa el segundo lugar con respecto a la cantidad de agua que recibe de la precipitación y se convierte en escurrimiento (39.64%), representa la zona con mejores condiciones ecosistémicas ya que el cambio de uso de suelo ha beneficiado a las coberturas naturales, sin embargo, es la zona con mayor problemática de erosión hídrica laminar actual, predominando en más del 90% de su superficie una tasa muy alta de pérdida del suelo que equivale a más de 200 toneladas por hectárea al año, según el método USLE, asimismo, representa la zona con mayor susceptibilidad ante peligros geológicos, ya que en más del 80% de su área se reportan valores altos de remoción en masa, con respecto a erosión valores medios en más del 50% y altos en más del 40%. A su vez, ocupa el segundo lugar con respecto a la susceptibilidad ante peligros hidrometeorológicos presentando en más del 95% de su superficie valores nulos y bajos de susceptibilidad ante inundaciones.

Ante la evaluación natural de aptitud representa la zona funcional con mayor potencial para el establecimiento de selva baja caducifolia, presentando en más del 95% de su cobertura valores altos, y para la conservación de suelos, recarga hídrica, protección y conservación de la biodiversidad predominan también los valores altos en 93% de su superficie. Respecto a la evaluación socioproductiva representa la zona con menor aptitud para el desarrollo de cualquier actividad, presentando valores altos en más del 65% y valores medios en más del 25% con respecto a la aptitud para el cultivo del nopal, en cuanto al desarrollo de agricultura de temporal presenta valores nulos en más del 50% y valores bajos en más del 30% de su superficie, de igual forma, para el desarrollo de ganadería extensiva reporta valores bajos en más del 85% de su superficie, al igual que para el desarrollo de actividades turísticas predominando los valores medios en más del 60% de su superficie, y finalmente, para el establecimiento de asentamientos humanos predominan los valores nulos en más del 60% y bajos en más del 24% de su superficie.

Respecto a la percepción de la comunidad, tiene en la mayor parte de su superficie potencial natural y paisajístico, debido a su riqueza florística, faunística y bellas vistas de su territorio; seguido del turístico y económico, derivado del posible aprovechamiento de las materias primas y paisaje para comercialización al visitante; y finalmente el cultural-educativo, ya que alberga sitios tradicionales para la etnia. De igual forma, se detectan problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, derivadas de la escasez de lluvia y falta de retención de la misma en cuerpos de agua, para su posterior disposición; de erosión y remoción en masa al observarse sitios de arrastre de materiales del suelo y caída de grandes rocas; así como de degradación y contaminación, generadas por la quema y desmonte para abrir zonas de cultivo y pastoreo, la disposición y quema inadecuada de residuos sólidos y la aplicación de herbicidas en las milpas.

La zona media está representada por unidades de paisaje caracterizadas por complejos cumbrales y complejos de laderas y barrancos, con pendientes clasificadas como muy ligeramente inclinados a muy fuertemente inclinadas (<3°->30°), cuyo basamento rocoso está conformado principalmente por toba riolítica e ignimbrita, que al interactuar con el clima cálido subhúmedo (Aw_0), dan pie al desarrollo de suelos como el

leptosol, regosol y feozem háplico, que sostienen coberturas de selva baja caducifolia, pastizales, zonas agrícolas y asentamientos humanos dispersos, donde se llevan a cabo prácticas culturales y económicas por la población.

Recibe la mayor cantidad de agua proveniente de la precipitación que se convierte en escurrimiento (49.94%), representa una zona donde coexiste la conservación y el aprovechamiento del ecosistema, predominando las coberturas naturales, sobre las antrópicas; ocupa la segunda posición en cuanto a problemática de pérdida de suelo reportando una tasa muy alta (>200 ton/ha/año), según el método USLE, la cual se presenta en más del 70% de su superficie, representa la zona con mayor susceptibilidad ante peligros geológicos, ya que en más de su 70% se reportan valores altos de remoción en masa, y valores medios en más del 45% y altos en más del 30% con respecto a erosión. En cuanto a la susceptibilidad ante peligros hidrometeorológicos es la zona menos susceptible ante inundaciones, presentando valores nulos y bajos en más del 98% de su superficie.

En la evaluación de aptitud ya sea natural o socioproductiva representa la segunda mejor aptitud, siendo así, los resultados de aptitud para el establecimiento forestal natural reportan más del 93% de cobertura de valores altos; comportamiento similar al de prestación de servicios ambientales predominando también los valores altos en 89% de su superficie. De igual forma, en la aptitud para el cultivo de nopal presentó valores altos en más del 72% de su superficie; en cuanto a la aptitud agrícola de temporal muestra valores bajos en más del 40% y nulos en más del 25%; para la aptitud ganadera extensiva reporta valores bajos en más del 70% de su superficie, al igual que para la aptitud turística predominando los valores medios en más del 55% y los valores altos en más del 25%, y finalmente, en la aptitud para el establecimiento de asentamientos humanos predominan los valores nulos en más del 50% y bajos en más del 30% de su superficie.

La comunidad percibe que la zona tiene potencial natural y paisajístico, debido a su biodiversidad y bellas vistas; seguido del turístico y económico, derivado del posible aprovechamiento de recurso de la selva y del paisaje para venta al turista; y finalmente el cultural-educativo, ya que alberga sitios de calidad cultural y artesanal importantes para la

comunidad. De igual forma, detecta problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, derivadas de la escasez superficies de almacenamiento superficial del agua de lluvia; degradación y contaminación, generadas por la quema y cambio de uso de suelo para establecer milpas, áreas de pastoreo y pequeñas viviendas, la incorrecta disposición de residuos sólidos y la aplicación de herbicidas en los cultivos; de erosión y remoción en masa al observarse sitios de lavado de materiales sobre todo a lo largo de los caminos y caída de rocas de diversas dimensiones; migración y desempleo evidente en las viviendas de la zona; pérdida de cultura e identidad, de los habitantes jóvenes de que habitan los hogares; y de dotación de servicios, a los habitantes y turistas.

La zona baja está representada por unidades de paisaje caracterizadas por complejos de laderas y barrancos y de superficies y cauces, con pendientes clasificadas como muy ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas ($<3^{\circ}$ - 30°), cuyo basamento rocoso está conformado por toba riolítica e ignimbrita, que al interactuar con el clima cálido subhúmedo (Aw_0), dan pie al desarrollo de suelos medianamente jóvenes como el regosol y suelos profundos y evolucionados como el feozem háplico, que sostienen coberturas de selva baja caducifolia, pastizales, zonas agrícolas y sobre todo asentamientos humanos que tienden a consolidarse, donde se han llevado a cabo las prácticas culturales y económicas de la comunidad (huichol) por casi 30 años.

Recibe la menor cantidad de agua proveniente de la precipitación que se convierte en escurrimiento (10.43%), sin embargo, llega a ella el escurrimiento acumulado de la zona alta y media recibiendo $657,583.08m^3$ de agua al año, generando un balance hídrico positivo (superávit); representa la zona con mayor modificación del ecosistema natural provocada por las actividades económicas de la población generando procesos degradativos y de fragmentación del hábitat nativo, por medio de la deforestación y conversión de actividades productivas primarias (agropecuarias) a terciarias (asentamientos humanos).

Es la zona con menor problemática de pérdida de suelo ya que no presenta valores muy altos, sin embargo, predomina en más del 55% de su superficie una tasa alta de pérdida del suelo, la cual va de 50 a 200 ton/ha/año, según el método USLE, así como, la

de menor susceptibilidad ante peligros geológicos, ya que en más del 70% se reportan valores bajos de remoción en masa; y de erosión valores bajos en más del 80% y medios en más del 18%. No obstante, es la zona de mayor susceptibilidad ante peligros hidrometeorológicos representados por las inundaciones, mostrando valores altos en más del 50% de su superficie.

Ante la evaluación natural de aptitud representa la zona funcional con menor potencial para el establecimiento de selva baja caducifolia, ya que presenta en más del 95% valores medios y altos en más del 35% de su superficie, para la conservación de suelos, recarga hídrica, protección y conservación de la biodiversidad predominan también los valores altos de aptitud en más del 45% y los valores bajos en más del 30% de su superficie.

Respecto a la evaluación socioproductiva representa la zona con mayor aptitud para el desarrollo de cualquier actividad de este tipo, presentando valores altos en más del 85% para el cultivo del nopal, en cuanto al desarrollo de agricultura de temporal (maíz) presenta valores medios en más del 45% y los valores altos en más del 20% de su superficie, de igual forma, para el pastoreo extensivo de vacas, borregos y cabras reporta valores altos en más del 37% y los valores bajos en más del 38% de su superficie, al igual que para el desarrollo de actividades eco y etno-turísticas predominando los valores altos en más del 93% de su superficie, y finalmente, para el establecimiento de asentamientos humanos predominan los valores altos en más del 49% y medios en más del 42% de su superficie.

Respecto a la percepción de la comunidad, tiene potencial natural y paisajístico, debido a sus vistas y paisaje natural; turístico y económico, derivado de la oferta de bienes y servicios, de hospedaje, alimentación y recreación para el visitante; y finalmente cultural-educativo, ya que alberga sitios de calidad cultural y artesanal donde el turista puede adquirir nuevos conocimientos sobre el paisaje y la comunidad. De igual forma, se detectan problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, derivadas de la escasez de agua de lluvia, que solo está disponible en temporada de lluvias y suele ser torrencial, presentando dificultades para su captación y almacenamiento, así como, saturación de los

cultivos; de degradación y contaminación, generadas por la quema de pastizales y basura, así como su disposición y almacenamiento aleatorio; de erosión y remoción en masa al observarse transporte del suelo en la temporada de lluvias, al igual que desprendimiento de rocas en los cauces de los ríos efímeros; migración y desempleo causado por falta de oportunidades laborales durante todo el año; pérdida de cultura e identidad, derivado de la labor de nuevas religiones como la cristiana y protestante, al igual que el bajo interés de la población joven de conservar sus tradiciones por efecto de la tecnología; y de dotación de servicios, provocada por la ineficiente prestación de servicios básicos a la comunidad y por lo tanto a los visitantes.

CAPÍTULO 5. PROPUESTAS

Optimización del uso del territorio en la microcuenca Potrero de la Palmita.

El siguiente capítulo da respuesta al cuarto objetivo específico de la investigación, partiendo del análisis integral llevado a cabo como cierre del capítulo 4, mostrando en primer lugar la base de datos que concentra la priorización de los resultados obtenidos por unidad de paisaje a lo largo de la investigación, las cuales fueron comparadas con los principales usos de suelo (principal, secundario y terciario), desarrollados en cada una de ellas, buscando definir su grado de compatibilidad.

Es así que, fue posible definir y mapear los posibles usos de suelo en cada unidad de paisaje buscando la optimización y buen funcionamiento de su estructura vertical y horizontal, lo cual representa un beneficio para las zonas funcionales que conforman.

Con base en ello, se plantearon y seleccionaron una serie de acciones específicas a llevar a cabo para el cumplimiento de la propuesta en cada una de las unidades, buscando aprovechar sus potenciales y problemáticas naturales y socio-productivas, detallando los beneficios y/o repercusiones que tendría su aplicación en la microcuenca.

Finalmente, se propuso una estrategia general de gestión y divulgación de los resultados de la investigación, con el objetivo de dar a conocer a la comunidad y el grupo focal las condiciones paisajísticas presentes en las zonas funcionales de la microcuenca, fomentando su seguimiento y evaluación.

5.1 Propuesta de optimización de uso del territorio

El análisis obtenido a partir de la priorización de los componentes de la estructura vertical y los resultados del diagnóstico integrado y participativo, contra los usos de suelo actuales primario, secundario y terciario, permitió obtener su compatibilidad y a la vez, proponer las mejores alternativas de uso de suelo, con el objetivo de aprovechar los potenciales naturales y socio-productivos, así como, disminuir las problemáticas ambientales y sociales presentes en las unidades de paisaje que conforman las zonas funcionales de la microcuenca (Figura 67-68).

Clave UP	Diagnóstico integrado													Diagnóstico participativo										Propuesta					
	Susceptibilidad						Aptitud							Potencial					Problemática					Uso de suelo actual			Compatibilidad	Usos propuestos	
	BH	CUS	EHLUSLE	RM	ERO	INU	FN	PSA	CN	AT	GE	T	EAH	N	CE	P	TU	E	APC	ER	DC	MD	CI	S	Principal	Secundario			Terciario
ZACC1	>	R	A	A	M	N	A	MA	M	N	MB	M	N	DO		DO				DO					SBC	BNLE	SBCP	A	CO-T, CO
ZACC2	<	R	MA	A	M	N	MA	MA	M	N	B	M	N	DO		DO									SBC	PI	SBCP	M	CO-T, CO
ZACC3	>	D	MA	A	A	N	A	A	A	N	B	B	N	DO		DO									PI	SBCP	SBC	B	CO-T, CO
ZACC4	<	R	A	M	M	N	A	M	A	N	B	B	MB	DO		DO	DO	DO							SBCP			A	CO-T
ZACC5	<	C	A	A	M	N	A	MA	M	N	B	M	N	DO		DO									SBCP	SBC		A	CO-T, CO
ZACC6	<	C	A	M	M	N	MA	MA	M	MB	B	M	N	DO		DO									SBC	SBCP		A	CO
ZACC7	<	R	MA	A	M	N	MA	MA	M	MB	B	M	MB	DO		DO									SBCP	SBC		A	CO
ZACC8	<	R	MA	A	A	N	MA	A	A	B	B	B	N												SBCP			A	CO
ZACLBC1	>	D	MA	A	M	N	MA	A	A	N	B	M	N	DO		DO	DO	DO	DO	DO	DO				SBC	PI	SBCP	M	CO-T, CO
ZACLBC1	>	C	MA	A	M	N	A	MA	A	N	B	M	N	DO		DO	DO	DO	DO	DO	DO				SBC	SBCP	A	M	CO-T, CO
ZACLR1	>	R	MA	MA	A	N	A	A	A	N	B	B	MB	DO		DO	DO	DO							SBCP	PI	SBC	M	CO-T, CO
ZACLBV1	<	R	MA	A	M	N	A	A	M	N	B	M	N	DO		DO									SBC			A	CO
ZACLBV2	<	D	MA	A	A	N	A	MA	B	N	A	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	PI	A	M	CO, AP
ZACLBV3	<	C	MA	A	M	N	A	MA	M	N	A	M	N	DO		DO									SBC	SBCP		A	CO
ZACLBV4	<	C	MA	A	M	N	A	A	M	N	B	M	N	DO		DO									SBC	PI		M	CO-T, CO
ZACLBV5	<	C	MA	A	M	N	A	A	B	N	B	M	N	DO		DO									SBC	SBCP		A	CO
ZACSC1	>	D	A	B	B	B	MA	A	MA	MA	A	M	A	DO	DO	DO	DO	DO							PI	SBC		A	AP-T, AP
ZMCC1	<	D	A	A	M	N	A	MA	A	N	B	M	N	DO		DO				DO					SBCP	PI	SBC	M	CO
ZMCC2	<	PAP	A	B	B	N	M	A	M	N	MB	A	MB	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	AH	SBCP	SBC	B	CO, AP, AP-T, AH-T
ZMCC3	<	R	A	M	M	N	MA	MA	A	B	B	B	MB					DO		DO					SBCP	A	PI	M	CO
ZMCC4	<	R	A	B	M	N	A	A	A	B	B	M	N	DO		DO									SBCP			A	CO
ZMCC5	<	R	A	B	M	N	A	MA	A	B	B	M	N												SBCP			A	CO
ZMCC6	<	R	MO	B	B	N	MA	MA	M	MB	B	A	N	DO		DO			DO		DO	DO	DO	DO	SBC	AH		M	CO, AH-T
ZMCLBC1	>	D	MA	A	M	N	MA	MA	A	M	B	M	M	DO		DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	SBCP	A	SBC	M	CO, A*, A*-T, AH-T, AP-T
ZMCLBC2	>	C	MA	MA	A	N	A	A	A	N	MB	M	N	DO		DO									SBC	SBCP		A	CO
ZMCLBC3	>	D	MA	MA	A	N	A	A	A	N	MB	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	A	SBCP	M	CO, A*
ZMCLBC4	>	D	MA	A	M	N	A	A	A	B	B	M	N	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	SBCP	AH	A	M	CO, CO-T, AP, A*, P, AH-T
ZMCLBC5	<	D	MA	A	M	N	MA	MA	M	N	B	M	MB	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO				SBC	A		M	CO, CO-T
ZMCLBC6	>	D	MA	A	M	N	MA	MA	A	M	B	M	MB	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	SBC	A	SBCP	M	AH-T, A*, A*-T, CO, CO-T, AP-T, P
ZMCLBC1	>	C	MA	A	M	N	A	MA	A	B	B	M	N	DO		DO									SBC			A	CO
ZMCLBC2	>	D	MA	A	M	N	A	MA	A	B	B	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	SBCP	A	M	CO
ZMCLBR1	>	R	MA	A	M	N	MA	A	A	MB	B	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	SBCP	A	M	CO, CO-T, A*-T, P
ZMCLBV1	>	D	MA	A	M	N	A	MA	M	N	A	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	A	SBCP	M	CO, CO-T, A*, P
ZMCLBV2	<	C	MA	A	B	N	A	MA	M	N	A	M	N	DO		DO	DO	DO	DO	DO	DO				SBC	SBCP	AT	M	CO, CO-T, A*, P-T
ZMCLBV3	<	D	MA	A	M	N	A	MA	B	N	A	M	N	DO		DO			DO		DO				SBC	SBCP	AT	M	CO, A*
ZBCLBC1	<	D	A	M	M	N	MA	MA	A	B	B	A	M	DO		DO	DO	DO	DO		DO	DO	DO	DO	AH	SBCP	SBC	B	CO-T, CO, AH-T, A*
ZBCLBC2	<	D	A	M	M	B	M	A	A	B	B	MA	M	DO		DO			DO		DO	DO	DO	DO	AH	SBCP	A	B	CO, AH-T, A*, A*-T
ZBCLBC3	<	D	A	M	B	N	MA	A	M	MB	B	A	MB	DO		DO					DO	DO	DO	DO	SBC	AH	A	M	CO, P, A*, AH-T
ZBCSC1	>	D	A	B	MB	MA	M	B	A	M	A	MA	A	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	AH	SBCP	SBC	M	CO, AH-T, A*, P, AP

BH: Balance hídrico, >: mayor a 10,000 m³/año, <: menor a 10,000 m³/año; CUS: cambio de uso de suelo, R: revegetada, D: deforestada, C: conservada, PAP: por actividad productiva; EHLUSLE: erosión hídrica laminar USLE, RM: remoción en masa, ERO: erosión, INU: inundaciones, FN: forestal natural, PSA: prestación de servicios ambientales, CN: cultivo de nopal, AT: agrícola de temporal, GE: ganadera extensiva, T: turística, EAH: establecimiento de asentamientos humanos; N: Natural, CE: Cultural-Educativo, P: Paisajístico, TU: turístico, E: Económico, APC: Falta de agua y pérdida de cultivos, ER: Erosión hídrica y remoción en masa, DC: Degradación y contaminación, MD: Migración y desempleo, CI: Pérdida de cultura e identidad comunitaria, S: Dotación de servicios; MA: muy alta, A: alta, MO: moderada, M: media, B: baja, MB: muy baja, N: nula; DO: detectado; BNLE: Bosque de latifoliadas-encino, SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal Inducido, A: Agricultura de temporal, AH: Asentamientos humanos; CO: conservación, CO-T: conservación-turístico, AP: agropecuario, AP-T: agropecuario-turístico, A*: agrícola, A*: agrícola-turístico, P: pecuario, P-T: pecuario-turístico, AH-T: asentamiento-turístico.

Figura 67. Priorización de resultados por unidad de paisaje (continuación). Fuente: Elaboración propia.

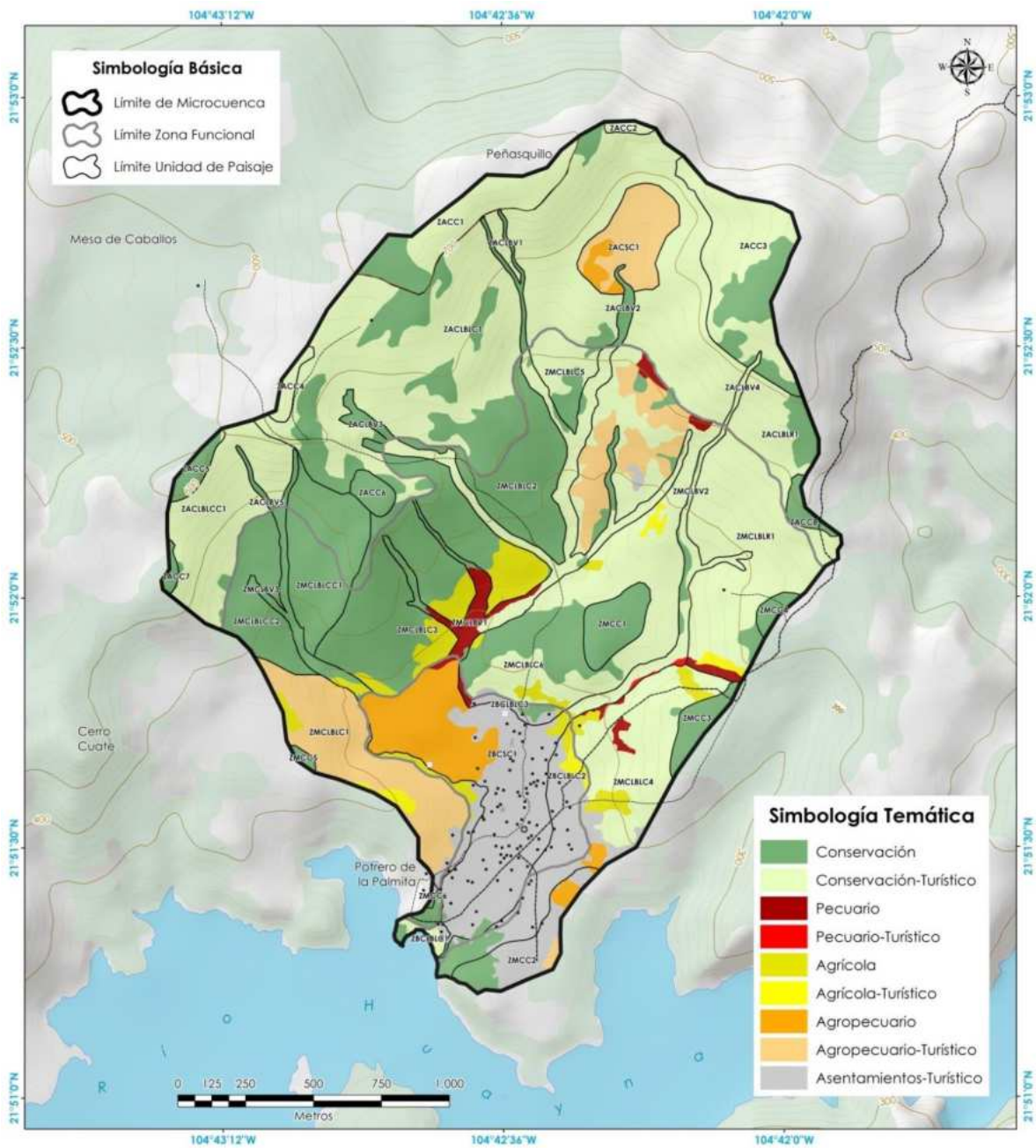


Figura 68. Propuesta de optimización de uso del suelo. Fuente: Elaboración propia.

5.2 Acciones específicas

Con base en los usos propuestos para cada unidad de paisaje, se definieron 29 acciones específicas para llevar a cabo buscando detonar sus potenciales y reducir las problemáticas, mejorando las condiciones de la zona funcional que constituyen, así como, de la microcuenca en general (Figura 69, Tabla 98).

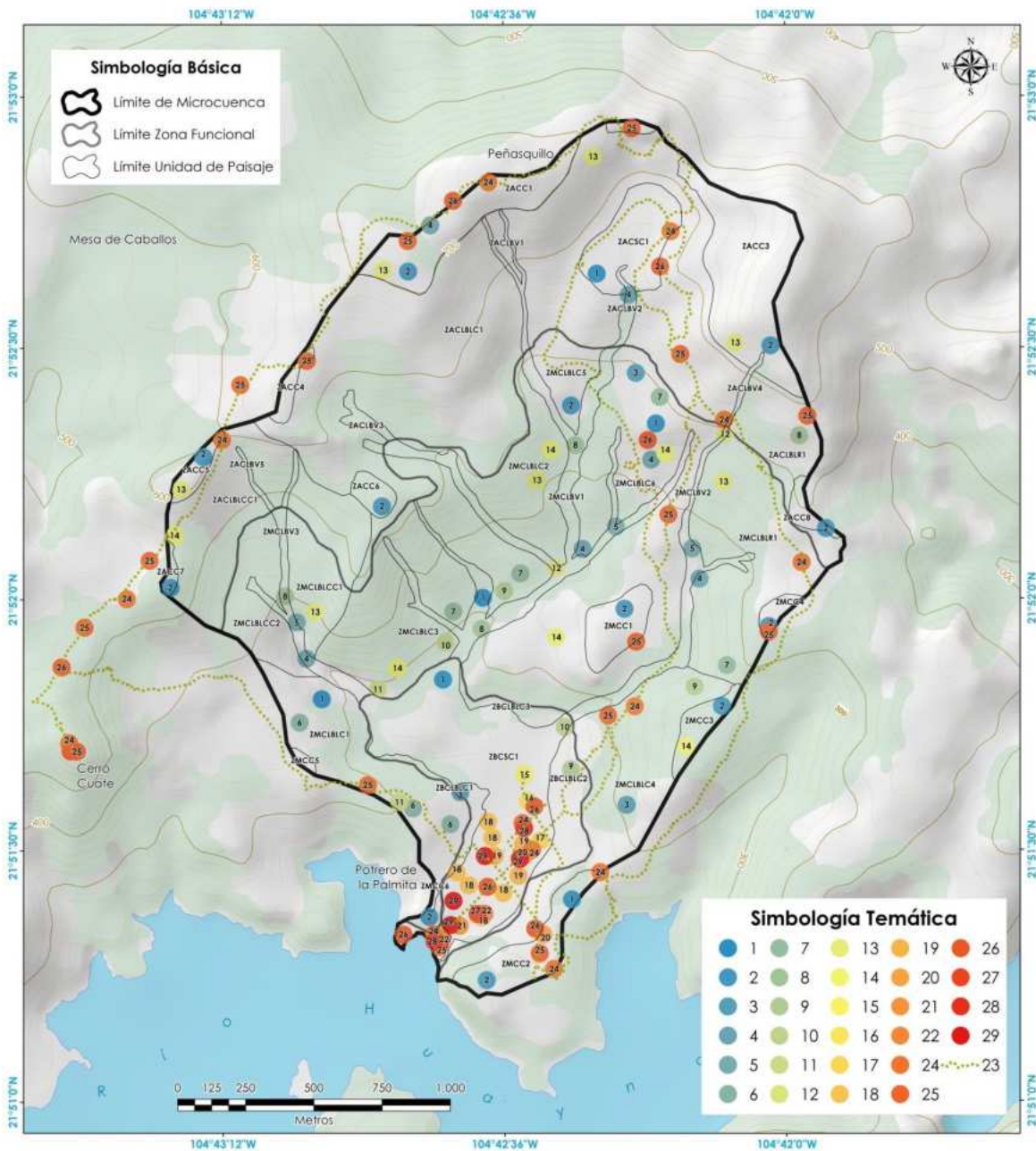


Figura 69. Acciones para la optimización de uso del suelo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio.

No.	Acciones	Beneficio/Efecto
1	Restringir y manejar el libre pastoreo del ganado	Permite la recuperación natural de los fragmentos degradados, el establecimiento de estratos vegetativos, la recuperación del suelo y disminuye la compactación del suelo.
2	Revegetar con especies nativas y permitir el crecimiento vegetal	Permite la recuperación de los estratos del ecosistema natural, mejora la intercepción, aumenta la evapotranspiración y el contenido de materia orgánica y nutrientes en el suelo, crea microclimas más frescos.
3	Sembrar barreras vivas	Aumenta la conservación del suelo, disminuye los escurrimientos, aumenta la captura de carbono, y la protección de la vegetación joven y/o cultivos durante su ciclo de vida.
4	Construir de pequeños jagüeyes	Ayuda a tener sitios donde captar agua y evitar su escurrimiento, permiten almacenar agua para el consumo del ganado, son de bajo costo, permiten aprovechar el agua de la lluvia, mejora las condiciones de su entorno generando microclimas, utiliza materiales de la zona, el agua puede usarse con diversos fines.
5	Construir canales de llamada	Dirige agua proveniente de escurrimiento superficial hacia los jagüeyes, mejora las condiciones de humedad del suelo.
6	Aplicar técnicas de surcado al contorno	Reduce la erosión, el transporte de sedimentos y contaminantes, la velocidad de escurrimiento superficial, promueve la infiltración y captación de agua, aumenta la humedad disponible en el suelo para crecimiento vegetal, reduce riesgos de formación de cárcavas y canalillos.
7	Aplicar técnicas de terraceo	Reduce la erosión del suelo, aumenta la infiltración y el agua disponible para los cultivos, disminuye el volumen de escurrimiento aguas abajo, reduce el contenido de sedimentos en el agua de escorrentía.
8	Construir presas filtrantes de costales o materiales de la región (rocas o ramas)	Estabiliza el cauce de las cárcavas, corrientes intermitentes y efímeras, disminuye la pérdida de sedimentos y nutrientes del suelo, genera nuevas zonas útiles para la agricultura, aumenta la retención de humedad, favorece la infiltración del agua.
9	Aplicar abonos orgánicos (compostas, abonos verdes y estiércoles)	Incrementan la actividad biológica del suelo, mejoran la estructura del suelo, aumentan la fertilidad, el contenido de MO y carbono orgánico del suelo, aumenta la capacidad de suelo de combatir patógenos, aumenta el contenido de nutrientes disponibles para los cultivos, disminuye la erosión, aumenta la agregación del suelo, estabiliza el pH, ayuda a controlar malezas, plagas y enfermedades.
10	Conservar el sistema milpa y sembrar policultivos	Mejora la fertilidad del suelo, mantiene el balance de nutrimentos disponibles para las plantas, reduce la erosión hídrica y eólica, mejora el contenido de MO del suelo, reduce la incidencia de maleza, insectos y enfermedades, aumenta la diversidad de los productos obtenidos al cultivar, mejora la economía familiar.

Fuente: Elaboración con base en Cardoza (2007), FAO (2000), Ríos y Quintana (2004), SAGARPA (2015a, 2015b), SECTUR (2004a, 2004b) y SEMARNAT (2013).

Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio (continuación).

No.	Acciones	Beneficio/Efecto
11	Aplicar técnicas de labranza tradicional y de conservación	Conserva la humedad y reduce la erosión del suelo, reduce costos de producción, incrementa la productividad del suelo, reduce la compactación, mejora la estructura, agregación, mejora la actividad biológica en el suelo, disminuye malezas, mejora el desarrollo de raíces de los cultivos, mejora el drenaje interno del suelo y reduce las deficiencias hídricas.
12	Llevar a cabo el manejo de escurrimientos	Permite aprovechar el agua para otros fines productivos durante los periodos de sequía, mejoran los rendimientos de los cultivos, mejoran la humedad en el suelo, generan fuentes alternativas de alimentación para las familias.
13	Construir tinas ciegas y media lunas	Controlan la erosión hídrica para evitar la pérdida del suelo, controla escurrimientos disminuyendo las avenidas, aumenta la recarga y el almacenamiento de agua, favorece la infiltración y agua disponible para animales y plantas, previene procesos de remoción en masa y el efecto de lluvias torrenciales, genera un ambiente propicio para reforestar y revegetar.
14	Aprovechar los productos forestales no maderables	Permite diversificar los alimentos y productos que puede aprovechar la comunidad, aumenta la regeneración ecosistémica, aumenta el monitoreo de las zonas forestales, aumenta la conservación de la flora y fauna.
15	Reactivar la UMA	Permite reintroducir especies nativas de la cuenca, mejorar la cantidad de fauna silvestre y la conservación de la flora y fauna, así como, una fuente de ingresos, productos y alimento para la comunidad.
16	Reactivar el invernadero y el huerto comunitario	Permite obtener mayores opciones alimenticias para la comunidad, mejora su calidad nutricional, mejora las relaciones culturales y asegura la producción de los cultivos.
17	Conservar la forma de construcción tradicional	Aumenta el potencial etnoturístico de la comunidad, conserva tradiciones del uso de los recursos, fortalece lazos de convivencia, conserva la imagen rural.
18	Implementar la granja ecológica integral y el huerto familiar	Permite obtener mayores opciones alimenticias para la comunidad, conserva los nutrientes del suelo, mejora las relaciones culturales, incrementa la calidad de los servicios al visitante.
19	Conservar la imagen rural de las construcciones	Mejora la identidad de la comunidad, aumenta el grado de satisfacción del visitante, resiste y se adapta mejor a las condiciones ambientales de la cuenca.
20	Implementar representaciones culturales en la comunidad	Aumenta la identidad cultural de los habitantes de la comunidad, conserva la cosmogonía, símbolos y significados de la cultura huichol, fomenta el cuestionamiento de los jóvenes y niños, aumenta la satisfacción del visitante.
21	Acondicionar la planta de drenaje como sitio de almacenamiento de agua pluvial	Aumenta la capacidad de almacenamiento de agua proveniente de escurrimientos superficiales, genera mayor capacidad de aprovechamiento del agua de lluvia, fomenta el implemento de nuevas actividades productivas.

Fuente: Elaboración con base en Cardoza (2007), FAO (2000), Ríos y Quintana (2004), SAGARPA (2015a, 2015b), SECTUR (2004a, 2004b) y SEMARNAT (2013).

Tabla 98. Listado general de acciones para la optimización del uso del territorio (continuación1).

No.	Acciones	Beneficio/Efecto
22	Construir una maqueta artesanal del territorio	Mejora la percepción paisajística, cultural y ambiental del territorio de la comunidad, ubica espacialmente las actividades de la población, permite planificar e identificar zonas, unidades y sitios de importancia para llevar a cabo acciones específicas, aumenta la identidad con el territorio.
23	Acondicionar los senderos interpretativos	Mejora la comprensión de la comunidad y de los visitantes sobre el paisaje natural y cultural que observa y recorre al visitar los senderos, aumenta el valor del territorio, aporta nuevos conocimientos y rescata las bases histórico- culturales de la comunidad, genera nuevos ingresos económicos y permanencia en la cuenca.
24	Instalar mamparas interpretativas conservado la lengua huichol	Aumenta la capacidad de la comunidad para conservar sus tradiciones y cultura, ofrece a los visitantes algo diferente y de gran valor cultural, mejora el conocimiento del lenguaje escrito y hablado por la comunidad, evitando su pérdida.
25	Acondicionar los miradores y sitios de avistamiento	Mejora la comprensión de la comunidad y de los visitantes sobre el paisaje natural y cultural que observa y recorre al visitar los miradores y sitios de avistamiento, aumenta el valor paisajístico del territorio, aporta nuevos conocimientos al visitante, genera sitios de descanso y disfrute para la comunidad y el turista, genera nuevos ingresos económicos y permanencia en la cuenca.
26	Instalar señalización de los sitios culturales y artesanales	Mejora la afluencia de los visitantes a los sitios de comercialización de los productos elaborados por la comunidad, permite reconocer los sitios de importancia para la cultura huichol, aporta información y educación a la comunidad y al visitante.
27	Elaborar el listado de servicios de la comunidad y valorarlos económicamente	Mejora la equidad en la venta de los productos y servicios de la comunidad, evita la disminución en las ganancias, los pagos injustos y la sobreexplotación de los trabajadores de la comunidad, mejorando así la economía familiar, generando nuevos empleos, y favoreciendo la permanencia de la población económicamente activa en la cuenca.
28	Difundir los servicios e importancia de la comunidad	Impulsa la llegada de nuevos visitantes a la comunidad, aumenta el tiempo de permanencia del turismo, mejora las ganancias y economía familiar.
29	Manejar los residuos sólidos	Genera un ingreso extra para la comunidad proveniente de la venta de los reciclables, mejora la calidad del paisaje, disminuye los focos de infección y mal olor, mejora la salud de los habitantes, disminuye el gasto en disposición final que debe pagar la población, mejora las condiciones ambientales y la imagen hacia el visitante.

Fuente: Elaboración con base en Cardoza (2007), FAO (2000), Ríos y Quintana (2004), SAGARPA (2015a, 2015b), SECTUR (2004a, 2004b) y SEMARNAT (2013).

Con respecto a la zona alta, la propuesta de uso coincide con su potencial natural, fomentando la conservación del ecosistema nativo de la microcuenca, ya que, en las unidades de paisaje predominan las propuestas de uso para conservación (CO) y conservación-turístico (CO-T), los cuales consideran acciones de restricción y manejo del pastoreo de ganado, la revegetación con especies nativas, el fomento al crecimiento vegetal, la siembra de barreras vivas, la construcción de jagüeyes, canales de llamada, tinajas ciegas, media lunas y presas filtrantes de costales con material de la región, la aplicación de técnicas de surcado al contorno y de terraceo, el manejo de escurrimientos, el aprovechamiento de productos forestales no maderables, el acondicionamiento de senderos y mamparas interpretativas, así como miradores y sitios de avistamiento (Tabla 99).

Tabla 99. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona alta.

Zona Funcional	Clave UP	Usos propuestos	Acciones
Alta	ZACC1	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC2	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC3	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC4	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
	ZACC5	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC6	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC7	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACC8	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACLBLC1	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACLBLC1	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACBLR1	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACLBV1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACLBV2	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AP	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13
	ZACLBV3	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZACLBV4	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
ZACLBV5	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14	
ZACSC1	AP-T	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13,24	
	AP	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13	

CO: conservación, CO-T: conservación-turístico, AP: agropecuario, AP-T: agropecuario-turístico

Fuente: Elaboración propia.

Para la zona media, al ser una zona con posibilidades de desarrollo de actividades de conservación del paisaje natural y el desarrollo de actividades socio-productivas, en las unidades de paisaje que la conforman predominan las propuestas de uso para conservación (CO), conservación-turístico (CO-T) y agropecuario (AP-T), los cuales consideran el desarrollo de acciones restrictivas y de manejo del pastoreo, la revegetación con especies nativas, el fomento al crecimiento vegetal, la siembra de barreras vivas, la construcción de jagüeyes, canales de llamada, tinas ciegas, media lunas y presas filtrantes de costales con material de la región, el manejo de escurrimientos, la aplicación de técnicas de surcado al contorno y de terraceo, el manejo de escurrimientos, el aprovechamiento de productos forestales no maderables, el acondicionamiento de senderos y mamparas interpretativos, así como miradores y sitios de avistamiento, el uso y manejo de abonos orgánicos como las compostas, abonos verdes y estiércoles, la conservación del sistema milpa y la siembra de policultivos adaptados a la microcuena retomando técnicas de labranza tradicional conservadas por la comunidad (Tabla 100).

Tabla 100. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona media.

Zona Funcional	Clave UP	Usos propuestos	Acciones
Media	ZMCC1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCC2	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AP	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13
		AP-T	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13,24
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
	ZMCC3	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCC4	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCC5	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCC6	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
	ZMCLBLC1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		A	1,6,7,9,10,11,12
		A-T	1,6,7,9,10,11,12,24
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
	ZMCLBLC2	AP-T	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13,24
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCLBLC3	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		A	1,6,7,9,10,11,12

CO: conservación, AP: agropecuario, AP-T: agropecuario-turístico, A: agrícola, A-T: agrícola-turístico, AH-T: asentamiento-turístico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona media (continuación).

Zona Funcional	Clave UP	Usos propuestos	Acciones
Media	ZMCLBLC4	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		AP	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13
		A	1,6,7,9,10,11,12
		P	1,4,5,13
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
	ZMCLBLC5	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
	ZMCLBLC6	AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
		A	1,6,7,9,10,11,12
		A-T	1,6,7,9,10,11,12,24
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		AP-T	1,4,5,6,7,9,10,11,12,13,24
		P	1,4,5,13
	ZMCLBLCC1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCLBLCC2	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
	ZMCLBLR1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		A-T	1,6,7,9,10,11,12,24
		P	1,4,5,13
	ZMCLBV1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25
		A	1,6,7,9,10,11,12
P		1,4,5,13	
ZMCLBV2	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14	
	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,23,24,25	
	A	1,6,7,9,10,11,12	
	P-T	1,4,5,13,24	
ZMCLBV3	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14	
	A	1,6,7,9,10,11,12	

CO: conservación, CO-T: conservación-turístico, AP: agropecuario, AP-T: agropecuario-turístico, A: agrícola, A-T: agrícola-turístico. P: pecuario, P-T: pecuario-turístico, AH-T: asentamiento-turístico.

Finalmente, los usos de suelos propuestos para la zona baja, coinciden con su potencial para el desarrollo de actividades socio-productivas, predominando las propuestas de uso para el establecimiento de asentamientos humanos-turístico (AH-T) y agropecuario (AP), considerando el desarrollo de actividades de manejo del pastoreo, la revegetación con especies nativas, la construcción de, tinas ciegas, media lunas, jagüeyes, la aplicación de abonos orgánicos como el estiércol, el aprovechamiento de productos forestales no maderables para la diversificación de alimentos y productos para la comunidad, la conservación de la forma de construcción de tradicional de viviendas, así

como su imagen rural, la implementación de granjas ecológicas y huertos familiares, el desarrollo de representaciones culturales en la comunidad, el acondicionamiento de mamparas, senderos y miradores interpretativos, la señalización adecuada de los sitios culturales y artesanales, la valoración económica y difusión de los servicios comunitarios y el manejo de residuos sólidos generados por los visitantes y habitantes de la microcuenca (Tabla 101).

Tabla 101. Propuestas y acciones de manejo por unidad de paisaje en la zona baja.

Zona Funcional	Clave UP	Usos propuestos	Acciones
Baja	ZBCLBLC1	CO-T	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,22,23,24,25
		CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
		A	1,6,7,9,10,11,12
	ZBCLBLC2	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
		A	1,6,7,9,10,11,12
		A-T	1,6,7,9,10,11,12,24
	ZBCLBLC3	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		P	1,4,5,13
		A	1,6,7,9,10,11,12
		AH-T	2,9,14,17,18,19,20,23,24,25,26,27,28,29
	ZBCSC1	CO	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14
		AH-T	2,9,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29
		A	1,6,7,9,10,11,12
P		1,4,5,13	
AP		1,4,5,6,7,9,10,11,12,13	

CO: conservación, CO-T: conservación-turístico, AP: agropecuario, A: agrícola, A-T: agrícola-turístico. P: pecuario, AH-T: asentamiento-turístico.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Estrategia de gestión y divulgación

Como parte importante de la investigación, la cual fue desarrollada en conjunto con la comunidad de la microcuenca, se pretenden divulgar los resultados de la misma, con el objetivo de que la comunidad, conozca las opciones para la optimización del paisaje en la microcuenca, lo cual posibilitaría la mejora de las condiciones ambientales, así como, el incremento de las opciones laborales y productivas para la comunidad, abonando al fortalecimiento de su cultura, economía, educación, alimentación y oferta de servicios turísticos al visitante. Los pasos consecutivos para llevarla a cabo, se muestran en la figura 70.

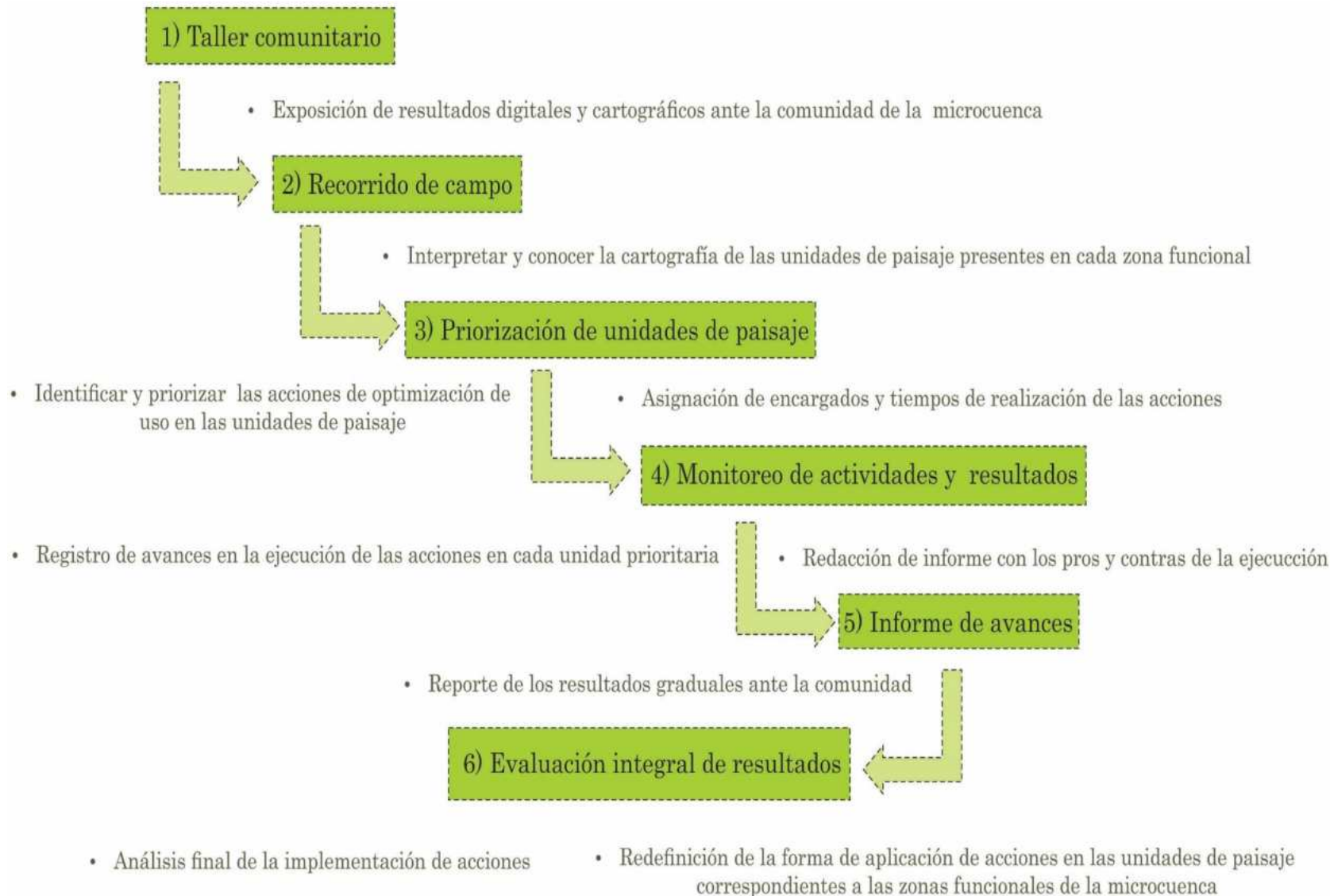


Figura 70. Propuesta de gestión y divulgación ante la comunidad. Fuente: Elaboración propia.

- 1) Taller comunitario: Tiene el objetivo de dar a conocer los resultados digitales y cartográficos de la investigación ante el grupo focal y posteriormente ante la comunidad de la microcuenca.
- 2) Recorrido de campo: Se lleva a cabo buscando interpretar y dar a conocer al grupo focal y a la comunidad los resultados de la investigación utilizando como herramienta la cartografía resultante del análisis realizado por unidad de paisaje en cada una de las zonas funcionales de la microcuenca.
- 3) Priorización de unidades de paisaje: Se realiza posterior al trabajo de campo, mediante una reunión con el grupo focal y los integrantes de la comunidad que participaron en las actividades anteriores, con el objetivo de identificar de forma concreta las unidades de paisaje prioritarias para implementar las acciones de optimización de uso, propuestas en la investigación, considerando los recursos necesarios, encargados y tiempos de realización.
- 4) Monitoreo de actividades y resultados: Durante el desarrollo e implementación de las acciones en cada unidad de paisaje identificada como prioritaria, debe llevarse a cabo, la revisión de los avances por el grupo focal o miembro de la comunidad encargado, considerando los tiempos previstos para su realización, obteniendo al final de su aplicación un informe de las mejoras y contratiempos detectados en la implementación de las acciones.
- 5) Informe de avances: Reporta los resultados graduales obtenidos durante la aplicación de las acciones propuestas para cada unidad de paisaje prioritaria, al grupo focal y comunidad de la microcuenca.
- 6) Evaluación integral de resultados: Consiste en analizar al final de la implementación de las acciones por el grupo focal y la comunidad, la eficacia de las mismas, permitiendo redefinir la forma de aplicar las acciones propuestas para la optimización del uso del territorio en la microcuenca.

Consideraciones finales

El resultado del análisis final de las unidades de paisaje que constituyen las zonas funcionales de la microcuenca, derivó en la propuesta de 9 usos de suelo diferentes considerando sus condiciones naturales, sociales y económicas, los cuales fueron dirigidos a la conservación, turismo, aprovechamiento agropecuario y al establecimiento de asentamientos humanos, aportando un total de 29 propuestas de las cuales se detalla el beneficio socio-ambiental de llevarlas a cabo. Para lo cual, es importante contar con una estrategia de gestión y divulgación ante la comunidad, permitiendo la evaluación de los resultados al término de cada periodo de aplicación de las propuestas.

Finalmente, para llevar a cabo cualquiera de las propuestas de optimización del uso del territorio expuestas anteriormente, es necesaria la organización y disposición de la comunidad de la microcuenca, así como, el apoyo de organismos gubernamentales del ámbito federal, estatal y municipal entre ellos la CDI, CONAFOR, SAGARPA, SEDESOL, CFE, SEPEN y Ayuntamiento Municipal e instituciones académicas y educativas representadas por las universidades públicas y privadas; cuyo trabajo en conjunto generaría resultados palpables en poco tiempo.

DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, se logró dar respuesta satisfactoria a las cuatro preguntas de investigación planteadas para el desarrollo de la misma, en primer lugar se delimitó satisfactoriamente la superficie correspondiente a las zonas funcionales de la microcuenca.

Lo cual, permitió concordar con la postura de García (2006) y Cotler *et al.* (2013), quienes señalan que la cuenca está representada por la heterogeneidad, complejidad, dinamismo y número de interrelaciones presentes en su territorio, el cual es delimitado por el parteaguas, pudiendo abordar su estudio a partir de la delimitación de sus zonas funcionales, lo cual lleva a realizar un análisis integral de su estructura y función.

De igual forma, se concuerda con los resultados obtenidos por Garrido *et al.* (2009) quienes realizan la delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México a escala 1:250,000, aportando la metodología y definición base necesarias para la delimitación de zonas funcionales, sin embargo, no fue posible concordar enteramente con su método, ya que fue planteado para una escala de análisis de menor detalle a la de la investigación, por lo cual se adaptó el método a escala local obteniendo resultados favorables para la zona de estudio.

Lo anterior, presentó la ventaja de obtener resultados que evitarán la generalización derivada del trabajo a escalas pequeñas (1:250,000) como lo realizado por los autores referidos, generando información cartográfica detallada a escala 1:10,000 o mayor, generada a partir de fuentes cartográficas disponibles, considerando además las características de forma, relieve y drenaje, así como la facilidad de llevar a cabo correcciones en campo debido al trabajo a nivel microcuenca.

En lo que respecta a la segunda pregunta que buscaba conocer la estructura vertical y horizontal del paisaje en las zonas funcionales de la microcuenca, se obtuvieron resultados favorables, concordando con lo expuesto por Cotler (2007), Enríquez *et al.* (2004) y Carbajal (2008) respecto a la importancia de la delimitación de unidades de paisaje dentro en las cuencas hidrográficas, con el objetivo de estudiar de forma detallada los componentes naturales que conforman su estructura, y que a su vez, se

interrelacionan describiendo su función dentro del sistema, con lo cual se contribuye a la correcta administración de los recursos naturales con que cuenta cada uno de ellos, permitiendo así una planificación más acertada de las actividades a desarrollar dentro de la cuenca.

De igual forma, se comparten los resultados obtenidos por Jaque (2010), García, Mendoza y Galicia (2005), Sánchez (2011) y García (2013) quienes trabajan con el enfoque paisajista en regiones de México y en otros países manejando escalas de análisis 1:50,000 y 1:25,000, comprobando la funcionalidad de la aplicación de la metodología en cuencas hidrográficas, sin embargo, no se concordó completamente con sus métodos, ya que, aunque trabajaron con escalas de análisis detalladas y utilizaron herramientas de SIG, al igual que en esta investigación, solo consideraron componentes paisajísticos físicos dejando de lado sus componentes socioeconómicos, considerados de importancia por el autor para el desarrollo de esta investigación.

Lo anterior, tuvo la ventaja de comprobar la calidad del trabajo con escalas cartográficas de detalle mayores a 1:50,000, ya que, permiten generar información detallada de las características de un territorio, de igual forma, resalta la importancia de considerar dentro del análisis paisajístico a sus componentes socioeconómicos, los cuales ofrecen un panorama más amplio de la dinámica actual que se desarrolla en las unidades de paisaje.

En cuanto a la tercera pregunta, que buscó conocer las condiciones físicas, sociales y económicas actuales que se desarrollan dentro de las unidades de paisaje que constituyeron las zonas funcionales de la microcuenca, se obtuvieron resultados satisfactorios, siendo necesario abordar cada una de las condiciones mediante diversas temáticas representando la etapa más extensa de la investigación, la cual se abordó por medio del diagnóstico integrado y participativo.

En ese sentido, se concuerda de manera general con el método de manejo y gestión de cuencas de Pineda *et al.* (2005) que propone las etapas a desarrollar en un estudio a nivel microcuenca, sin embargo, no se concuerda por completo con las variables de análisis, detectando ausencia de temáticas que el autor considera primordial para el

desarrollo de un trabajo dirigido a la planeación territorial de una microcuenca, incorporando los enfoques y temáticas a la investigación.

Como parte del diagnóstico integrado, se trabajó el balance hídrico calculado con respecto al método de CONAGUA para determinar la disponibilidad de agua superficial DOF (2015), el cual dio un balance anual positivo para la microcuenca, indicando superávit, aunque se concuerda con los resultados obtenidos, es importante considerar que para llevar a cabo mediciones más precisas, sería necesario incorporar al análisis, datos recabados de monitoreo en campo respectivos a cada variable de la ecuación como lo hacen Pineda *et al.* (2005) en algunos casos para microcuencas del estado de Querétaro, ya que para su cálculo se consideraron algunos datos de referencias bibliográficas, lo cual pudo modificar variables como la de usos del agua.

Lo anterior, tuvo la ventaja de aportar una primera aproximación del balance hídrico superficial para las unidades de paisaje y la microcuenca en general, permitiendo el uso de los datos para tomar decisiones futuras de planeación de sus actividades. Como desventaja se tuvo el sesgo ocasionado por el uso de datos referenciados en la misma metodología, lo cual genera que los resultados generados puedan no coincidir por completo con la dinámica real de la zona de estudio.

En cuanto al análisis de cambio de uso de suelo se concuerda con el método y las categorías propuestas por Palacio *et al.* (2004), y con los resultados de Cotler y Priego (2004), quienes diagnostican el cambio de uso de suelo en la cuenca del Lerma, trabajando a escala 1:250,000, no obstante, cabe mencionar que en la investigación no se llegó al cálculo de tasas de cambio debido a la diferencia de coberturas y usos de suelo en las dos fuentes cartográficas de referencia, por lo que se solo se clasificó la categoría de cambio de los usos de suelo presentes en las unidades de paisaje.

La ventaja que aportó el desarrollo de este método a la investigación fue el de trabajar a mayor detalle que los autores referidos la dinámica de uso de suelo ocurrida en más de cuarenta años en la microcuenca, generando datos a escala mayor a 1:10,000, detallados a nivel de unidad de paisaje, por otra, parte la desventaja fue el no poder

obtener las tasas de cambio de uso de suelo, lo cual pudo aportar un análisis más completo a este apartado.

Por otra parte, se concuerda con lo planteado por Pineda *et al.* (2000) y Pineda *et al.* (2005) sobre los aportes del análisis de erosión hídrica laminar por medio del método USLE, para la etapa de diagnóstico en el manejo integrado de cuencas, sin embargo, no se concuerda con los resultados obtenidos en la investigación, ya que al haber ponderado algunos factores con valores de referencia generales para el territorio nacional, se obtuvieron grandes tasas de pérdida de suelo anual, lo cual debido a las condiciones naturales que presenta la microcuenca, pueden ser cuestionables.

La ventaja de la aplicación de este método es que se obtuvieron datos específicos por unidad de paisaje, así como, un panorama general de las condiciones generales de la pérdida de suelo en la microcuenca aportando tasas de pérdida por hectárea al año; siendo la desventaja las cifras de pérdida de suelo actual y potencial derivado de trabajar con valores de referencia obtenidos de zonas diferentes a la de estudio.

Respecto, a la susceptibilidad ante peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos se concuerda con los resultados, planteamiento y aporte metodológico de Reyes y Campos (2014), Aguilar (2007) CENAPRED (2013), quienes resaltan la importancia del análisis del riesgo en el manejo integral de cuencas, específicamente se comparte con base en los resultados de la investigación, la funcionalidad del análisis de las amenazas, a partir de los componentes o variables de la naturaleza que los genera, aunado al conocimiento de campo que se tenga de la zona de estudio, así como, el uso de herramientas de SIG para la elaboración y análisis de la cartografía que represente las zonas susceptibles, sin embargo, no se concuerda por completo con las variables de análisis indicadas por los autores, derivado de las condiciones presentes en el paisaje de la microcuenca, por lo que, fue necesario considerar un mayor número de variables al análisis para determinar congruentemente los grados de susceptibilidad y obtener así mayor calidad cartográfica que la obtenida por los autores referidos.

La ventaja que representa el incluir el análisis de zonas susceptibles ante peligros naturales en la investigación, es el ubicar las unidades de paisaje propensas a ser afectadas por procesos naturales, permitiendo planificar acciones que reduzcan los efectos nocivos que puedan ocasionar a la población ahí establecida.

En cuanto al análisis de aptitud territorial se concuerda con lo planteado por Pineda *et al.* (2005), Valencia *et al.* (2012), Aguilar (2007), SEMARNAT (2010), López, Lozano y Sierra (2012), Carbajal (2008), Bocco *et al.* (2010), Sánchez (2011) y Hernández *et al.* (2012) quienes resaltan los aportes del análisis de aptitud territorial en el ordenamiento, manejo integral de cuencas hidrográficas y evaluación del paisaje, sin embargo, no se concuerda por completo con sus métodos, ya que por la escala que ellos trabajaron, así como la condiciones socioambientales específicas de la microcuenca, fue necesario considerar un mayor número de variables o componentes al análisis de aptitud y trabajar con una escala cartográfica mayor obteniendo resultados de mayor detalle a los obtenidos por los autores referidos en sus investigaciones quienes trabajaron a escalas menores a 1:50,000.

La ventaja de incorporar la temática de aptitud territorial a la investigación se centra en lograr identificar de forma detallada a partir de los componentes del paisaje, las zonas con mayor potencial para el desarrollo de actividades naturales y socio-productivas en la microcuenca, permitiendo cartografiar y planificar acciones aplicables por la comunidad para aprovechar los sitios con alto potencial.

Finalmente, los resultados obtenidos del diagnóstico participativo, concordaron con lo planteado y obtenido por Pineda *et al.* (2005), López, Lozano y Sierra (2012), Flores, Díaz y Arana (2013), Gaspari (2013) y Díaz (2004), quienes resaltan los aportes de los procesos y mecanismos participativos incluyentes en el ordenamiento y manejo integral de cuencas hidrográficas, y obtuvieron una participación activa y propositiva por parte de la comunidad de los territorios en los que desempeñaron sus investigaciones, sin embargo, no se concuerda con algunos métodos participativos llevados a cabo por los autores referidos, ya que de acuerdo a sus características no podrían aplicarse para el caso de la microcuenca, por lo que fue necesario adaptar diversos métodos participativos como

los talleres participativos, SIG participativo y el trabajo con grupos focales, los cuales aportaron resultados satisfactorios para el fin de la investigación.

La ventaja de llevar a cabo este tipo de diagnóstico, logrado a partir de la suma de resultados de la aplicación de diversos métodos participativos y el trabajo continuo con la población de la cuenca, permitió obtener resultados consensados dirigidos a la solución de problemáticas y al aprovechamiento del potencial del paisaje de la microcuenca, planteados con respecto a las características específicas de la comunidad, siendo factible su aplicación a mayor detalle que los obtenidos por los autores referidos.

CONCLUSIONES GENERALES

Con base en la investigación se observó que para llevar a cabo el estudio dentro de una microcuenca es pertinente partir de la delimitación de las zonas funcionales que la caracterizan, ya que mediante su correcta diferenciación mediante el uso de plataformas de SIG y trabajo de campo, es posible explicar y evaluar su dinámica, evolución y funcionalidad, permitiendo llevar a cabo, mediante un análisis integral la planificación de actividades de manejo con respecto a su situación actual, relacionando los procesos formadores y modeladores del relieve con los componentes hídricos y ecosistémicos que se llevan a cabo en la zona de estudio, siendo así, para el caso de la microcuenca la zona media representó el área con mayor superficie (235.98 has), donde predominan procesos de transporte, seguida de la zona alta (190.04 has), con dominio de procesos erosivos y finalmente la zona baja con la menor superficie (47.13 has), y mayor estabilidad, prevaleciendo en ella la deposición de materiales.

De igual forma, se puede considerar a las cuencas como unidades territoriales cuyo funcionamiento y estructura, es posible evaluar por medio de la delimitación de unidades espaciales de menor superficie o unidades de paisaje físico-geográfico, posibilitando trabajar a nivel de detalle las características socio-ambientales del territorio cuenca, y realizar un análisis puntual de las problemáticas y potenciales que presentan. Es así que, mediante el análisis cartográfico y en campo, se obtuvieron 39 unidades de paisaje, donde la zona media concentra el mayor número de ellas con una cantidad de 18, seguida de la zona alta con 17 y finalmente la baja con 4 unidades.

La descripción de sus componentes naturales las ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental dando pie a que su estructura vertical esté representada por complejos cumbrales, de laderas y barrancos, y de superficies y cauces, con diferentes rangos de pendiente, cuyo basamento litológico está representado por la riolita, toba riolítica e ignimbrita, que en acción con el clima cálido subhúmedo condicionan la presencia de suelos feozem, regosol y leptosol, los cuales actualmente son ocupados por diferentes coberturas naturales como el bosque natural de latifoliadas y la selva baja caducifolia, modificados para implementar usos pecuarios, agrícolas y asentamientos humanos.

Sus componentes sociales los caracterizan como comunidad huichol la cual empezó su desarrollo en la microcuenca a partir de 1990, conservando aún sus tradiciones y creencias ancestrales, las cuales combina con la religión católica, asimismo se ha conservado su lengua y aprendido otras como el español, predomina la presencia de mujeres en la población abonando a la alza del crecimiento poblacional en las últimas décadas lo cual ha aumentado la densidad poblacional, el grado promedio de escolaridad de la población es de quinto año de primaria, casi el total de la población cuenta con servicio médico, sus viviendas las elaboran principalmente de materiales de la región y están adaptadas al paisaje, la migración tiende a ser regional y por periodos cortos de tiempo por lo que los que salen regresan y caracterizando a la comunidad bajo un grado muy alto de marginación.

Por su parte, los componentes económicos indican que las actividades productivas de la comunidad están condicionadas a la tenencia de la tierra que los constituye como comunidad agraria, predominan las actividades primarias de pesca, agricultura y ganadería, resaltando actividades terciarias turísticas y artesanales, todas ellas conservando una amplia relación con sus tradiciones y cultura. Predomina la población económicamente activa sobre la no activa y prácticamente la población ocupada corresponde con la activa, siendo la población desocupada insignificante, finalmente se identifica problemas de accesibilidad por las pocas vías de acceso, repercutiendo en menores alternativas laborales afectando sus condiciones económicas locales.

El estado actual de las unidades de paisaje de la zona alta descrito a partir del diagnóstico integrado y participativo, indica que es la zona que recibe la segunda mayor cantidad de agua en la cuenca, abonada vía escurrimiento superficial hacia la zona media, predominan los procesos de cambio de uso de suelo clasificados como de revegetación y conservación, representan la zona con mayor tasa de pérdida de suelo anual, siendo muy altamente susceptibles a procesos de remoción en masa y erosión, y poco susceptibles ante inundaciones, presentan la mayor aptitud para el establecimiento de la selva baja caducifolia y prestación de servicios ambientales, así como, la más baja aptitud para implementar el cultivo del nopal, agricultura de temporal, pastoreo extensivo, actividades turísticas y el establecimiento de asentamientos humanos. De igual forma, la población las identifica con potencial natural-paisajístico, turístico-económico, y cultural-educativo; con problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, de erosión y remoción en masa, y de degradación y contaminación.

Por su parte, las unidades de paisaje de la zona media, representan las superficies que mayor volumen de agua reciben dentro de la cuenca, el cual es drenado hacia la zona baja, representan una zona que comparte su área con actividades de conservación y aprovechamiento antrópico, predominando las coberturas naturales sobre las antrópicas, presenta también un alta tasa de pérdida de suelo por hectárea, siendo la zona más susceptibles ante procesos de remoción en masa y erosión, y menos susceptible ante inundaciones, presentan mediana aptitud ante el desarrollo de actividades la prestación de servicios ambientales y el establecimiento de la selva baja caducifolia, así como para llevar a cabo el cultivo de nopal, la agricultura de temporal, pastoreo extensivo, establecimiento de actividades turísticas y asentamientos humanos. Son consideradas por la comunidad con potencial natural-paisajístico, turístico-económico y cultural-educativo, y con problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, degradación y contaminación, de erosión y remoción en masa, migración y desempleo, pérdida de cultura e identidad y de dotación de servicios.

En cuanto a las unidades de paisaje de la zona baja, son las que reciben el mayor volumen de agua superficial que de captarse podría cubrir las necesidades de

abastecimiento de la población e impulsar nuevas actividades productivas, presentan la mayor modificación del uso de suelo ocasionado por el avance de las antrópicas sobre las coberturas naturales, presentan la menor tasa de pérdida de suelo anual siendo la zona con menor susceptibilidad ante remoción en masa y erosión, aunque la de mayor susceptibilidad ante inundaciones; reportan la menor aptitud para el establecimiento de selva baja caducifolia y para prestación de servicios ambientales, y la mayor ante el cultivo de nopal, establecimiento de la agricultura, ganadería extensiva, actividades turísticas y asentamientos humanos. Aunado a ello, la comunidad la identifica con potencial natural-paisajístico, turístico-económico y cultural-educativo, y con problemáticas de falta de agua y pérdida de cultivos, degradación y contaminación, remoción en masas y erosión, migración y desempleo, pérdida de cultura e identidad y dotación de servicios.

Las propuestas de optimización del uso del territorio coincidieron con el potencial y las demandas para corregir o disminuir las problemáticas específicas de cada unidad de paisaje y zona funcional identificadas mediante el trabajo de campo, talleres y SIG participativos, prevaleciendo en la zona alta propuestas dirigidas a la conservación y turismo, en la zona media al desarrollo de actividades agropecuarias, de conservación y turismo, y para la zona baja propuestas para el desarrollo agropecuario, turístico y de asentamientos humanos, enunciando un total de 29 acciones de manejo y gestión elaboradas para llevar a cabo la optimización del uso del territorio en cada unidad de paisaje.

Finalmente, se propuso un esquema de gestión y divulgación con el fin de dar a conocer los resultados de la investigación a la comunidad, representando una herramienta para la mejor toma de decisión, sobre la planeación de su territorio llevada a cabo, considerando clave el monitoreo y la evaluación de logros; así como la intervención e impulso por parte de organismos gubernamentales del ámbito federal, estatal y municipal entre ellos la CDI, CONAFOR, SAGARPA, SEDESOL, CFE, SEPEN y Ayuntamiento municipal e instituciones académicas y educativas representadas por las universidades públicas y privadas con incidencia en la microcuenca.

LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES

La investigación representa un consistente aporte metodológico a investigaciones que consideren como estudio de caso a las cuencas hidrográficas estudiadas desde una perspectiva local y participativa en busca de la planeación de su territorio, por lo cual se recomienda seguir la metodología aquí expuesta para el desarrollo de nuevos estudios con similar enfoque, considerando las ventajas y desventajas identificadas en la discusión de resultados. De igual forma, al seguir la metodología planteada en la investigación, se recomienda, incorporar o reducir el número de variables e indicadores con la finalidad de obtener mejores resultados y análisis, dependiendo de las características del paisaje o de la cuenca en cuestión.

Ya que la investigación mostró la importancia y el mayor detalle que se obtiene al trabajar a escalas mayores a 1:10,000, se recomienda que las investigaciones futuras, consideren la generación de cartografía detallada y actualizada a escala local, con el objetivo de contar con fuentes cartográficas de calidad y evitar errores en el procesamiento de información; de no contar con los recursos y tiempo dentro de las investigaciones o trabajos, para ello, se recomienda y considera primordial realizar trabajo de campo que permita detallar, corregir y ponderar las variables cartográficas con las que se interpreta y analiza el paisaje o la cuenca. De igual forma, si se trabaja a escala local, se recomienda contar con datos aportados por el monitoreo en la zona de estudio, lo cual permitirá el desarrollo de métodos y la obtención de datos congruentes con la dinámica natural y social de la zona de estudio.

Finalmente, los resultados obtenidos representan el primer esfuerzo de planificar el territorio de la microcuenca Potrero de la Palmita, por medio de la caracterización y diagnóstico del paisaje físico-geográfico presente en sus zonas funcionales, obteniendo la descripción detallada de su dinámica, problemática y potencial ambiental y socio-productivo, por lo cual se recomienda que se considere como base para el desarrollo de estudios posteriores en la zona, y que la comunidad lo utilice como una herramienta de manejo de su territorio, así como de gestión interna y externa ante las autoridades gubernamentales y no gubernamentales que tienen injerencia en su territorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, U.I. (2007). Más vale prevenir que lamentar. Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala. FAO. Guatemala.
- Aguirre, N.M. (2012). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. Programa de Agua de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Oficina Regional para Sudamérica.
- Andrade, P.A. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Serie manuales de educación y capacitación ambiental. PNUMA. D.F. México.
- Arango, G.A.F. (2006). Caracterización Geológico-Ambiental de la Cuenca del Río Chichimequillas, Estado de Querétaro. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra. Centro de Geociencias. UNAM. Querétaro.
- Arnold, C.M. y Osorio, M. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Cinta de Moebio. Número 3. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. Santiago. Chile.
- Arnold, C.M. y Osorio, M. (2013). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. Santiago. Chile.
- Barbosa, B.E., De la Luz, D.A.R., Félix, C.L., González, E.L., Granados, M.L.E., Izquierdo, C.T., López, R.M.E., Miranda, J.J.L., Pérez, C.R., Pulgarín, R.A., Ravelo, G.A., Ríos, P.E., Rivas, C.N.M., Sánchez, A.J., Vázquez, S.L.F. y Zavala, H.J. (2009). Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca La Joya. Octava generación de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- Bertalanffy, L.V. (1968). Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo y aplicaciones. Fondo de Cultura Económica. D.F. México.
- Bertani, L.A. (2011). Evaluación geocológica de los paisajes del Departamento Minas (Provincia de Neuquén), para el estudio de la degradación de la tierra [en línea]. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. La Plata. Argentina.
- Bocco, G., Mendoza, M., Plascencia, H., Alcántara, P. y Rosete, F. (2010). Análisis de la Aptitud Territorial. Una perspectiva biofísica. SEMARNAT-INE. México. D.F.
- Bonilla, C. (2007). Gestión integrada de cuencas hidrográficas. Foro de los recursos hídricos. (Chimborazo). CODERECH. Riobamba. Ecuador.
- Brown, D. (2003). Impactos potenciales de la cuenca del río Lerma-lago Chapala-Río Santiago en la pesquería de la Presa de Aguamilpa. Informe provisional
- Cabeza, M.H. (2008). Territorio y Espacio Geográfico como Categorías de Análisis de una Valoración Geopolítica del Ambiente. Centro de Estudios Políticos y Sociales de América Latina. Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
- Carbajal, M.J.C. (2008). Circuito Turístico Chilpancingo-Azul: Evaluación de la Degradación del Paisaje. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. D.F. México.

- Carbajal, M.J.C., Hernández, S.J.R. y Bollo, M.M. (2009). Paisajes Físico Geográficos del Circuito Turístico Chilpancingo Azul, Estado de Guerrero, México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. D.F. México.
- Cardoza, V.R., Cuevas, F.L., García, C.J.S., Guerrero, H.J.A., González, O.J.C., Hernández, M.H., Lira, Q.M.L., Nieves, F.J.L. Tejeda, S.D. y Vázquez, M.C.M. (2007). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR-SEMARNAT. Jalisco. México.
- Caro, B.J.L. (2014). Ordenamiento Urbano y Territorial visto desde el manejo de cuencas a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Cuenca El Ahogado, Jalisco. Ciencia Ergo Sum. Vol. 21. Núm. 1. Marzo-Junio. pp. 55-65. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. México.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). (2014a). Conceptos Básicos sobre Peligros, Riesgos y su Representación Cartográfica. México. D.F.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). (2014b). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas nacional de riesgos de la república mexicana. SEGOB-CENAPRED. D.F. México.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). (2013). Guía de contenido mínimo para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Sistema nacional de protección civil. Coordinación general de protección civil. D.F. México.
- Chamochumbi, W. (2010). El ordenamiento territorial en la gestión de cuencas hidrográficas: criterios de base y nuevos elementos de discusión. Documento de trabajo. Instituto de salud y trabajo. Lima. Perú.
- Chávez, O.J. (2008). Tiempo y Espacio, Territorio y Memoria. (reflexiones desde la antropología). Revista Universidad de Sonora. Departamento de Sociología y Administración Pública.
- Colín, G.G., Ibáñez, C.L.A., Reyes, S.J. y Arteaga, R.R. (2013). Diagnóstico de la erosión hídrica de la cuenca del Río Pichucalco. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. Estado de México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle Santiago-San Blas (1803), Estado de Nayarit. Publicado en el DOF el 20 de Abril.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2015). Área de Protección de Recursos Naturales. Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043. SEMARNAT. Nayarit.
- COPLADENAY (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Nayarit). (2008). Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011. Tepic. Nayarit.
- Cortes, T.H., Figueroa, S.B., González, C.F. y Ventura, R.E. (1980). Mapa preliminar de la erosividad de lluvia en México. XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Comarca Lagunera, México.
- Cotler, H. (2010). Las Cuencas hidrográficas en México, Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT-INECC-Fundación Gonzalo Río Arronte I.AP. México. D.F.

- Cotler, H. (2007). El Manejo Integral de Cuencas en México. Estudios y Reflexiones para Orientar la Política Ambiental. Segunda Edición, SEMARNAT-INE. México. D.F.
- Cotler, H., y Caire, G. (2009). Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología-WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. México.
- Cotler, H. y Priego, A. (2004). El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. En: El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental (libro). SEMARNATI-INE. pp.63-74. D.F. México.
- Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R. y Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión, Cuaderno de divulgación ambiental. SEMARNAT. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. México. D.F.
- Díaz, G.A.O. (2004). Manejo de cuencas y gestión del riesgo a desastres naturales, en el área de la mancomunidad de los municipios del centro de Atlántida, Honduras. Tesis de Magister Scientiae. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicada el 27 de Marzo de 2015.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Publicada el 31 de diciembre de 2015.
- Enríquez, C., Priego, Á.G. y Morales, H. (2004). Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala. Gaceta Ecológica. Número 71. Marzo-junio. pp. 11-22. SEMARNAT. DF. México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907102>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelo para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. Roma. Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. No. 8. Roma. Italia.
- Faustino, M.J, Benegas, N.L., Gómez, M., Watler, R.W.J., Ney, R.J., Oduber, R.J., Sánchez, A. y Brenes, E. (2011). Plan de Manejo de la cuenca del Río Jesús María. Turrialba. Costa Rica.
- Faustino, J. y Jiménez, F. (2005). Guía para elaborar planes de cogestión de cuencas. Grupo Temático de Cuencas Hidrográficas. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Fernández, M. E., Ávila, A.P. y Taylor, H.L. (2009). SIG-P y experiencias de cartografía social en la ciudad de Bogotá (Colombia). Grupo SIG Participativo (SIGP). Universidad Nacional de Colombia.
- Ferrer, A.V. y Torrero, M.P. (2015). Manejo Integrado de Cuencas Hídricas: Cuenca del Río Gualjaina, Chubut, Argentina. Boletín Mexicano de Derecho Comparado. vol. XLVIII. núm. 143. pp. 615-643. UNAM. D.F. México.

- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido). (2016). Mapa de microcuencas de México. Información vectorial.
- Flores, M.Á., Díaz, E. y Arana, A. (2013). Comunicación y popularización del conocimiento en la gestión integral de cuencas. *Multiciencias*. vol.13. núm. 4. octubre-diciembre. pp. 430-439. Universidad de Zulia. Punto Fijo. Venezuela.
- Franch, P.I., Priego, S.A.G., Bollo, M.M., Cancer, P.L. y Bautista, Z.F. (2015). Aplicación de los paisajes fisicogeográficos en un sector de la cordillera ibérica: la cuenca del río Martín, Aragón, España. *Interciencia*. Vol.40. núm.6. pp. 381-389.
- Francke, C.S. (2002). La Situación del Manejo de Cuencas en Chile. Programa Nacional de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Corporación Nacional Forestal. Ministerio Agricultura. Santiago de Chile.
- García, C.W. (2006). El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad de Colombia. Medellín. Colombia.
- García, R.A. (2013). El paisaje: una herramienta en el estudio detallado del territorio. Kuxulkab'. *Revista de Divulgación*. Vol. VII. Núm. 14. Instituto de Geografía. UNAM.
- García, R.A., Mendoza, R.K.I. y Galicia, S.L. (2005). Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero. México (Parte A). *Investigaciones geográficas*. Abril. Número 056. pp. 77-100. UNAM. D.F. México.
- Garrido, A., Enríquez, C., Pérez, J. L., Luna, N., y Sánchez, O. (2009). Zonas Funcionales de las Cuencas Hidrográficas de México. Escala 1:250,000". D. R. INECC. México. D. F.
- Gaspari, F.J. (2013). El Manejo de Cuencas Hidrográficas como Unidad de Planificación en Argentina. *Ecología*. no.25. pp. 99-108. UNLP. Argentina.
- Gaspari, F.J., Rodríguez, V.A.M., Senisterra, G.E., Delgado, M.I. y Besteiro, S.I. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de la Plata. Argentina.
- Gaspari, F.J., Senisterra, G.E., Delgado, M.I., Rodríguez, V.A.M. y Besteiro, S.I. (2010). Manual de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Grupo de manejo de cuencas. Segunda edición. La Plata. Argentina.
- Geilfus, F. (2009). 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Octava reimpresión. San José. Costa Rica.
- González, P.J.I. (2008). El Manejo de cuencas en Cuba. D.F. México.
- Gutiérrez, M.C.A., Martínez, B.A., Gómez, V.A., De la Cruz, R.S., Hernández, A.T, Mendoza, L.M.J. y Domínguez, M.L. (2014). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos geológicos. Serie: atlas nacional de riesgos. SEGOB-CENAPRED. D.F. México.
- Hasdenteufel, P., Rodríguez, M.J.M., Baume, O. y Torres Gomez de Cadiz.R.J. (2008). La Geoecología como herramienta para la gestión ambiental-Estudio de caso de la cuenca hidrográfica superficial del río Quibú. Provincia Ciudad de la Habana. Cuba. *Revista Universitaria de Geografía*. Vol. 17. pp. 309-329.
- Henao, S. J. (2006). Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas, Universidad Santo Tomás. Bogotá. D.C.
- Hernández, S.J.R., Bollo, M.M., Méndez, L.A.P. y Figueroa, M.E.J.M. (2012). El Relieve, Los Paisajes Físicos-Geográficos y La Aptitud Natural de las Unidades de Gestión en el

- Ordenamiento Ecológico Territorial. Instituto de Geografía. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. UNAM. México.
- Hernández, T.H., Priego, S.A.G., López Portillo, J.A. y Isunza, V.E. (2006). Los paisajes físico-geográficos de los manglares de la laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Interciencia*, 31. Número 3. pp. 211-219. Asociación Interciencia. Caracas. Venezuela. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911410>
- Honorable Ayuntamiento del Nayar. (2014). Plan Municipal de Desarrollo del Nayar 2014-2017. Nayarit.
- Ibarra, S.L.S., Alvarado, C.S. y Viveros, I.L.S. (2014). La gastronomía como atractivo turístico en la Sierra del Nayar, México. Universidad Autónoma de Nayarit. Revista EDUCATECONCIENCIA. Volumen 4. No. 4. Julio-Diciembre. Tepic. Nayarit.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). (2003). Paisajes Hidrológicos y Balance Hídrico de la Cuenca Lerma Chapala Escala 1:250,000. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015a). Carta Topográfica F13D11 "El Venado". Escala 1:50,000. Archivos Vectoriales. Aguascalientes. Aguascalientes.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015b). Metodología de Indicadores de la Serie Histórica Censal. Metadatos sobre el cálculo de indicadores. Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2012). Índice de Marginación por localidad. CONABIO.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010a). Censo de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad. Estado de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010b) Censo de Población y Vivienda. Tabulados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes. Estado de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Unidades climáticas. Cobertura nacional. Escala 1:1'000,000. Datos vectoriales. Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). 2° Censo de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad. Estado de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2001). Provincias Fisiográficas. Cobertura nacional. Escala 1:1'000,000. Datos vectoriales. Serie I, Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2000). XII Censo General de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad. Estado de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (1995). Censo de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad. Estado de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (1974). Carta edafológica F13D11 "El Venado". Escala 1:50,000. Aguascalientes. Aguascalientes.
- Jaque, C.E. (2010). Diagnóstico de los paisajes mediterráneos costeros. Cuenca del Río Andalién, Chile. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía. Universidad de Concepción. Chile.

- Londoño, A.D.H. (2001). Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales-caracterización-planificación-administración. Facultad de Ingeniería Forestal. Departamento de Ingeniería. Universidad del Tolima. Ibagué. Colombia.
- López, L.L. y Ramírez, V.B. (2005). Pensar el Espacio: Región, Paisaje, Territorio y Lugar en las Ciencias Sociales. Publicado en el libro Explorando territorios: una visión desde las ciencias sociales. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. México. D.F.
- López, R.A., Lozano, R.P. y Sierra, C.P.C. (2012). Criterios de zonificación ambiental usando técnicas participativas y de información: estudio de caso zona costera del departamento del atlántico. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVERMAR. Punta de Betín. Santa Marta. Colombia.
- MA (Ministerio de Agricultura). (2007). Evaluación de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Mala. Estudio Hidrológico. Mala. Perú.
- Marcelo, A. y Osorio, F. (s/f). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas, Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Martínez, M.M. (2005). Estimación de la Erosión del Suelo. SAGARPA-COLPOS-INCA RURAL. México.
- Montañez, G.G. (2001). Espacio y Territorios. Razón, Pasión e Imaginarios. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría General. Red Espacio y Territorio. Bogotá. Colombia.
- Moreno, D.A., y Renner, I. (2007). Gestión integral de cuencas. La experiencia del Proyecto regional cuencas Andinas. Perú: CIP-CONDESANREDCAPA-MFCED-GTZ.
- Muñoz, M.D. y Azócar, G. (2014). Incorporación del paisaje en la gestión del territorio de la Patagonia Chilena. Urbano. Vol. 17. Núm. 30. pp. 34-59. Universidad del Bío Bío. Concepción. Chile.
- Nogué, J. y Sala, P. (2008). El paisaje en la ordenación del territorio. Los catálogos de paisaje de Cataluña. Cuadernos geográficos. Núm.43. pp.69-98. Universidad de Granada. Granada. España.
- Noriega, F.S. (2008). La Ordenación del Territorio. El Territorio como Concepto Operativo. España.
- OEA (Organización de Estados Americanos). (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington. D.C.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. Editorial CreateSpaceIndependent Publishing Platform (Amazon). España.
- Palacio, P.J.L., Sánchez, S.M.T., Casado, I.J.M., Propin, F.E., Delgado, C.J., Velázquez, M. A., Chias, B.L., Orti, Álvarez, M.I., González, S.J., Negrete, F. G., Gabriel, M. J., Márquez, H.R., Niedo, M.T., Jiménez, R.R., Muñoz, L.E., Ocaña, N.D., Juárez, A.E., Anzaldo, G.C., Hernández, E.J.C., Valderrama, C.K., Rodríguez, C.J., Campos, C. J.M., Vera, L.C.H., Camacho, R.C.G. (2004). Indicadores para la Caracterización y Ordenamiento del Territorio, UNAM, INE, CONANP, CONABIO, SEGOB, INEGI, SEDESOL, Primera Edición, México, D.F.

- Pineda, L.R., Hernández, G.J. y Tobar, D.R. (2015). Retos para la Conservación del Patrimonio Natural desde la Gestión Integrada de Cuencas. Digital Ciencia. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Pineda, R., Domínguez, M., Hernández, L. y Ventura, E. (2005). Microcuencas y Desarrollo Sustentable: Tres Casos en Querétaro. SEMARNAT-UAQ-MGIC. Querétaro. México.
- Pineda, L.R., Córdova, A.M., Pérez, M.R., Luna, S.H., García, R.O., Molina, I. y Díaz, P.A. (2015). Construyendo otra oportunidad para el Río Sabinal, Chiapas, mediante un plan de manejo estratégico de sus subcuenca. Dimensiones Sociales en el Manejo de Cuencas. UNAM-CIGA-Fundación Río Arronte. pp. 159-181. D.F. México.
- Pineda, L.R., Hernández, S.L., Maruri, A.B., Magallán, H.F, Ibarra, B.O., Urbán, L.R.G., Armenta, R.E., Gutierrez, A.A., Rivas, L.J.J. y Suzán, A.H. (2000). La Microcuenca Santa Catarina, Querétaro: Estudios para su conservación y manejo. UAQ-SEMARNAP.
- Popolizio, E. (2008). El Enfoque Sistémico en la Enseñanza de la Geografía. Boletín en GAEA. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.
- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M. y Garrido, A. (2010). Propuesta para la Generación Semiautomatizada de Unidades de Paisajes. Fundamentos y Métodos. SEMARNAT-INECC-CIGA. Serie Planeación Territorial. México.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2010). Reporte Técnico del Programa Ambiental del Caribe. Cargas contaminantes domésticas e industriales y el Aporte de las cuencas hidrográficas tributarias. Kingston. Jamaica.
- RAN (Registro Agrario Nacional). (2017). Sistema de información geoespacial. Núcleos agrarios. Nayarit. Consultado en: <https://sig.ran.gob.mx/map.phtml?resetsession=GEOEXT,groupsyconfig=default;intExt=18>
- Reyes, E.A. y Campos, V.M. (2014). Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo. SEDATU.
- Ríos, R.J., y Quintana, M.V. (2004). Manejo integral del cultivo del nopal. Manual del participante. Secretaría de la Reforma Agraria. Colegio de Postgraduados. México.
- Rivas, G. M. R. (2004). Determinación de la Tasa Efectiva de Aportación de Sedimentos en Cuencas Hidrográficas. Tesis de Maestría en Ciencias (Hidráulica). Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro. Querétaro.
- Rojas, N. (2011). Cuenca ríos península de Osa. Estudio de Cuencas Hidrográficas de Costa Rica. MINAET-IMN-PNUD. Costa Rica.
- Ruiz, J., Remond, N., Delgado, J., Navarro, E. y Cortes, R. (2010). Estudio Geoambiental de la Cuenca de Guanabo. Cuba. Aproximación a la Problemática del Agua. Baetica. Estudios del Arte, Geografía e Historia, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de la Habana-Universidad de Málaga. Cuba.
- Ruiz, Corral J. A.; Medina, García G.; Báez, Gonzales A.; Manríquez, Olmos J.; Astengo, Cázares H. y Uresti, Gil J. (2009). Evaluación de la vulnerabilidad y propuesta de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante

- escenarios de cambio climático. Informe final. SAGARPA-INE-SEMARNAT-INIFAP. 65 pp.
- Saborío, B.J. (2009). Metodología para la gestión de cuencas hidrográficas siguiendo el enfoque del riesgo integral. *Revista Geográfica de América Central*. vol.2. núm. 43. Enero-junio. pp.25-35. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015a). Fichas técnicas sobre actividades agrícolas, pecuarias y de traspatio. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/FichasTecnicasAgricolas.aspx>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015b). Fichas técnicas sobre actividades del componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA). Desarrollo rural. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/FichasCOUSSA.aspx>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2005). Guía Técnica para la Elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC). FIRCO.
- Salinas, E.M.E. (2008). El ordenamiento territorial: experiencias internacionales. SEMARNAT-INE-UDG. México.
- Sánchez, N.D.E.B. (2011). Potencial de los paisajes naturales para actividades de turismo de naturaleza en el sector de la costa michoacana Río Coalcomán-el Farito. Tesis de Maestría en Geografía. CIGA-UNAM. Michoacán. México.
- SECTUR (Secretaría de Turismo). (2004a). Turismo alternativo una nueva forma de hacer turismo. Fascículo 1. Serie turismo alternativo. D.F. México.
- SECTUR (Secretaría de Turismo). (2004b). Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. Fascículo 5. Serie turismo alternativo. D.F. México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). El huerto familiar biointensivo. Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo. Centro de educación y capacitación para el desarrollo sustentable. D.F. México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Términos de Referencia para la Formulación de los Programas de Ordenamiento Ecológico Local. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. D.F.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano). (2006). Carta geológico-minera. El Venado F13D11. Escala 1:50,000. Nayarit.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2017). Normales Climatológicas por Estación. Datos estación climatológica 18008 "Despeñadero". Periodo 1951-2010. Nayarit. CONAGUA.
- Sosa, V.M. (2012). ¿Cómo entender el territorio? Universidad Rafael Landívar. Colección Documentos para el debate y la formación. Gestión Pública y Desarrollo Territorial. Guatemala. Guatemala.
- Suarez, N. (2002). Informe Técnico CAI Espacio y Territorio. Universidad Nacional de Colombia. Artículo Central. Bitácora 6 Enero-Diciembre. pp 33-76.

- Umaña, G.E. (2002). Educación Ambiental con enfoque en manejo de cuencas y prevención de desastres. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Departamento de Manejo, Cuencas y Gestión Ambiental. San Nicolás. Estelí. Nicaragua.
- Valencia, A., Muñoz, I., Robayo, J. y Flórez, C. (2012). Análisis e Interpretación del estudio semidetallado de suelos de la Cuenca Río Jamundí. Revista Digital para estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales GeoGraphos. Universidad del Valle. Santiago de Cali. Colombia.
- Vargas, U.G. (2012). Espacio y Territorio en el Análisis Geográfico. *Reflexiones*, 91. Pp. 313-326. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72923937025>.
- Zepeda, L. R. (2012). Impacto de las Grandes Presas en el Estado de Nayarit: Aguamilpa y las Comunidades del Potrero de la Palmita, Ahuapán y Naranjito de Copal. Tesis de Doctorado. Doctorado en Urbanismo. UNAM. México.



ANEXOS

Objetivo: Obtener información con respecto a las potencialidades y problemáticas ambientales y sociales dentro del territorio de la microcuenca Potrero de la Palmita, al igual que sus posibles soluciones y priorización.

1) Identificación de potencialidades socioambientales

Potencialidades	Importancia	Acciones para aprovecharlas

*IMPORTANCIA: numero del 1 al 5 siendo el 5 el más importante y el 1 el menos importante.

2) Identificación de problemáticas socioambientales

Problemáticas	Importancia	Acciones para corregirlas

*IMPORTANCIA: numero del 1 al 5 siendo el 5 el más importante y el 1 el menos importante.

Nombre del encuestado(a):

Fecha:

Figura 71. Cuestionario taller participativo. Fuente: Elaboración propia.

Zona Funcional	Clave UP	Nombre	Estructura vertical									
			Geoforma o Unidad inferior del relieve					Pendiente (%)				
			CC	CCLBLC	CLBLCC	CLBLR	CLBLV	CSC	<3	3-5	5-10	10-30
Alta	ZACC1	Zona Alta-Complejos Cumbrales 1	100					6.19	6.67	22.13	60.18	4.83
	ZACC2	Zona Alta-Complejos Cumbrales 2	100					10.32	7.83	18.72	63.13	0
	ZACC3	Zona Alta-Complejos Cumbrales 3	100					0.92	2.04	13.44	83.60	0
	ZACC4	Zona Alta-Complejos Cumbrales 4	100					18.69	16.76	44.69	19.86	0
	ZACC5	Zona Alta-Complejos Cumbrales 5	100					8.56	23.03	30.72	37.68	0
	ZACC6	Zona Alta-Complejos Cumbrales 6	100					12.88	19.62	36.84	30.66	0
	ZACC7	Zona Alta-Complejos Cumbrales 7	100					2.26	6.04	21.18	70.53	0
	ZACC8	Zona Alta-Complejos Cumbrales 8	100					6.73	7.91	23.10	62.26	0
	ZACLBLC1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1	100					0.07	0.30	4.97	87.09	7.57
	ZACLBLCC1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1		100				0	0.22	1.29	81.92	16.57
	ZACLBLR1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta 1			100			0	0.02	3.40	96.49	0.09
	ZACLBV1	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 1				100		0	0	0	96.81	3.19
	ZACLBV2	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 2				100		0.06	10.21	9.00	80.73	0
	ZACLBV3	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 3				100		0.26	9.23	19.20	69.85	1.47
	ZACLBV4	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 4				100		0	0	0	100	0
	ZACLBV5	Zona Alta-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 5				100		0	0	0	84.33	15.67
ZACSC1	Zona Alta-Complejos de Superficies y Cauces 1					100	25.16	22.84	48.22	3.78	0	
Media	ZMCC1	Zona Media-Complejos Cumbrales 1	100					8.12	13.28	32.47	46.13	0
	ZMCC2	Zona Media-Complejos Cumbrales 2	100					33.64	21.91	24.24	20.21	0
	ZMCC3	Zona Media-Complejos Cumbrales 3	100					5.39	10.93	56.13	27.54	0
	ZMCC4	Zona Media-Complejos Cumbrales 4	100					21.11	39.37	39.16	0.36	0
	ZMCC5	Zona Media-Complejos Cumbrales 5	100					35.21	46.26	18.52	0	0
	ZMCC6	Zona Media-Complejos Cumbrales 6	100					16.44	45.60	37.96	0	0
	ZMCLBLC1	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1		100				0.31	2.13	24.19	72.93	0.43
	ZMCLBLC2	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 2		100				0	0.25	4.70	75.71	19.33
	ZMCLBLC3	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 3		100				0.01	0.77	5.36	58.81	35.04
	ZMCLBLC4	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 4		100				0.72	1.35	11.76	85.16	1.02
	ZMCLBLC5	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 5		100				0	0	20.12	79.88	0
	ZMCLBLC6	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 6		100				1.35	6.19	21.73	69.98	0.75
	ZMCLBLCC1	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1			100			0	0	0	73.47	26.53
	ZMCLBLR1	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Recta 1				100		0	0	0	7.60	86.76
	ZMCLBV1	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 1					100	0	0.19	5.77	94.04	0
	Baja	ZMCLBV2	Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 2				100	5.35	8.57	19.59	62.75	3.73
ZMCLBV3		Zona Media-Complejos de Laderas y Barrancos-Valles 3				100	11.56	10.28	25.51	52.65	0	
ZBCLBLC1		Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 1		100			0.30	3.59	26.75	68.20	1.16	
ZBCLBLC2		Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 2		100			5.08	15.79	61.85	17.29	0	
ZBCLBLC3		Zona Baja-Complejos de Laderas y Barrancos-Ladera Cóncava 3		100			0.44	15.66	75.52	8.39	0	
ZBSCS1		Zona Baja-Complejos de Superficies y Cauces 1					100	0.10	8.91	50.08	40.91	0
Complejos Cumbrales, CLBLC: Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava, CLBLCC: Complejos de laderas y barrancos-ladera recta, CLBLR: Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava, CLBLR: Complejos de laderas y barrancos-ladera recta, CLBV: Complejos de laderas y barrancos-valles, CSC: Complejos de superficies y cauces						100	45.80	31.42	16.80	5.99	0	

Figura 72. Atributos unidades de paisaje. Fuente: Elaboración propia.

Zona Funcional	Clave UP	Estructura vertical										Uso de suelo y vegetación					Diagnóstico Integrado BH m ³ /año
		Roca			Clima			Suelo				FH					
		R	RTR	TRI	Aw ₀	Aw ₆₀	Aw ₁₀₀	L	RE	FH	BNLE	SBC	SBCP	PI	AT	AH	
Alta	ZACC1	0	100	0	Aw ₀	0	53.31	46.69	0	27.48	62.90	9.62	0	0	0	12478.35	
	ZACC2	0	58.10	41.90	Aw ₀	63.56	36.44	0	0	73.22	0.04	26.74	0	0	0	984.50	
	ZACC3	0	76.24	23.76	Aw ₀	63.57	36.43	0	0	9.40	25.26	65.34	0	0	0	26172.85	
	ZACC4	0	100	0	Aw ₀	78.31	21.69	0	0	0	100	0	0	0	0	1998.96	
	ZACC5	25.07	0	74.93	Aw ₀	75.14	24.86	0	0	36.47	63.53	0	0	0	0	2546.47	
	ZACC6	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	0	70.05	29.95	0	0	0	2571.48	
	ZACC7	100	0	0	Aw ₀	0	100	0	0	0	32.90	67.10	0	0	0	891.41	
	ZACC8	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	2100.44	
	ZACLBLC1	0	59.71	40.29	Aw ₀	30.47	69.53	0	0.59	55.35	18.00	25.38	0.68	0	0	140380.34	
	ZACLBLC2	43.36	18.17	38.47	Aw ₀	43.31	56.69	0	0	85.99	13.64	0	0.37	0	0	33880.46	
	ZACLBLC3	0	45.52	54.48	Aw ₀	66.07	33.93	0	0	19.17	59.65	21.18	0	0	0	13310.11	
	ZACLBLC4	0	73.52	26.48	Aw ₀	37.48	62.52	0	0	100	0	0	0	0	0	1806.87	
	ZACLBLC5	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	99.40	0	0.50	0.10	0	0	1331.74	
	ZACLBLC6	0	9.70	90.30	Aw ₀	0	100	0	0	84.28	15.72	0	0	0	0	1838.15	
ZACLBLC7	0	77.16	22.84	Aw ₀	87.92	12.08	0	0	96.77	0	3.23	0	0	0	657.36		
ZACLBLC8	0.19	58.08	41.72	Aw ₀	25.61	74.39	0	0	98.64	1.36	0	0	0	0	1187.37		
ZACSBLC1	0	34.06	65.94	Aw ₀	0	100	0	0	16.47	0	83.53	0	0	0	13499.26		
ZMCC1	0	0	100	Aw ₀	74.78	24.47	0.75	0	30.56	36.83	32.60	0	0	0	6340.85		
ZMCC2	0	0	100	Aw ₀	0	19.97	80.03	0	11.96	27.93	0	0	0	60.12	9612.11		
ZMCC3	92.71	0	7.29	Aw ₀	0	100	0	0	0	75.35	8.66	15.99	0	0	3999.56		
ZMCC4	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	1708.45		
ZMCC5	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	561.11		
ZMCC6	0	0	100	Aw ₀	0	35.16	64.84	0	60.99	0	0	0	0	39.01	230.91		
ZMCLBLC1	0	0	100	Aw ₀	0	67.89	32.11	0	3.68	84.64	0	8.07	3.61	0	27875.93		
ZMCLBLC2	0	0	100	Aw ₀	64.29	30.90	4.81	0	87.45	12.55	0	0	0	0	18588.50		
ZMCLBLC3	0	0	100	Aw ₀	61.18	26.64	12.18	0	70.46	7.95	0	21.59	0	0	44720.52		
ZMCLBLC4	16.42	0	83.58	Aw ₀	0	69.67	30.33	0	7.04	61.64	0.43	10.75	20.13	0	36377.87		
ZMCLBLC5	0	0	100	Aw ₀	0	100	0	0	62.10	0	0	37.90	0	0	7704.76		
ZMCLBLC6	0	0	100	Aw ₀	1.13	69.10	29.77	0	41.79	19.90	15.97	21.26	1.09	0	68650.48		
ZMCLBLC7	0	0	100	Aw ₀	44.41	55.59	0	0	100	0	0	0	0	0	10024.49		
ZMCLBLC8	4.39	0	95.61	Aw ₀	0	99.22	0.78	0	71.03	14.62	0	14.35	0	0	13104.26		
ZMCLBLC9	7.79	0	92.21	Aw ₀	0	94.47	5.53	0	60.77	36.91	0	2.32	0	0	37901.42		
ZMCLBLC10	0	0	100	Aw ₀	13.40	56.85	29.74	0	77.03	0.45	0.02	22.50	0	0	24369.62		
ZMCLBLC11	0	0	100	Aw ₀	0	49.23	50.77	0	79.65	19.24	0	1.11	0	0	7763.10		
ZMCLBLC12	0	0	100	Aw ₀	10.58	58.85	30.57	0	70.84	16.37	0	12.79	0	0	5056.43		
ZBCLBLC1	0	0	100	Aw ₀	0	31.17	68.83	0	20.50	33.57	7.32	0	0	0	5141.60		
ZBCLBLC2	0	0	100	Aw ₀	0	1.01	98.99	0	3.07	11.23	0	4.36	81.34	0	9069.15		
ZBCLBLC3	0	0	100	Aw ₀	0	1.96	98.04	0	48.53	0	0.08	3.44	47.95	0	2405.29		
ZBSCS1	0	0	100	Aw ₀	0	0.73	99.27	0	3.78	33.02	0	1.97	61.23	0	51178.46		

R: Riollita, RTR: Toba riollítica, TRI: Toba riollítica-ignimbrita; Aw₀: Cálculo subhúmedo; L: Leptosol, RE: Regosol eútrico, FH: Feozem háptico; BNLE: Bosque de latifoliadas-encino, SBC: Selva baja caducifolia, SBCP: Selva baja caducifolia perturbada, PI: Pastizal Inducido, AT: Agricultura de temporal, AH: Asentamientos humanos; BH: Balance hídrico.

Figura 72. Atributos unidades de paisaje (continuación). Fuente: Elaboración propia.

Zona Funcional	Clave UP	Diagnóstico Integrado																	
		Cambio de Uso de Suelo						Erosión Hídrica Laminar USLE						Susceptibilidad Remoción en masa					
		C	C-D	C-R	D	PAP	R	SC	MA	A	MO	NL	MA	A	M	B	MB		
Alta	ZACC1	13.70	0	0	0	0	86.30	0	32.24	41.17	24.77	1.82	21.03	44.46	22.71	11.79	0		
	ZACC2	0	0	0	0	0	73.26	26.74	42.71	32.79	22.45	2.05	9.11	90.89	0	0	0		
	ZACC3	1.55	8.32	0	14.53	0	24.79	50.81	80.86	16.21	2.77	0.16	38.05	46.13	13.85	1.97	0		
	ZACC4	48.26	0	0	0	0	51.74	0	1.66	62.79	31.52	4.03	0	19.83	45.27	34.89	0		
	ZACC5	62.52	0	32.69	0	0	4.79	0	17.53	43.70	37.27	1.49	0	37.53	25.25	37.22	0		
	ZACC6	51.23	29.95	0	0	0	18.83	0	26.92	52.30	20.32	0.45	0.82	29.45	37.24	32.50	0		
	ZACC7	0	0	0	0	0	100	0	60.57	34.82	4.61	0	0	75.01	24.99	0	0		
	ZACC8	0	0	0	0	0	100	0	65.73	26.91	7.24	0.12	7.60	67.41	24.99	0	0		
	ZACLBIC1	15.90	3.45	2.09	2.23	0.10	52.51	23.72	90.55	9.31	0.13	0	36.45	54.47	8.85	0.23	0		
	ZACLBICC1	45.36	2.86	3.42	0	0.37	47.99	0	94.48	5.46	0.06	0	7.43	84.19	8.38	0	0		
Media	ZACLBIR1	7.85	0.49	0	0	0	70.47	21.18	96.37	3.63	0	0	70.26	27.04	2.70	0	0		
	ZACLBV1	34.14	0	0	0	0	65.86	0	100	0	0	0	2.90	94.29	2.81	0	0		
	ZACLBV2	80.60	0	0	0.10	0	18.80	0.50	79.84	17.16	3.00	0	0.06	60.46	22.12	17.30	0.06		
	ZACLBV3	52.57	13.57	0	0	0	33.86	0	67.37	32.12	0.51	0	1.07	60.29	18.18	20.46	0		
	ZACLBV4	86.14	0	0	0	0	10.63	3.23	97.38	2.62	0	0	16.05	83.95	0	0	0		
	ZACLBV5	68.99	1.36	0	0	0	29.66	0	100	0	0	0	1.39	95.24	3.37	0	0		
	ZACSC1	10.36	0	0	36.61	0	6.11	46.92	34.43	50.68	14.89	0	0	0.37	18.93	55.54	25.16		
	ZMCC1	24.78	15.32	0	2.46	0	27.30	30.14	16.87	69.59	13.30	0.24	0	45.99	32.45	21.57	0		
	ZMCC2	3.81	5.43	0	0	60.12	30.64	0	19.13	47.43	32.29	1.15	0	15.98	28.22	55.80	0		
	ZMCC3	0	0	0	0	15.99	75.35	8.66	43.27	50.22	6.51	0	0.05	27.08	61.40	11.47	0		
Baja	ZMCC4	0	1.37	0	0	0	98.63	0	0.24	76.43	21.61	1.72	0	0.36	39.00	60.64	0		
	ZMCC5	0	0	0	0	0	100	0	0	63.41	34.23	2.36	0	0	19.23	80.77	0		
	ZMCC6	1.40	0	0	0	39.01	59.59	0	0	39.01	59.19	1.80	0	0	11.14	88.86	0		
	ZMCLBIC1	2.77	1.63	0	0.31	11.38	83.92	0	60.65	38.79	0.56	0	11.76	45.91	38.74	3.59	0		
	ZMCLBIC2	79.97	8.14	0	0	0	11.89	0	85.59	14.03	0.38	0	77.37	16.49	5.60	0.54	0		
	ZMCLBIC3	70.22	7.52	0	21.30	0.30	0.66	0	86.97	12.82	0.21	0	74.48	18.09	6.29	1.11	0.02		
	ZMCLBIC4	3.78	0.01	0	0.38	30.51	64.89	0.43	83.11	15.81	1.05	0.03	15.14	64.41	17.19	3.26	0		
	ZMCLBIC5	59.65	0	0	30.43	7.47	2.45	0	80.01	19.99	0	0	0	80.76	19.19	0.05	0		
	ZMCLBIC6	21.04	6.98	0	7.19	16.61	33.67	14.51	64.83	25.76	9.31	0.10	14.24	51.83	22.27	10.60	1.07		
	ZMCLBICC1	100	0	0	0	0	0	0	95.89	4.11	0	0	43.14	51.77	5.10	0	0		
Baja	ZMCLBICC2	3.07	8.19	0	2.78	11.57	74.39	0	90.36	9.64	0	0	10.28	64.41	24.13	1.17	0		
	ZMCLBIR1	44.56	6.31	0	0	2.32	46.81	0	90.15	9.22	0.63	0	17.50	73.38	7.72	1.41	0		
	ZMCLBV1	61.97	0.11	0	20.50	2.00	15.41	0.02	62.41	27.13	9.98	0.49	12.13	33.48	28.44	21.04	4.92		
	ZMCLBV2	47.21	13.03	0	0	1.11	38.65	0	48.65	24.76	24.71	1.88	0.06	34.59	32.26	21.52	11.57		
	ZMCLBV3	53.01	10.52	0	7.22	5.58	23.67	0	61.13	35.97	2.90	0	1.08	43.47	38.25	17.20	0		
	ZBCLBIC1	20.15	0.68	0	30.59	15.33	33.25	0	15.84	73.15	11.01	0	0.02	6.73	57.61	34.96	0.67		
	ZBCLBIC2	2.93	0	0	5.86	79.84	11.37	0	10.02	88.32	1.66	0	0.06	4.11	75.80	20.02	0		
ZBCLBIC3	30.56	0	0	37.63	13.76	17.97	0.08	22.88	69.68	7.43	0	0	17.32	70.77	11.79	0.12			
ZBCSC1	2.86	5.87	0	40.22	22.98	28.07	0	3.07	51.40	44.14	1.39	0	0.57	7.94	46.16	45.33			

C: Conservada, C-D: Conservada-Deforestada, D: Deforestada, C-R: Conservada-Reforestada, R: Revegetada, SC: Sin cambio; MA: Muy alta, A: Alta, MO: Moderada, NL: Nula o Ligera, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja.

Figura 72. Atributos unidades de paisaje (continuación 1). Fuente: Elaboración propia.

Zona Funcional	Clave UP	Diagnóstico Integrado																																		
		Prestación de servicios ambientales												Aptitud																						
		Cultivo del nopal						Agrícola de Temporal						Cultivo del nopal						Agrícola de Temporal																
MA	A	M	B	MB	N	MA	A	M	B	MB	N	MA	A	M	B	MB	N	MA	A	M	B	MB	N													
Alta	ZACC1	85.54	14.46	0	0	0	0	5.56	58.16	32.79	3.48	0	0	0.02	3.74	8.69	87.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	3.74	8.69	87.55	
	ZACC2	73.78	26.22	0	0	0	0	28.38	38.47	33.15	0	0	0	0	0	0	20.55	79.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.55	79.45
	ZACC3	3.29	96.70	0.01	0	0	0.02	58.65	37.10	4.22	0	0	0	0	0	0	33.92	61.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.92	61.68
	ZACC4	29.95	33.62	36.43	0	0	0.12	75.82	18.84	5.22	0	0	0	0	0	0	9.25	90.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.25	90.78
	ZACC5	77.12	22.88	0	0	0	0.05	31.96	57.94	10.05	0	0	0	0	0	0	2.62	83.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	83.79
	ZACC6	98.14	1.86	0	0	0	0	20.74	65.07	16.19	0	0	0	0	0	0	20.41	29.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.41	29.73
	ZACC7	63.56	36.44	0	0	0	0	21.79	75.51	2.69	0	0	0	0	0	0	28.51	9.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.51	9.65
	ZACC8	37.00	51.28	11.72	0	0	0.30	43.69	42.70	13.31	0	0	0	0	0	0	43.14	32.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43.14	32.13
	ZACLBIC1	35.79	56.28	7.64	0.29	0	5.05	63.17	30.46	1.32	0	0	0	0	0	0	10.85	47.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.85	47.59
	ZACLBICC1	91.07	6.86	2.07	0.01	0	2.49	80.70	16.62	0.19	0	0	0	0	0	0	32.31	52.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.31	52.12
	ZACLBIR1	3.23	71.34	25.43	0	0	8.73	84.03	7.16	0.07	0	0	0	0	0	0	14.22	59.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.22	59.70
	ZACLBV1	32.07	67.93	0	0	0	0	4.09	70.71	25.21	0	0	0	0	0	0	0.33	93.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	93.78
	ZACLBV2	99.27	0.73	0	0	0	0.02	1.77	13.76	84.45	0	0	0	0	0	0	11.76	86.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.76	86.09
	ZACLBV3	63.89	26.75	9.36	0	0	0	31.03	44.76	24.21	0	0	0	0	0	0	15.37	50.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.37	50.77
	ZACLBV4	12.09	87.91	0	0	0	0	4.80	65.10	30.11	0	0	0	0	0	0	0.27	99.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	99.73
	ZACLBV5	6.65	90.55	2.80	0	0	0	4.45	23.67	71.88	0	0	0	0	0	0	1.44	96.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.44	96.12
	ZACSC1	8.44	91.56	0	0	0	49.73	46.18	4.06	0.03	0	0	0	0	0	0	6.84	1.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.84	1.64
ZMCC1	50.66	49.34	0	0	0	0.16	65.53	30.57	3.74	0	0	0	0	0	0	13.71	62.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.71	62.76	
ZMCC2	35.23	39.19	22.57	3.01	0	0	3.94	44.25	38.34	13.47	0	0	0	0	0	6.27	38.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.27	38.93	
ZMCC3	52.60	41.72	5.67	0	0	0.01	60.76	30.68	8.54	0	0	0	0	0	0	7.98	12.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.98	12.71	
ZMCC4	32.76	54.85	12.39	0	0	0.67	69.28	18.33	11.72	0	0	0	0	0	0	0.07	33.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	33.05	
ZMCC5	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	93.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93.25	0	
ZMCC6	63.03	0.09	36.77	0.12	0	0	2.51	92.65	4.84	0	0	0	0	0	0	28.45	70.51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.45	70.51	
ZMCLBIC1	49.56	44.93	3.48	2.02	0	7.38	90.58	1.99	0.04	0	0	0	0	0	0	30.02	2.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.02	2.02	
ZMCLBIC2	23.75	55.67	20.58	0	0	0	72.41	27.40	0.19	0	0	0	0	0	0	13.11	69.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.11	69.12	
ZMCLBIC3	11.30	85.78	2.91	0	0	4.58	70.61	24.52	0.29	0	0	0	0	0	0	7.48	64.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.48	64.06	
ZMCLBIC4	15.21	42.42	32.33	10.04	0	1.92	90.10	7.94	0.03	0	0	0	0	0	0	60.66	6.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60.66	6.26	
ZMCLBIC5	62.38	37.62	0	0	0	7.04	45.94	46.75	0.27	0	0	0	0	0	0	17.86	46.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.86	46.89	
ZMCLBIC6	54.72	38.84	6.44	0	0	11.72	65.56	21.41	1.32	0	0	0	0	0	0	15.50	17.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.50	17.38	
ZMCLBICC1	99.64	0.36	0	0	0	0.04	94.58	4.83	0.50	0	0	0	0	0	0	0.06	51.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	51.45	
ZMCLBICC2	83.26	16.74	0	0	0	16.51	69.31	14.09	0.10	0	0	0	0	0	0	50.05	27.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50.05	27.21	
ZMCLBIR1	43.61	52.80	3.60	0	0	7.68	90.01	2.29	0.02	0	0	0	0	0	0	43.10	2.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43.10	2.27	
ZMCLBV1	50.08	42.34	7.58	0	0	0.12	28.18	43.54	28.16	0	0	0	0	0	0	22.50	45.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.50	45.95	
ZMCLBV2	87.03	12.97	0	0	0	0.04	22.78	56.53	20.65	0	0	0	0	0	0	32.89	41.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.89	41.71	
ZMCLBV3	61.62	38.38	0	0	0	0.20	29.17	31.59	38.86	0.18	0	0	0	0	0	13.77	57.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.77	57.36	
ZBCLBIC1	43.11	34.84	6.82	14.74	0.49	0.17	93.98	5.23	0.62	0	0	0	0	0	0	50.41	3.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50.41	3.83	
ZBCLBIC2	7.51	50.16	18.05	24.26	0.02	4.23	95.41	0.36	0	0	0	0	0	0	0	82.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82.42	0	
ZBCLBIC3	25.66	52.95	8.52	12.87	0	1.25	30.94	63.38	4.43	0	0	0	0	0	0	16.60	25.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.60	25.62	
ZBSCC1	10.30	28.43	26.74	33.28	1.26	1.62	83.50	14.88	0	0	0	0	0	0	0	12.51	2.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.51	2.32	

MA: Muy alta, A: Alta, M: Media, B: Baja, MB: Muy baja, N: Nula

Figura 72. Atributos unidades de paisaje (continuación 3). Fuente: Elaboración propia.

Zona Funcional	Clave UP	Diagnóstico participativo														
		Potencial							Problemática							
		N	CE	P	TU	E	APC	ER	DC	MD	CI	S				
Alta	ZACC1	detectado		detectado								detectado				
	ZACC2	detectado		detectado												
	ZACC3	detectado		detectado												
	ZACC4	detectado		detectado	detectado											
	ZACC5	detectado		detectado												
	ZACC6	detectado		detectado												
	ZACC7	detectado		detectado												
	ZACC8	detectado		detectado												
	ZACLBLC1	detectado		detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado
	ZACLBLC1	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado
	ZACLBLC1	detectado		detectado	detectado											
	ZACLBV1	detectado		detectado												
	ZACLBV2	detectado		detectado												
	ZACLBV3	detectado		detectado												
	ZACLBV4	detectado		detectado												
ZACLBV5	detectado		detectado													
ZACSC1	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCC1	detectado		detectado													
ZMCC2	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCC3	detectado		detectado													
ZMCC4	detectado		detectado													
ZMCC5	detectado		detectado													
ZMCC6	detectado		detectado													
ZMCLBLC1	detectado		detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCLBLC2	detectado		detectado													
ZMCLBLC3	detectado		detectado													
ZMCLBLC4	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCLBLC5	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCLBLC6	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCLBLC1	detectado		detectado													
ZMCLBLC2	detectado		detectado													
ZMCLBLC1	detectado		detectado													
ZMCLBV1	detectado		detectado													
ZMCLBV2	detectado		detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZMCLBV3	detectado		detectado													
ZBCLBLC1	detectado		detectado													
ZBCLBLC2	detectado		detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	
ZBCLBLC3	detectado		detectado													
ZBSC1	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	detectado	

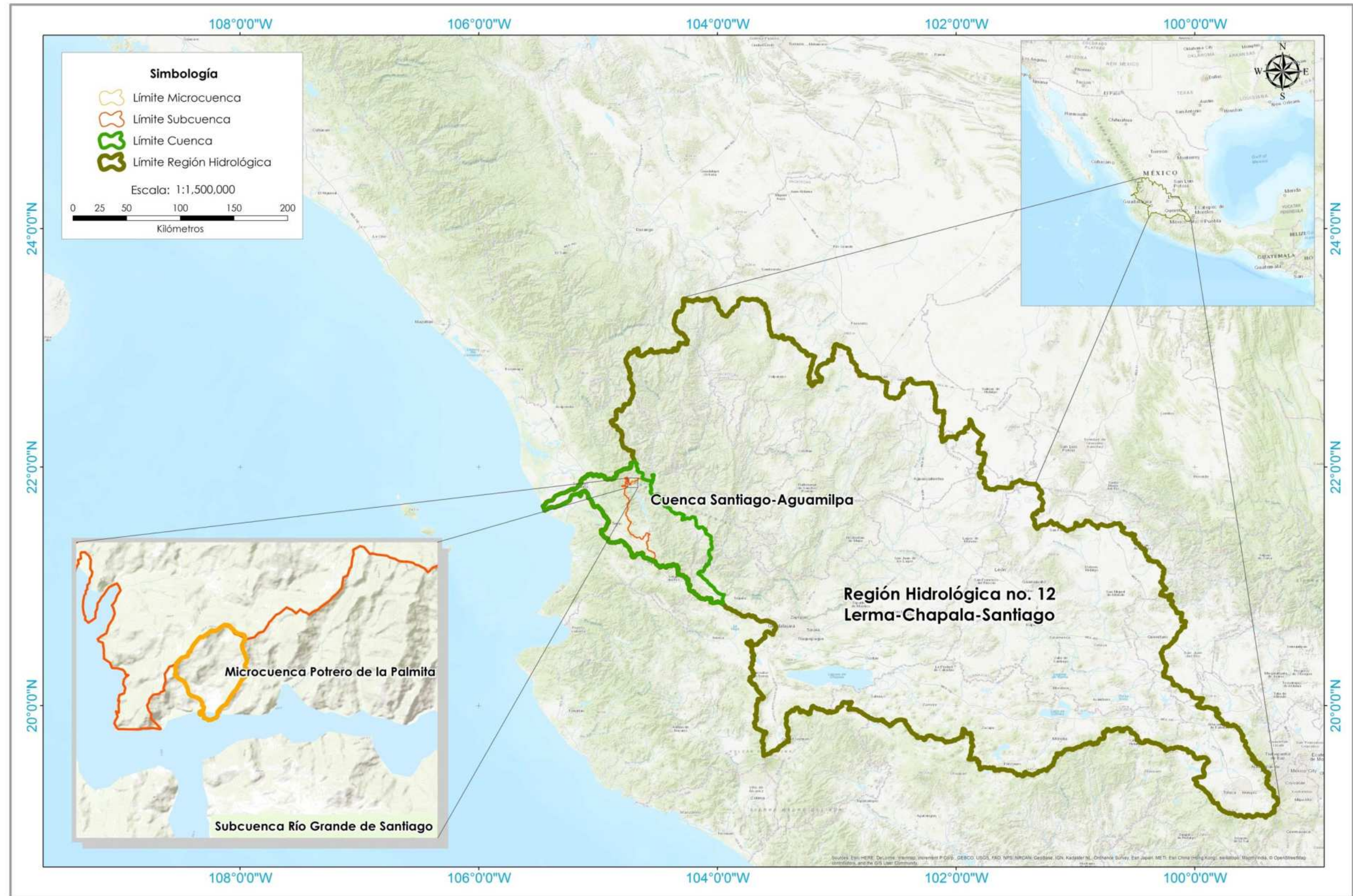
N: Natural, CE: Cultural-Educativo, P: Paisajístico, TU: turístico, E: Económico, APC: Falta de agua y pérdida de cultivos, ER: Erosión hídrica y remoción en masa, DC: Degradación y contaminación, MD: Migración y desempleo, CI: Pérdida de cultura e identidad comunitaria, S: Dotación de servicios.

Figura 72. Atributos unidades de paisaje (continuación 5). Fuente: Elaboración propia.

Anexo Cartográfico

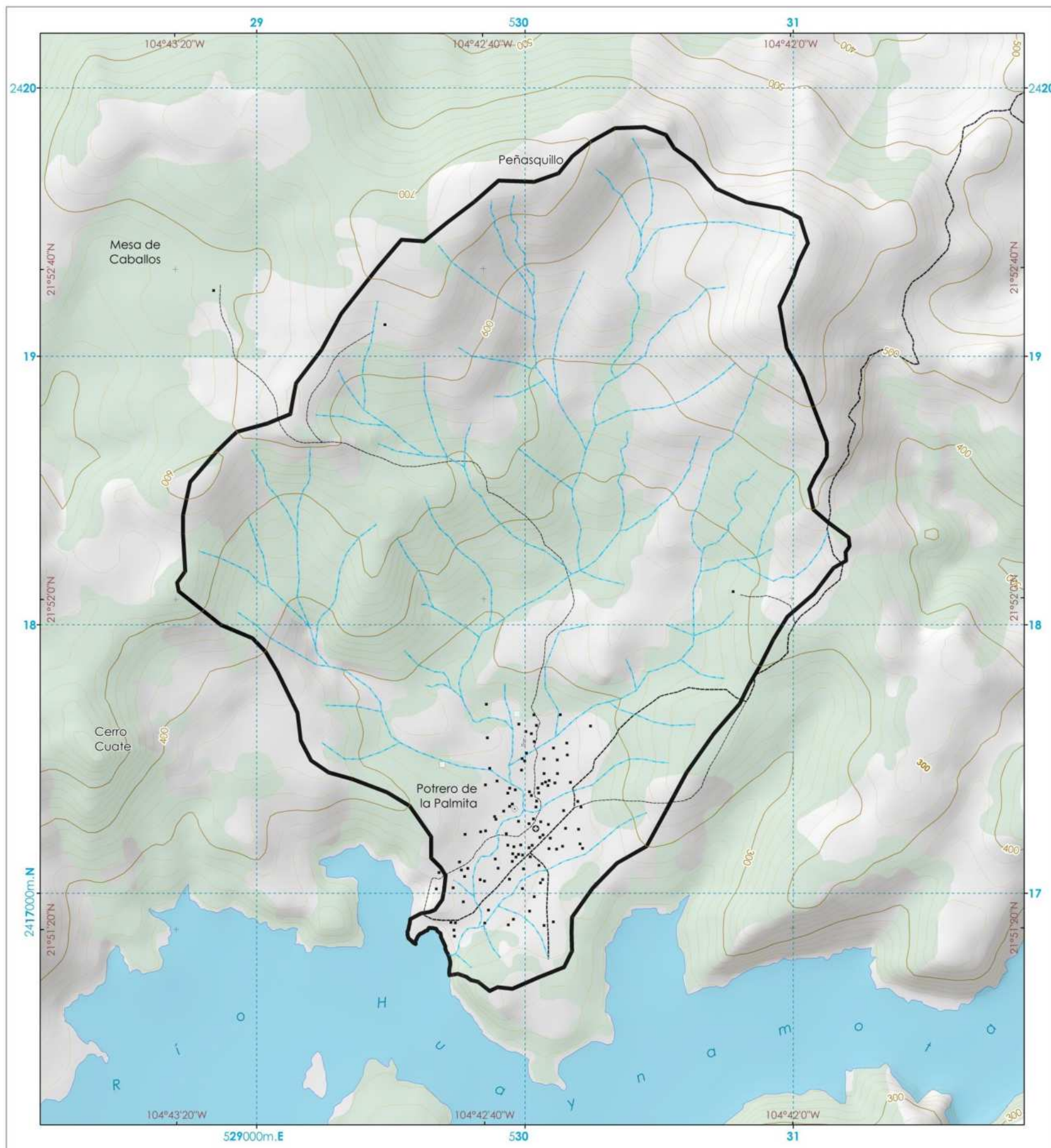
A continuación se muestran los resultados de la Etapa 5 “Construcción de la base cartográfica y Sistema de Información Geográfica” en la cual se elaboró cartografía referente a la Etapa 1. Delimitación de las zonas funcionales a escala local, Etapa 2. Delimitación de unidades de paisaje a escala local, Etapa 3. Diagnóstico paisajístico de las zonas funcionales de la microcuenca y Etapa 4. Propuesta de optimización del uso del territorio.

La edición cartográfica fue realizada para un tamaño de papel de 90 x 60 centímetros, por lo cual la escala de salida fue mayor a 1:10,000 para la mayoría de los mapas generados, exceptuando el mapa de localización que maneja una escala de salida de 1:1'500,000.



Mapa 1. Localización. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

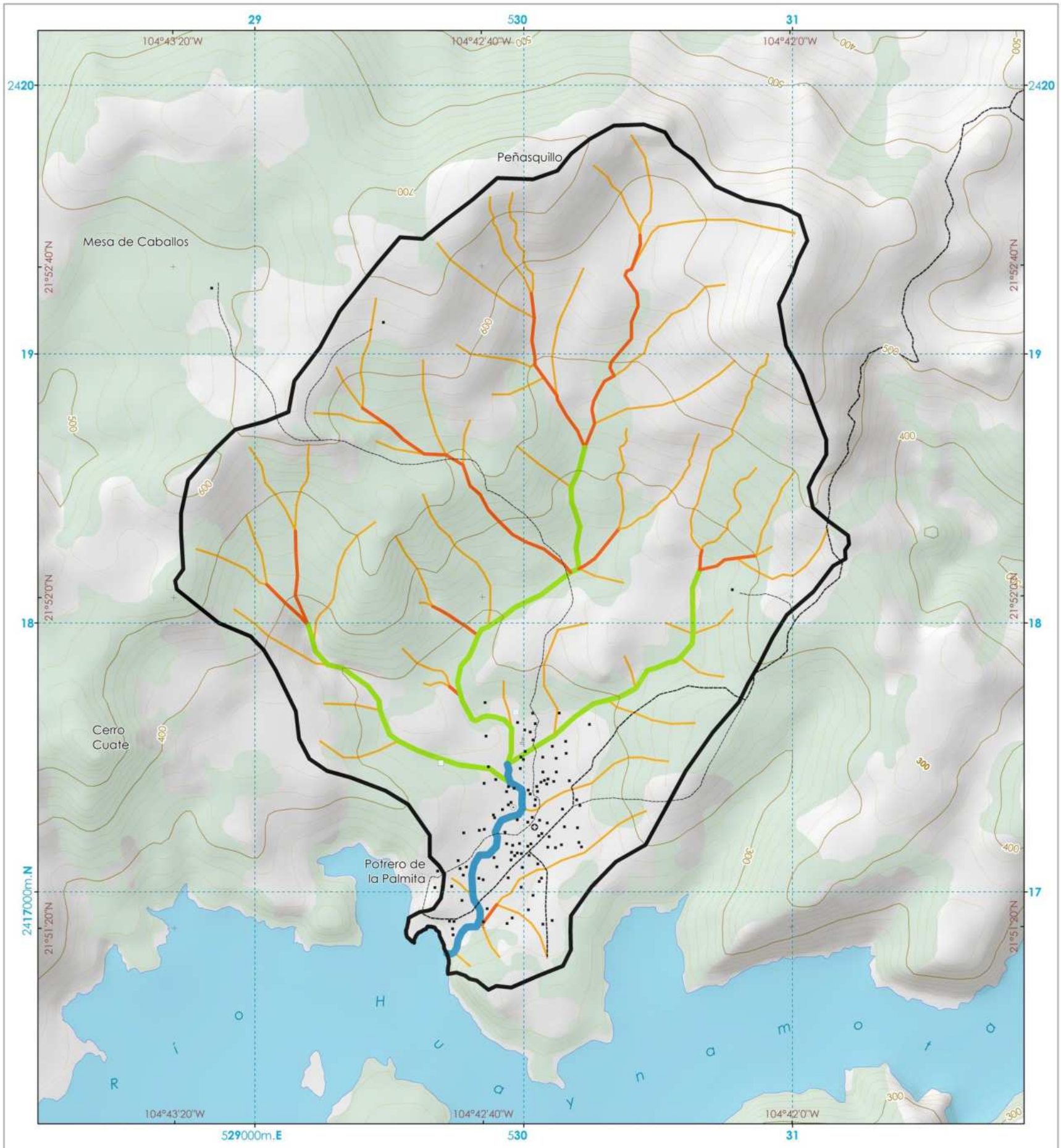


Escala: 1:7,000



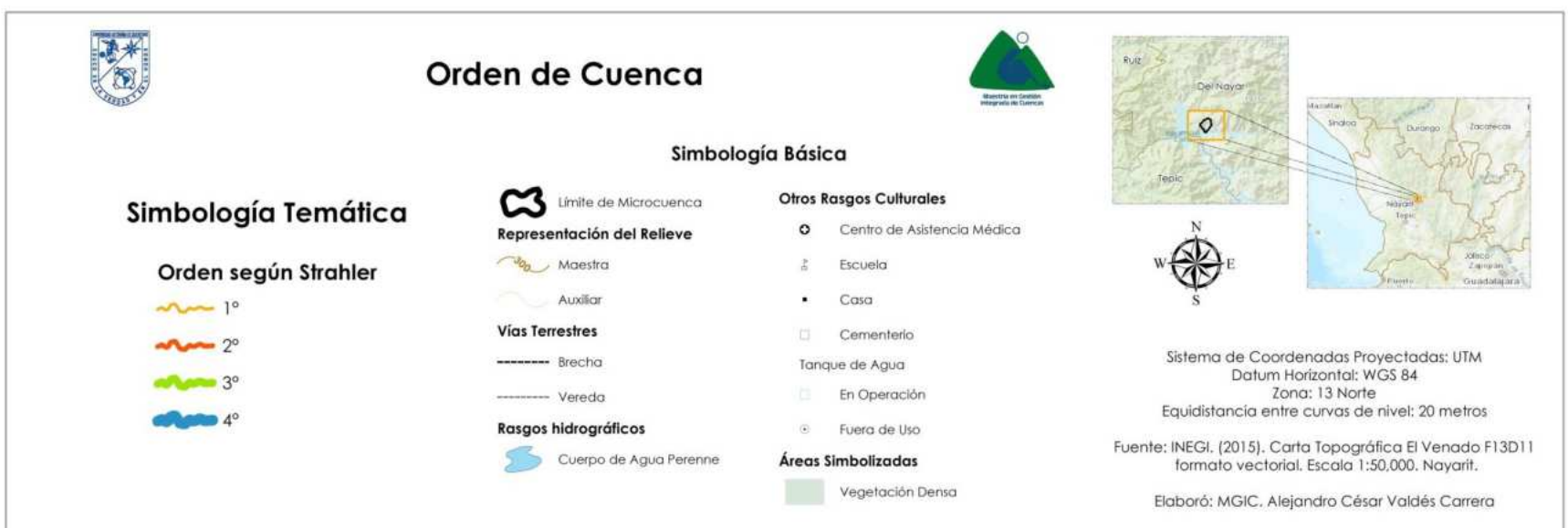
Mapa 2. Topográfico. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



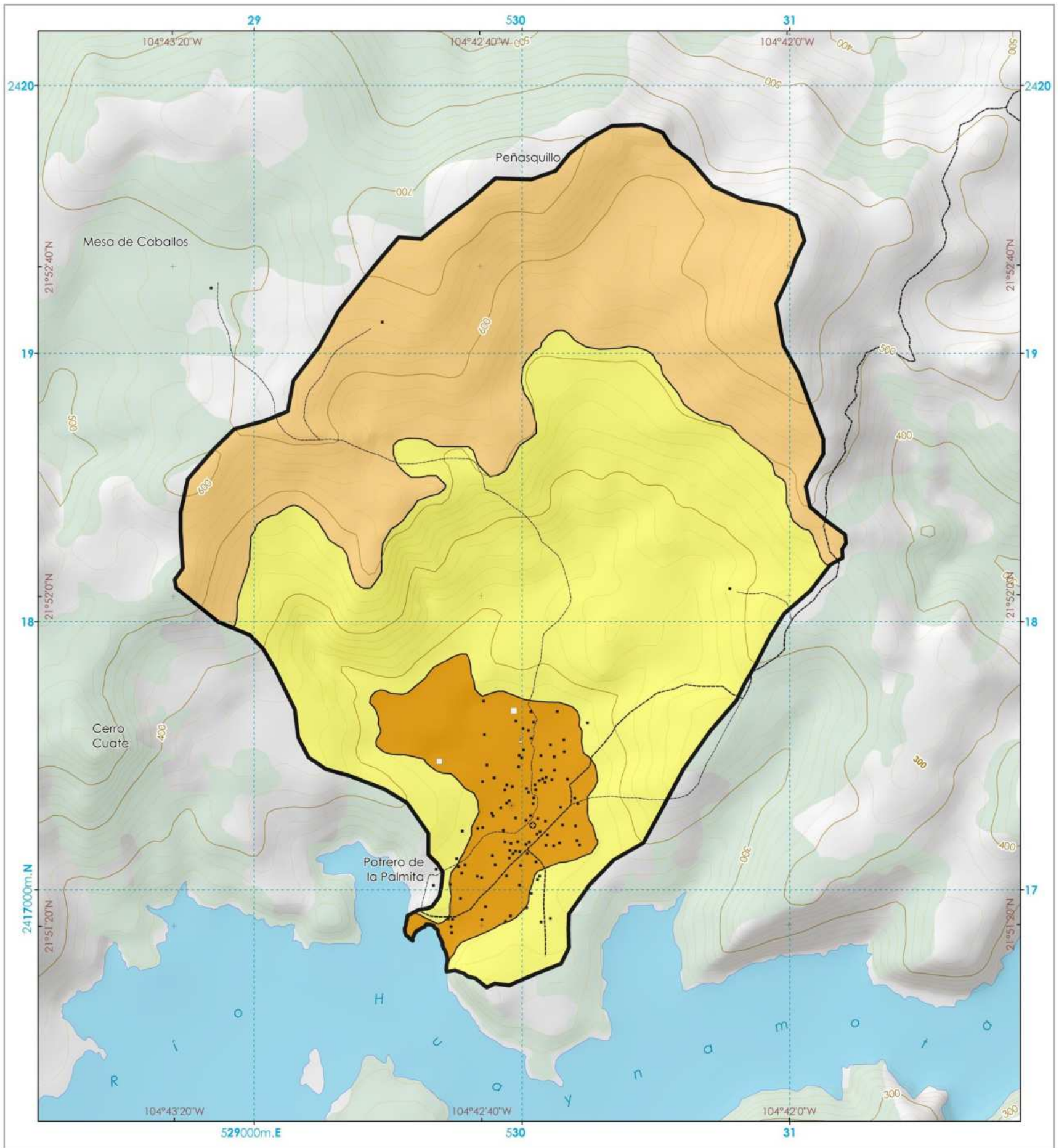
Escala: 1:7,000

0 125 250 500 750 1,000
Metros

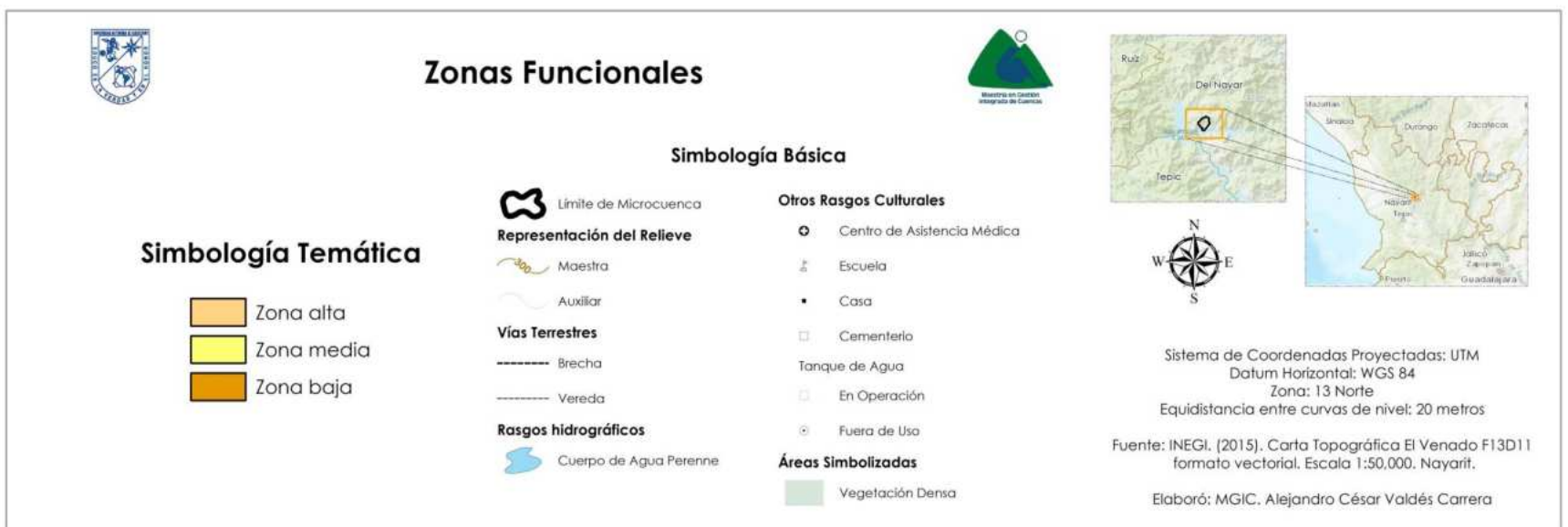


Mapa 3. Orden de Cuenca. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

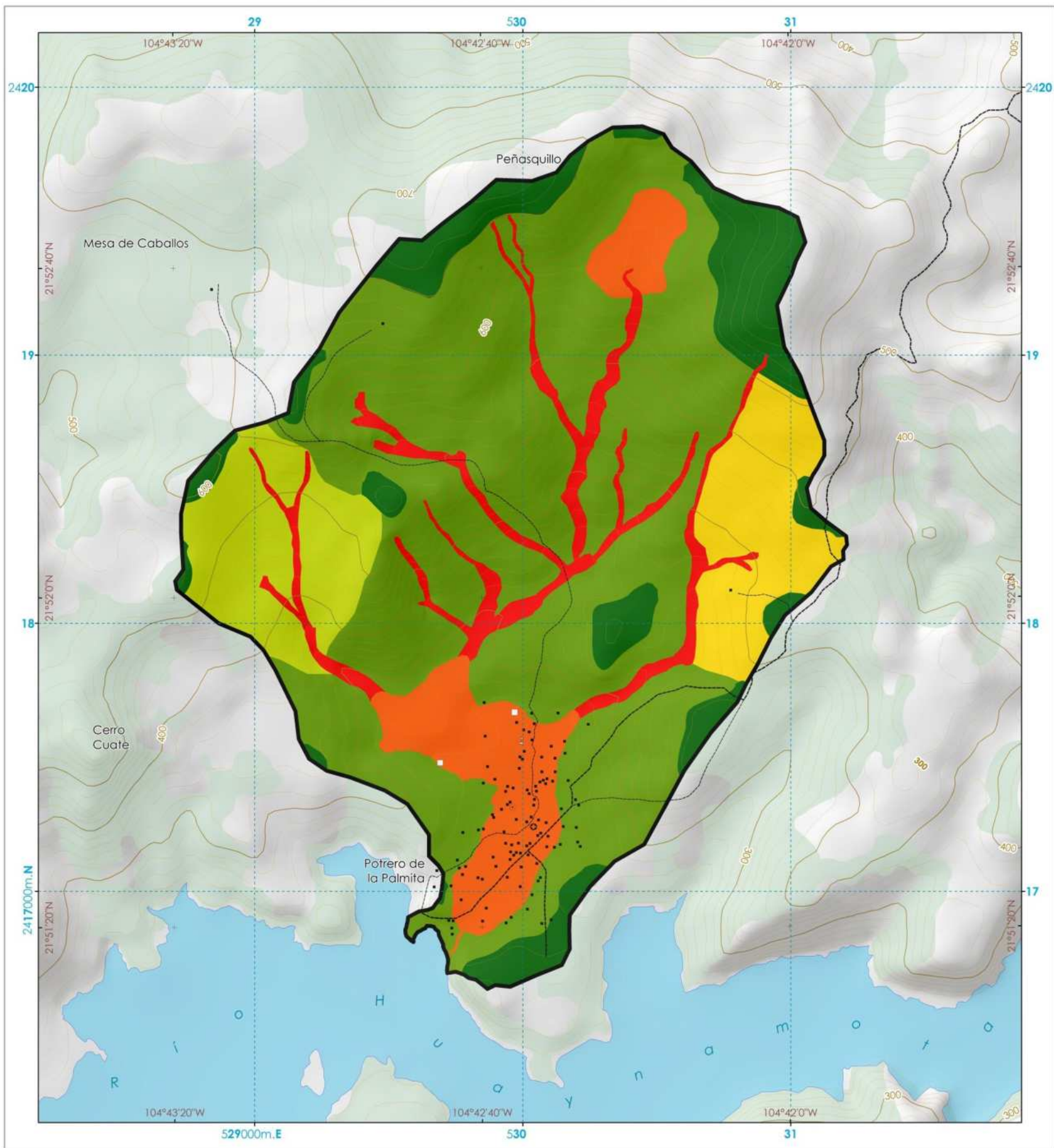


Escala: 1:7,000



Mapa 4. Zonas Funcionales. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000

Unidades inferiores del relieve o Geomorfías

Simbología Temática

- Complejos cumbrales
- Complejos de laderas y barrancos-ladera convexa
- Complejos de laderas y barrancos-ladera cóncava
- Complejos de laderas y barrancos-ladera recta
- Complejos de laderas y barrancos-valles
- Complejos de superficies y cauces

Simbología Básica

Representación del Relieve

- Límite de Microcuenca
- Maestra
- Auxiliar

Vías Terrestres

- Brecha
- Vereda

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de Agua Perenne

Otros Rasgos Culturales

- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Casa
- Cementerio
- Tanque de Agua
- En Operación
- Fuera de Uso

Áreas Simbolizadas

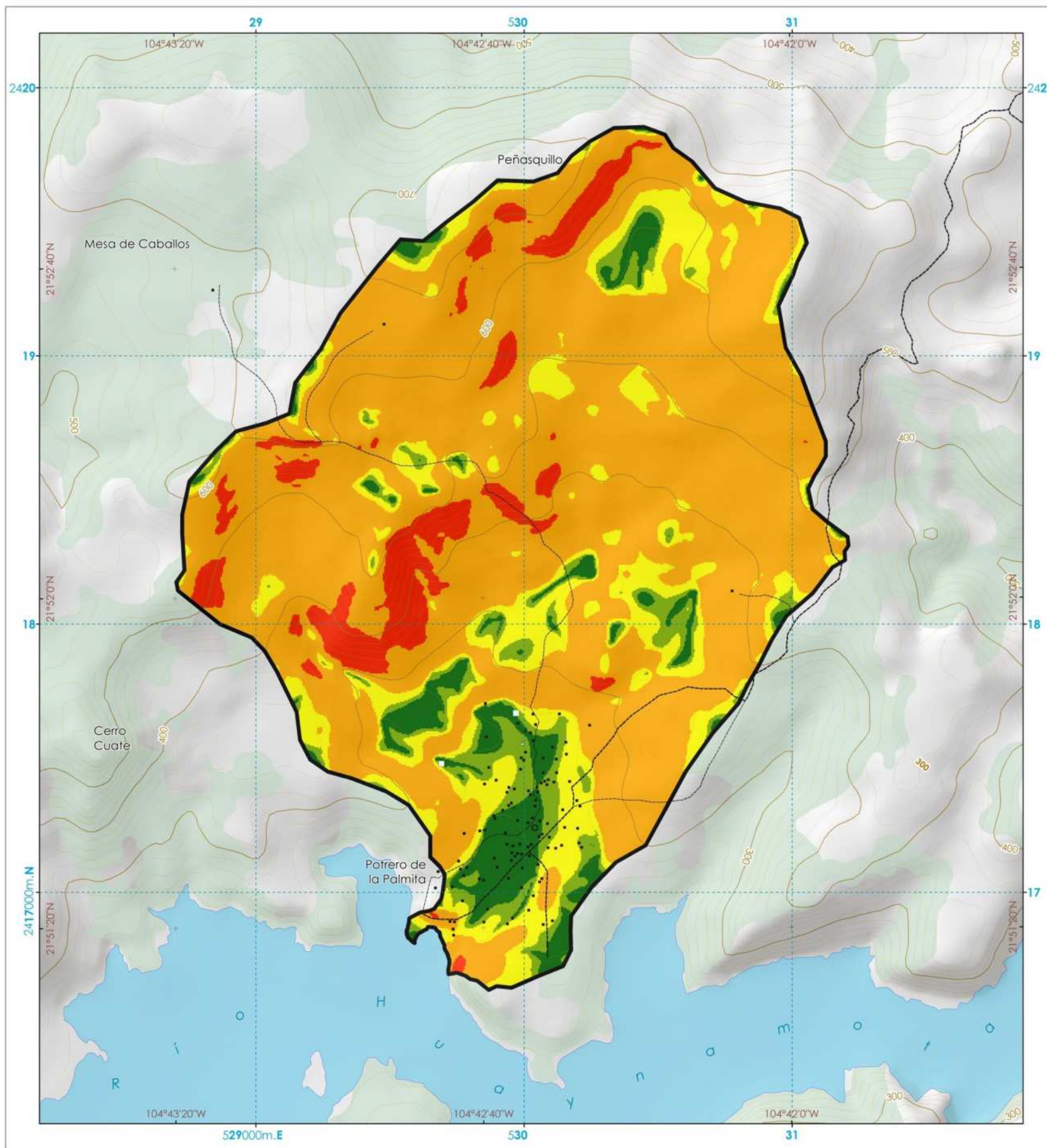
- Vegetación Densa

Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros

Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11 formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit. Elaborado con base en Priego et al. (2010). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje. SEMARNAT, INECC, GIGA-UNAM.
Elaboró: MGIC, Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 5. Unidades inferiores del relieve o Geoformas. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000





Pendientes

Simbología Temática

- <math>< 3^\circ</math>, Muy ligeramente inclinados
- $3^\circ - 5^\circ$, Ligeramente inclinados
- $5^\circ - 10^\circ$, Medianamente inclinados
- $10^\circ - 30^\circ$, Fuertemente inclinados
- > 30°, Muy fuertemente inclinados

Simbología Básica

Representación del Relieve

- Maestra
- Auxiliar

Vías Terrestres

- Brecha
- Vereda

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de Agua Perenne

Otros Rasgos Culturales

- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Casa
- Cementerio
- Tanque de Agua
- En Operación
- Fuera de Uso

Áreas Simbolizadas

- Vegetación Densa

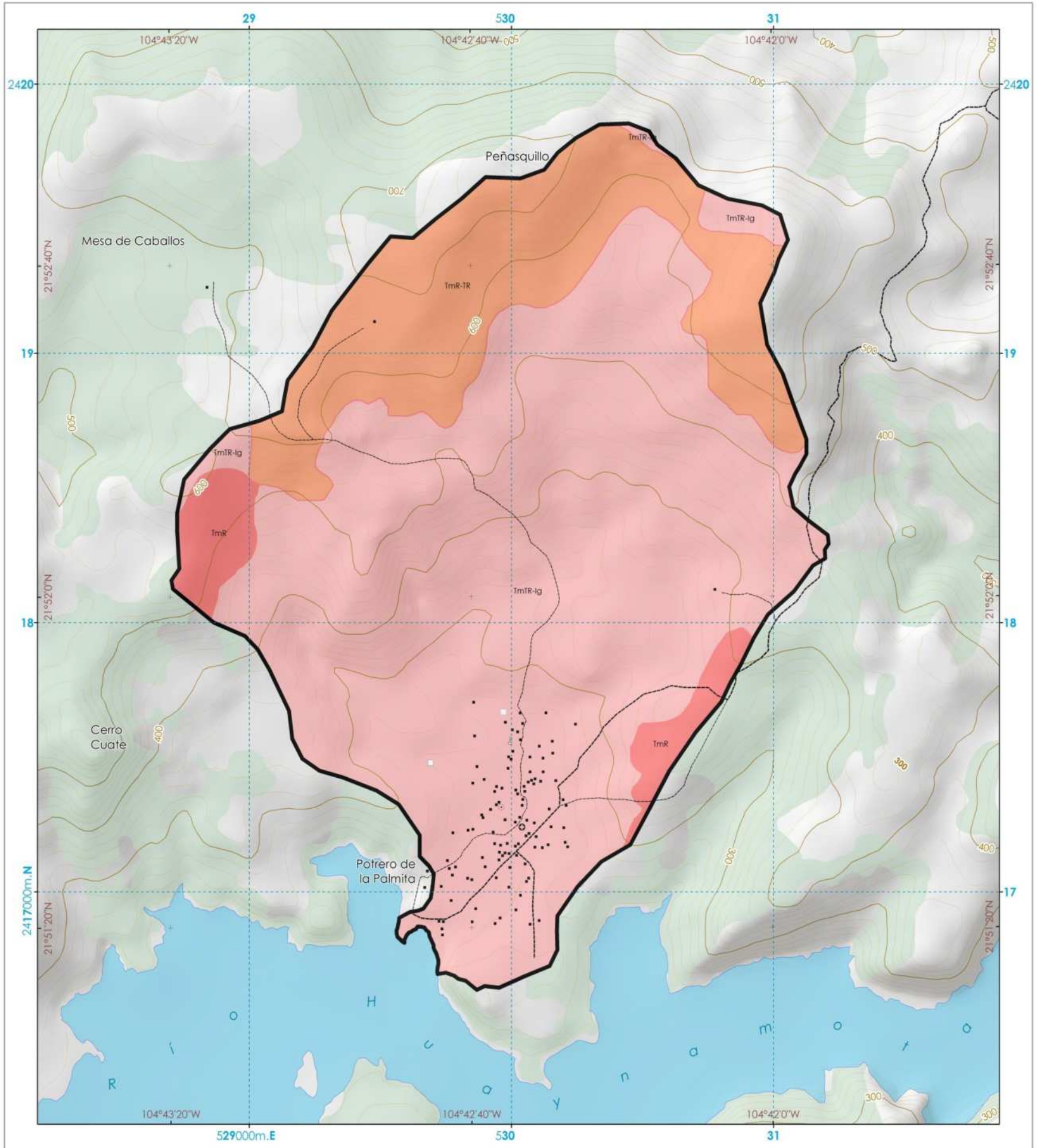
Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros

Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11 formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit.

Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 6. Pendientes. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



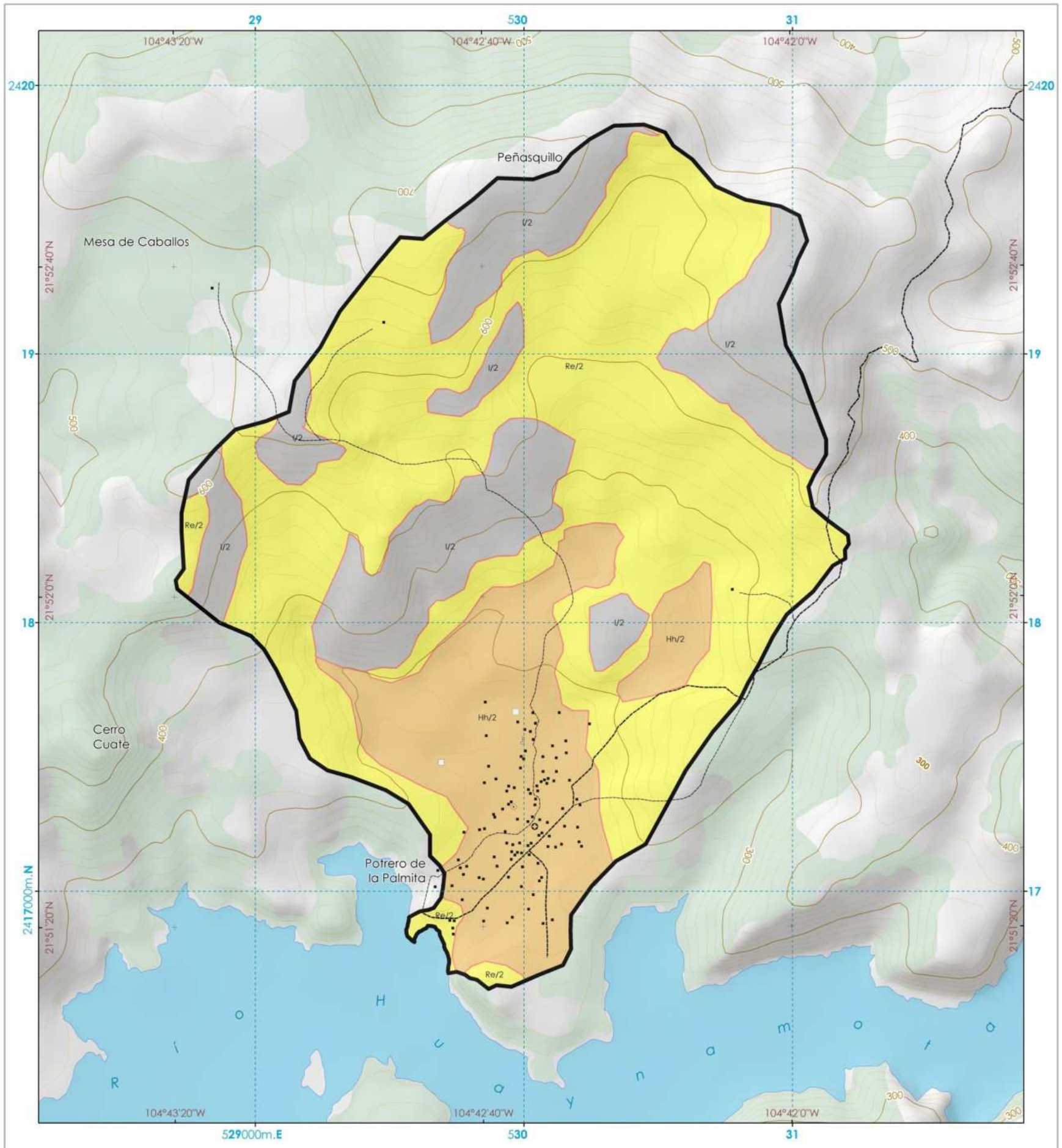
Escala: 1:7,000

Metros

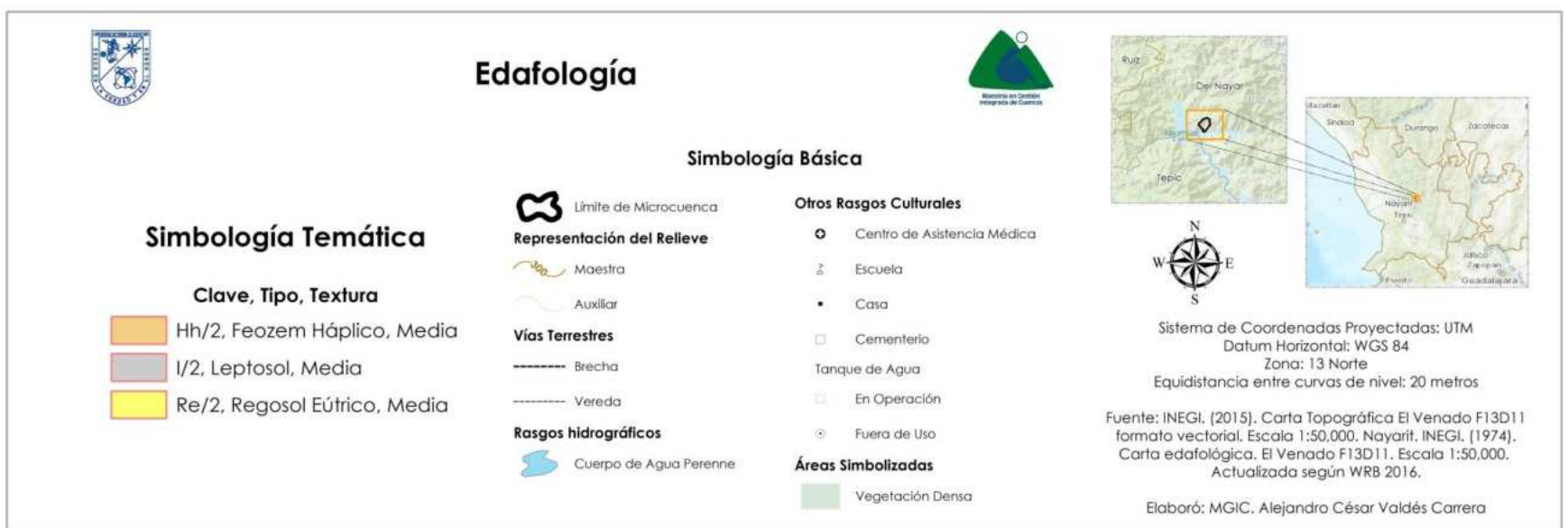


Mapa 7. Geología. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

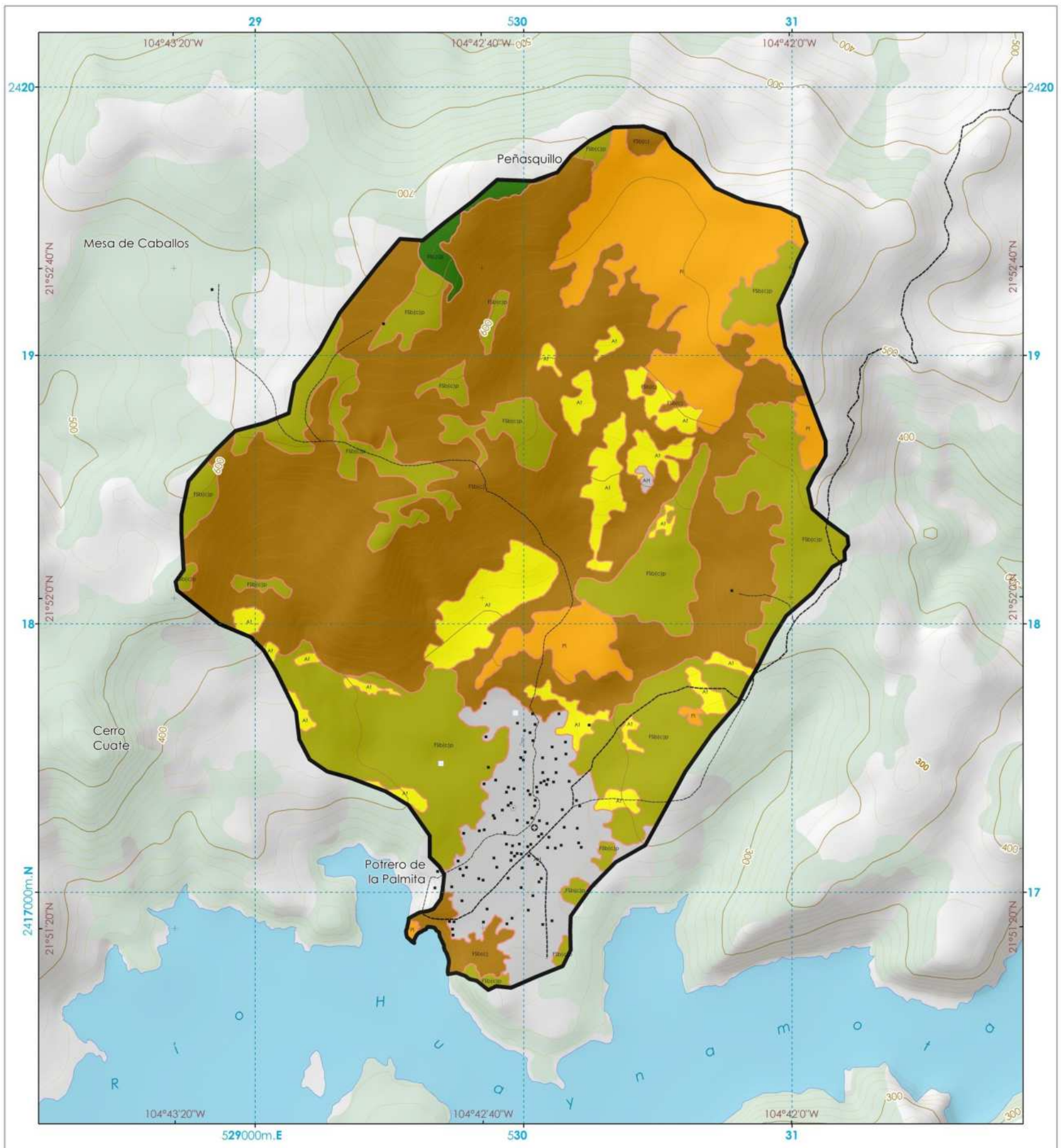


Escala: 1:7,000



Mapa 8. Edafología. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000

0 125 250 500 750 1,000
Metros




Mapa 9. Uso de Suelo y Vegetación (2016). Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita




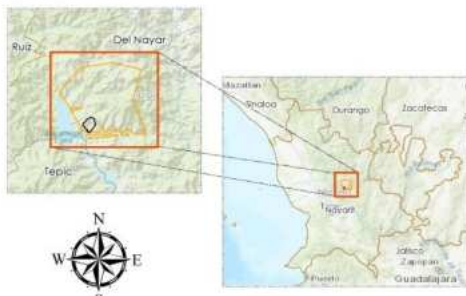

Escala: 1:35,000 Metros



Tenencia de la Tierra

Simbología Temática

- Comunidad Agraria
- Límite de Microcuenca

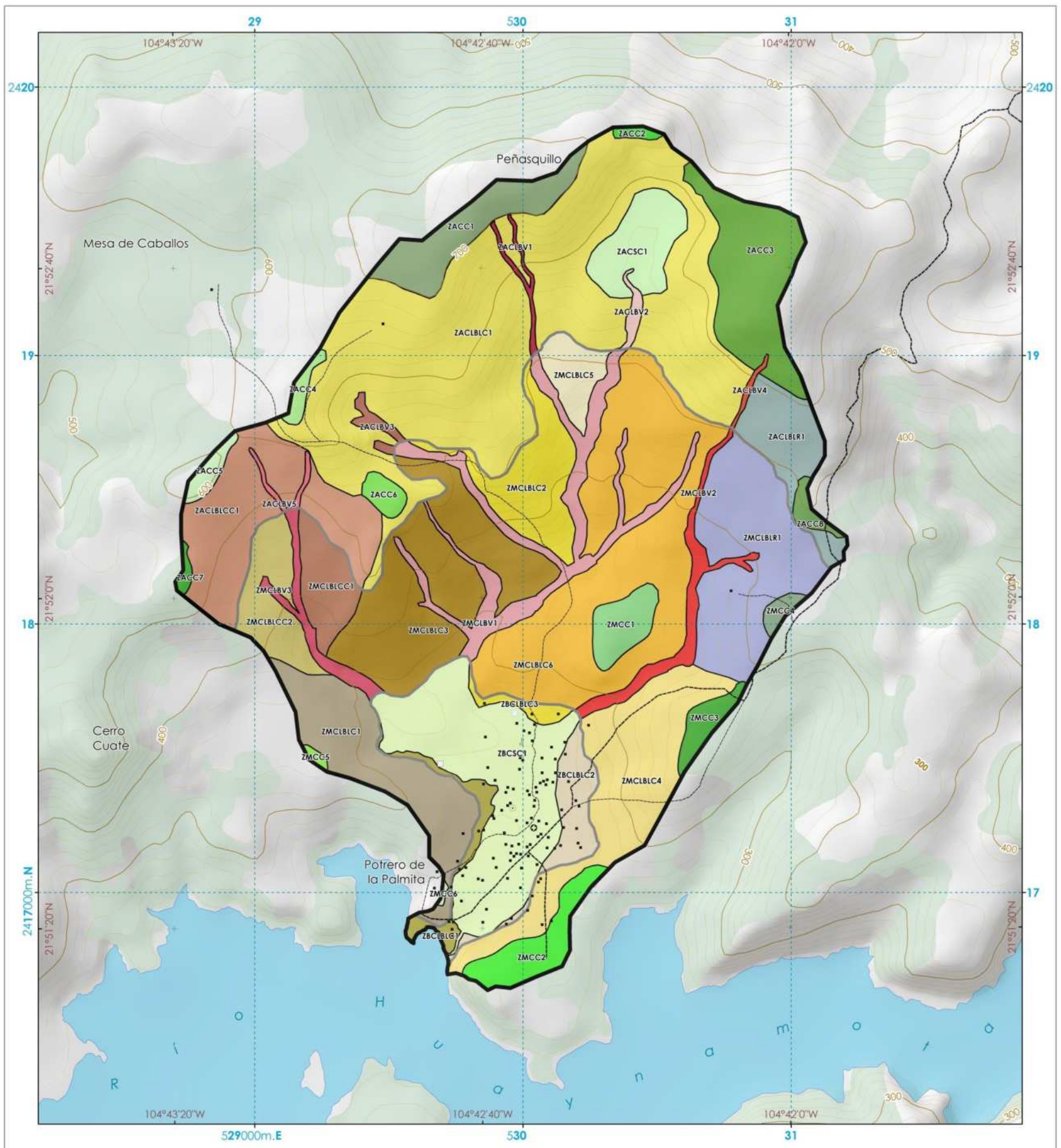
Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros

Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11 formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit.RAN (2017) Sistema de Información Geoespacial. ESRI (2017) World Topographic Map.

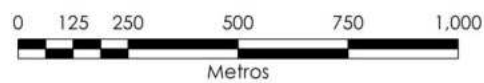
Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 10. Tenencia de la Tierra. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

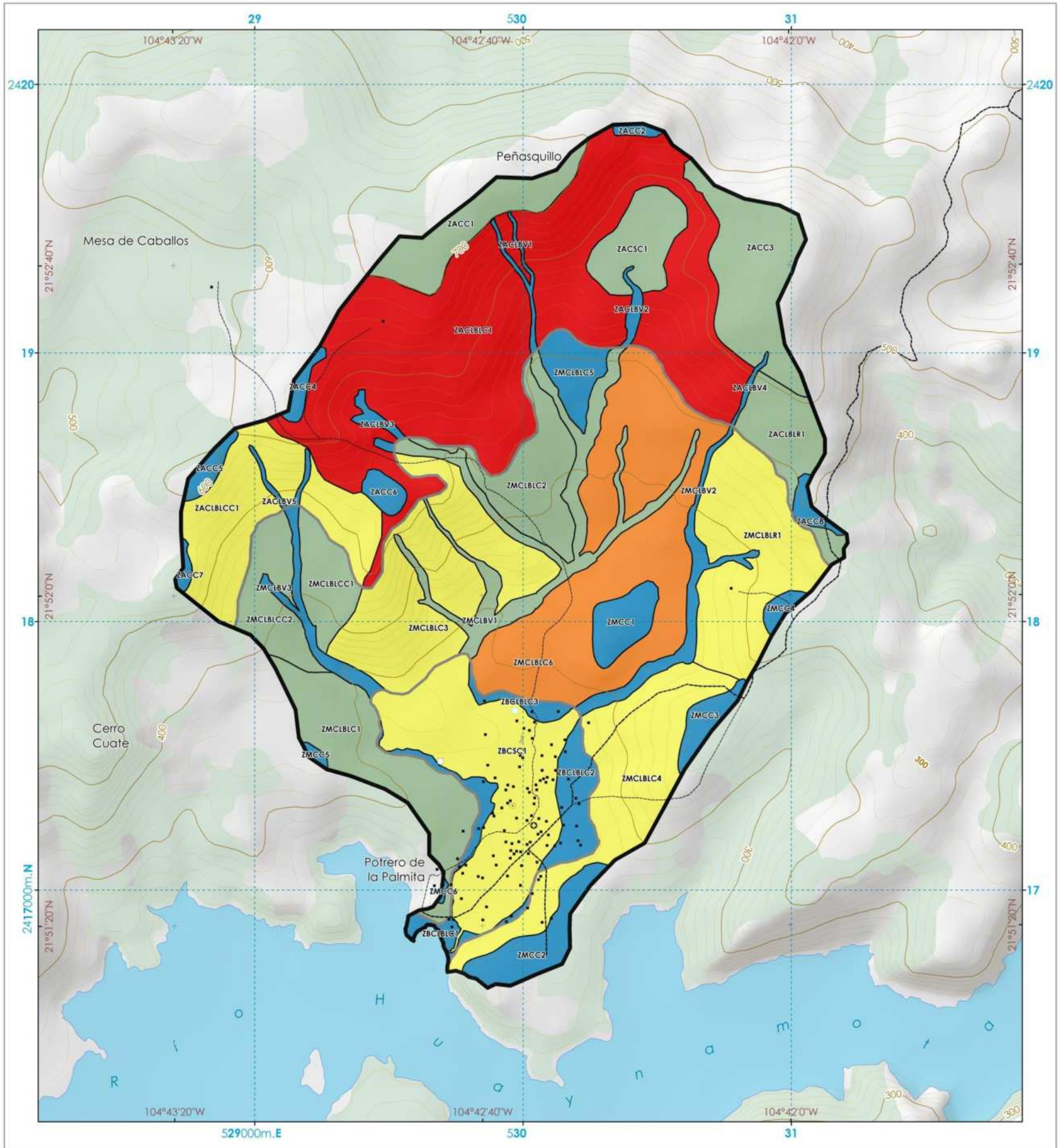


Escala: 1:7,000

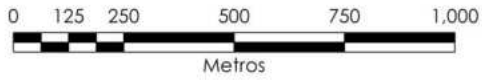


Mapa 11. Unidades de Paisaje. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

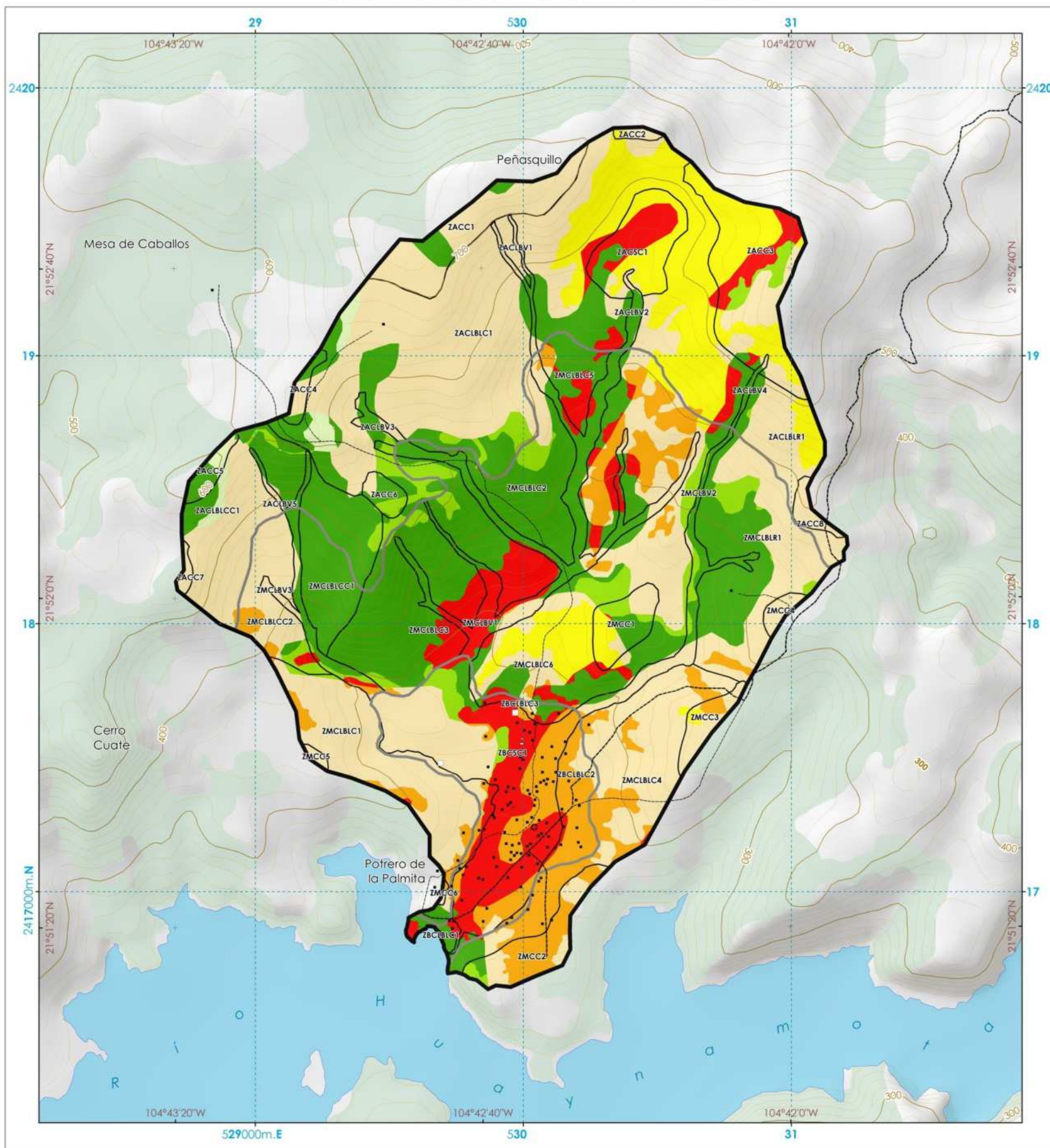


Escala: 1:7,000



Mapa 12. Volumen de Esgurrimiento Anual (cm³). Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000



Cambio de Uso de Suelo



Simbología Temática

- Conservada
- Conservada-Deforestada
- Conservada-Revegetada
- Deforestada
- Por Actividad Productiva
- Revegetada
- Sin Cambio

Simbología Básica

- Límite de Microcuenca
- Límite Zona Funcional
- Límite Unidad de Paisaje
- Representación del Relieve**
- Maestra
- Auxiliar
- Vías Terrestres**
- Brecha
- Vereda
- Rasgos hidrográficos**
- Cuerpo de Agua Perenne

Otros Rasgos Culturales

- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Casa
- Cementerio
- Tanque de Agua
- En Operación
- Fuera de Uso
- Áreas Simbolizadas**
- Vegetación Densa



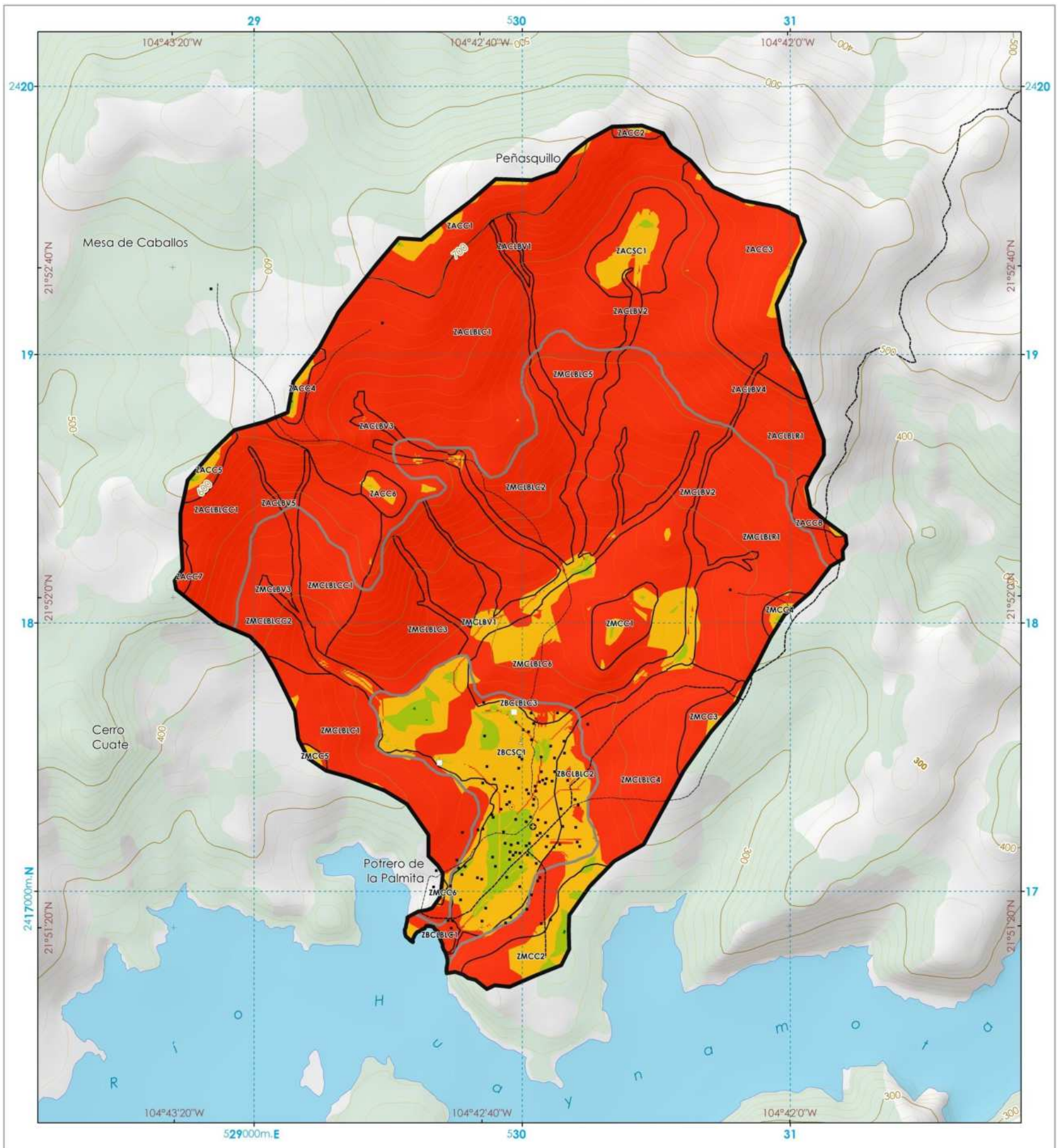
Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros

Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11 formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit. INEGI. (1974). Carta Uso de suelo y Vegetación. El Venado F13D11. Escala 1:50,000. Nayarit. Uso de suelo y vegetación actual (2016).

Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 13. Cambio de Uso de Suelo. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

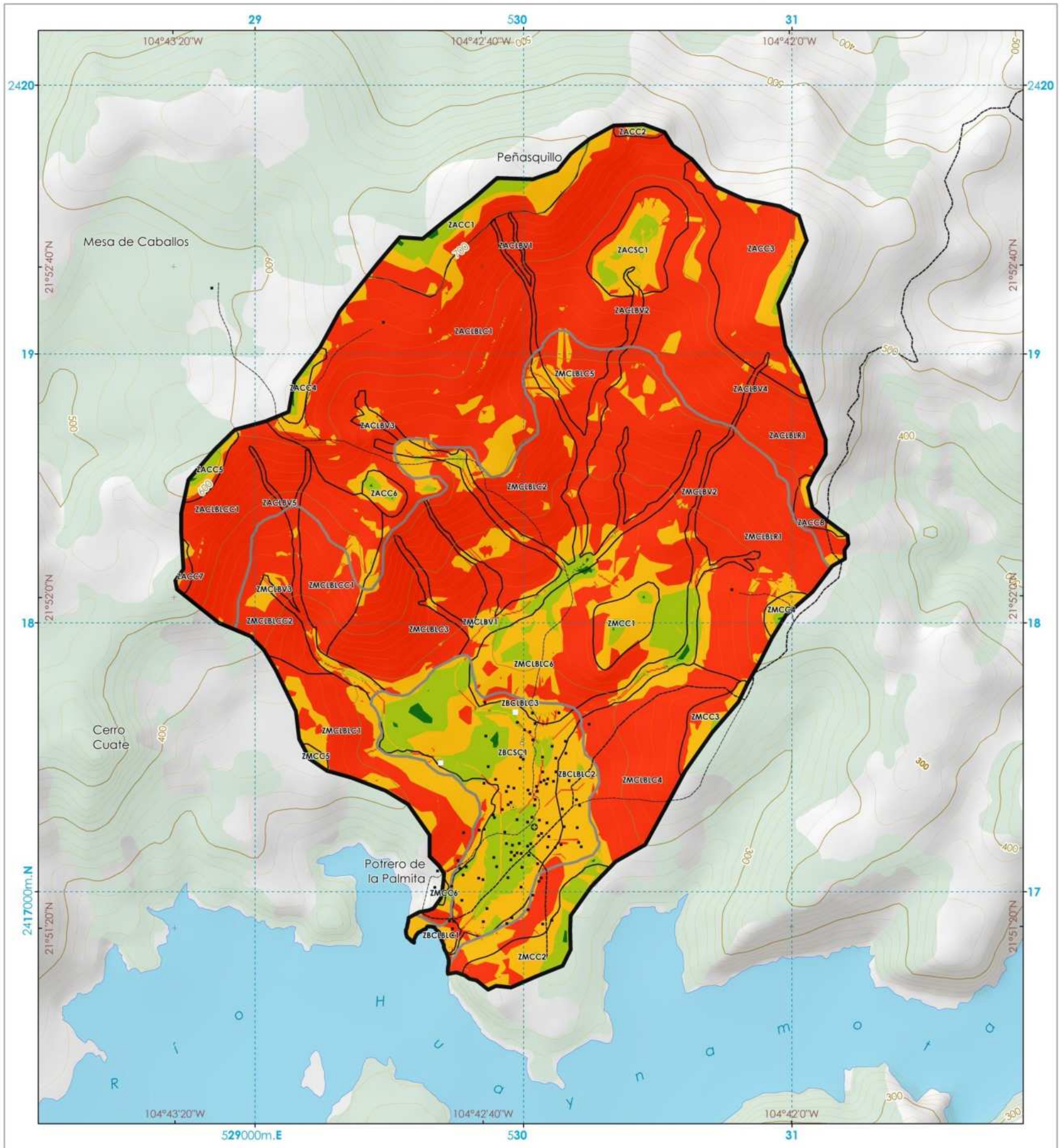


Escala: 1:7,000



Mapa 14. Erosión Potencial. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



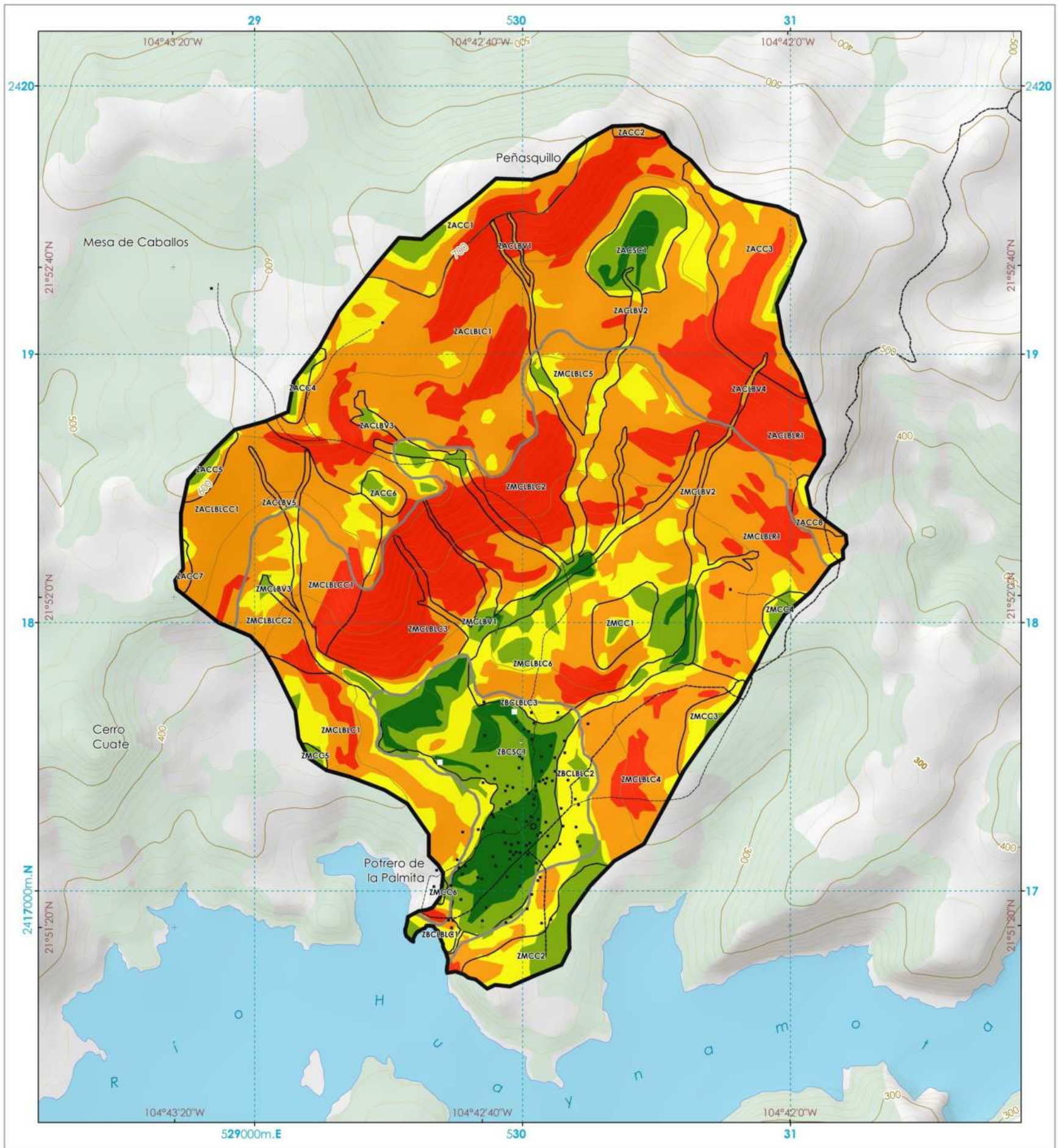
Escala: 1:7,000

0 125 250 500 750 1,000
Metros



Mapa 15. Erosión Actual. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

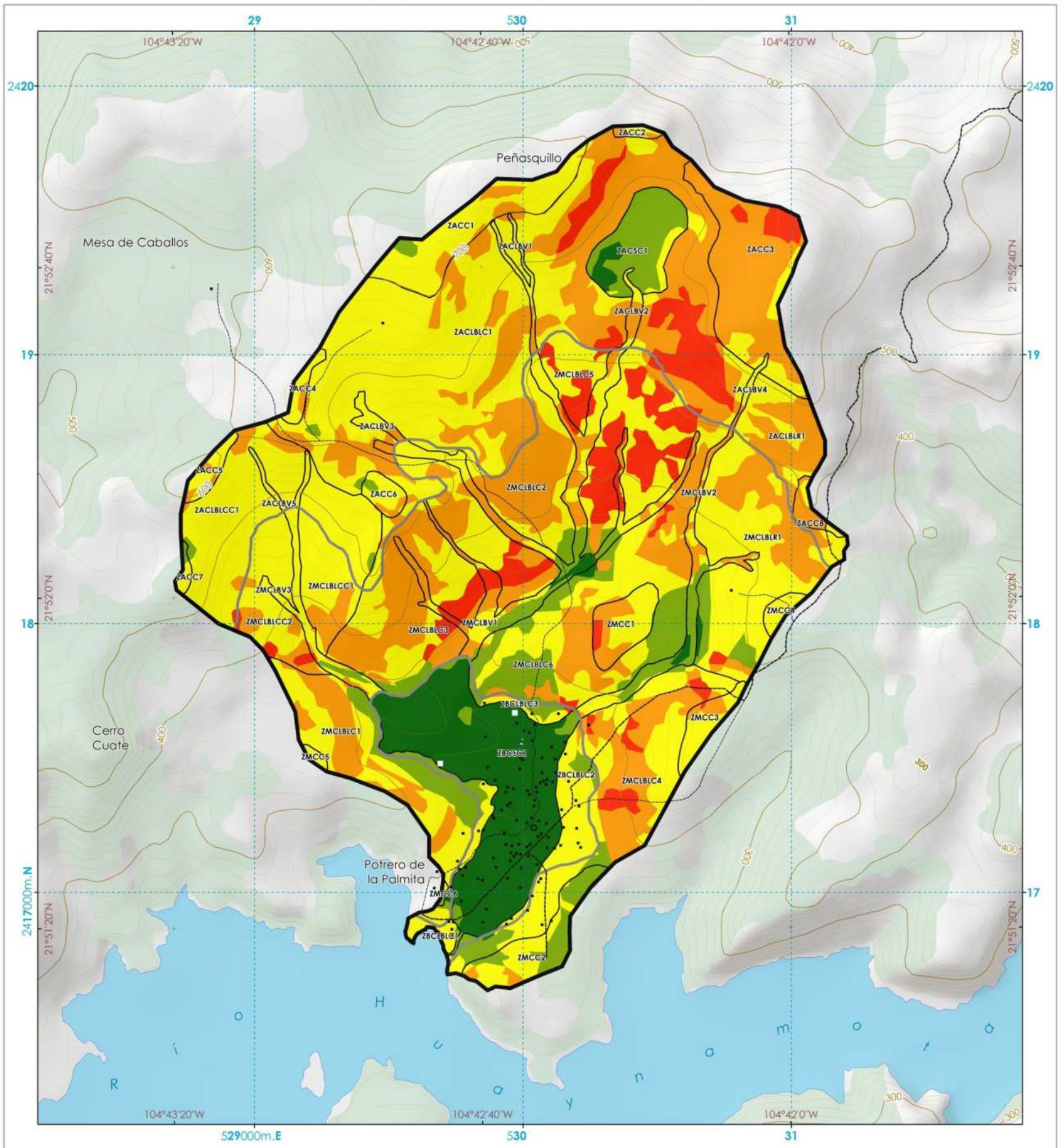


Escala: 1:7,000



Mapa 16. Susceptibilidad ante Remoción en Masa. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

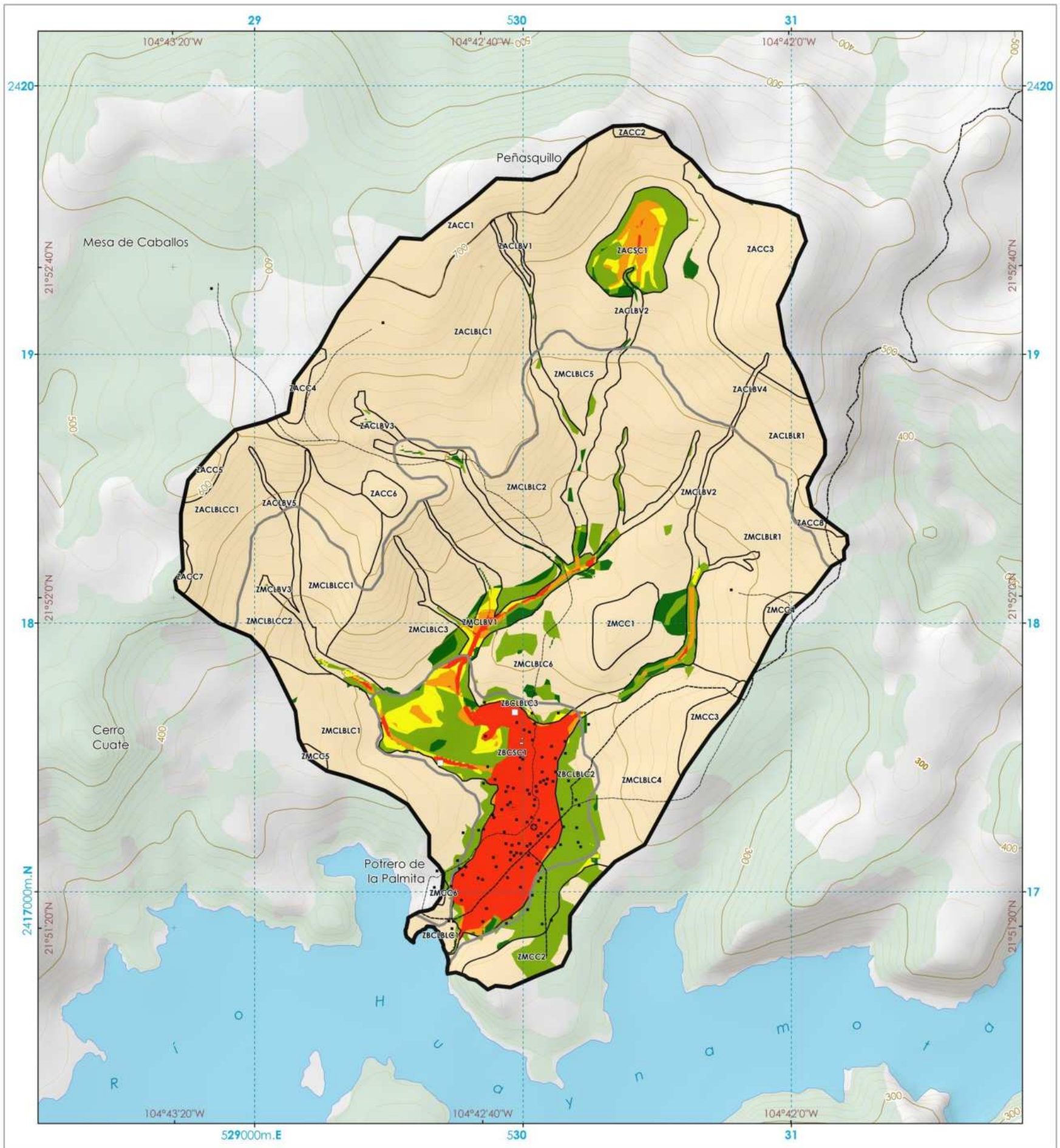


Escala: 1:7,000



Mapa 17. Susceptibilidad ante Erosión. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

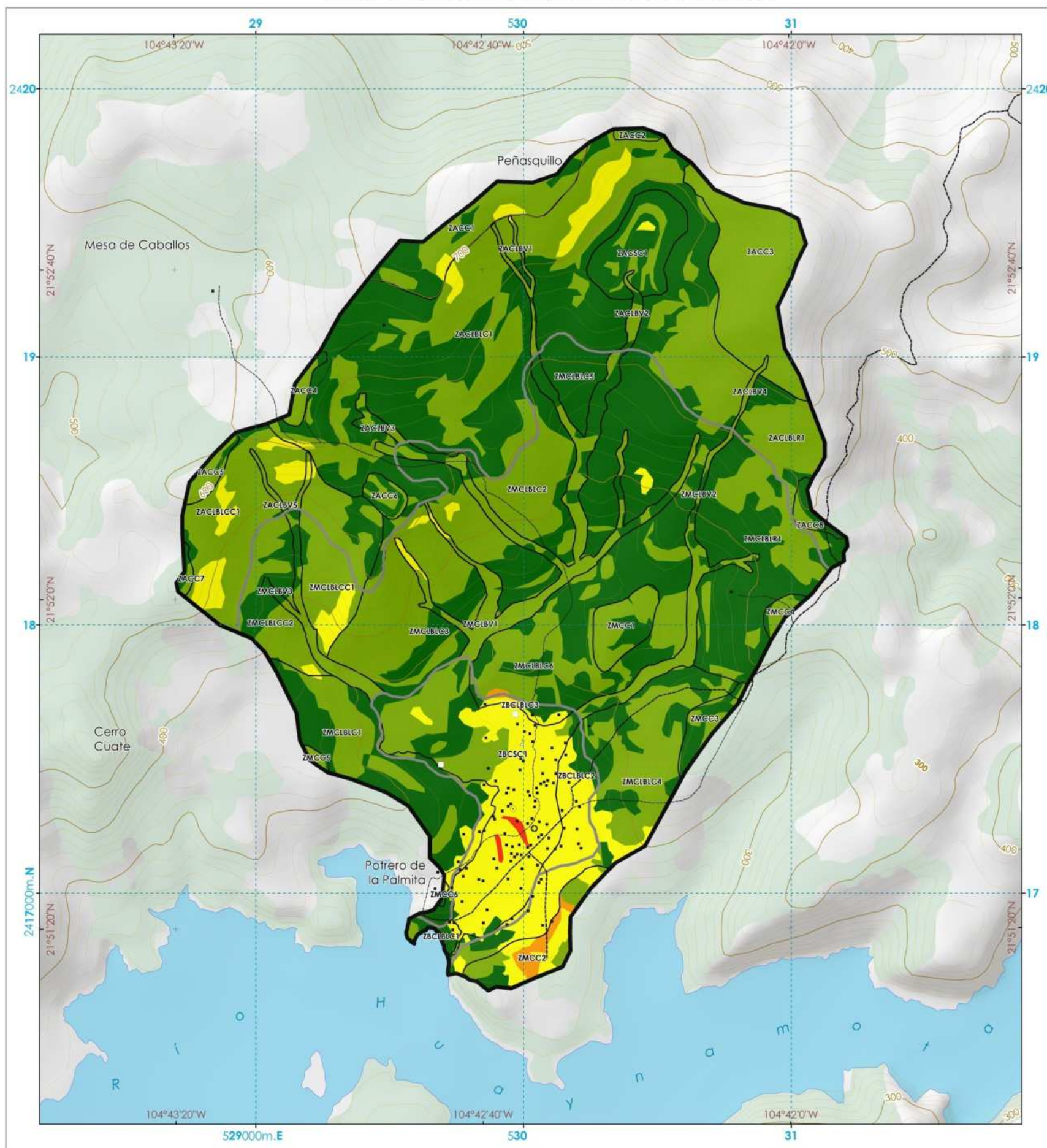


Escala: 1:7,000



Mapa 18. Susceptibilidad ante Inundaciones. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000

Aptitud Forestal Natural

Simbología Temática

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Simbología Básica

- Límite de Microcuenca
- Límite Zona Funcional
- Límite Unidad de Paisaje
- Representación del Relieve**
- Maestra
- Auxiliar
- Vías Terrestres**
- Brecha
- Vereda
- Rasgos hidrográficos**
- Cuerpo de Agua Perenne

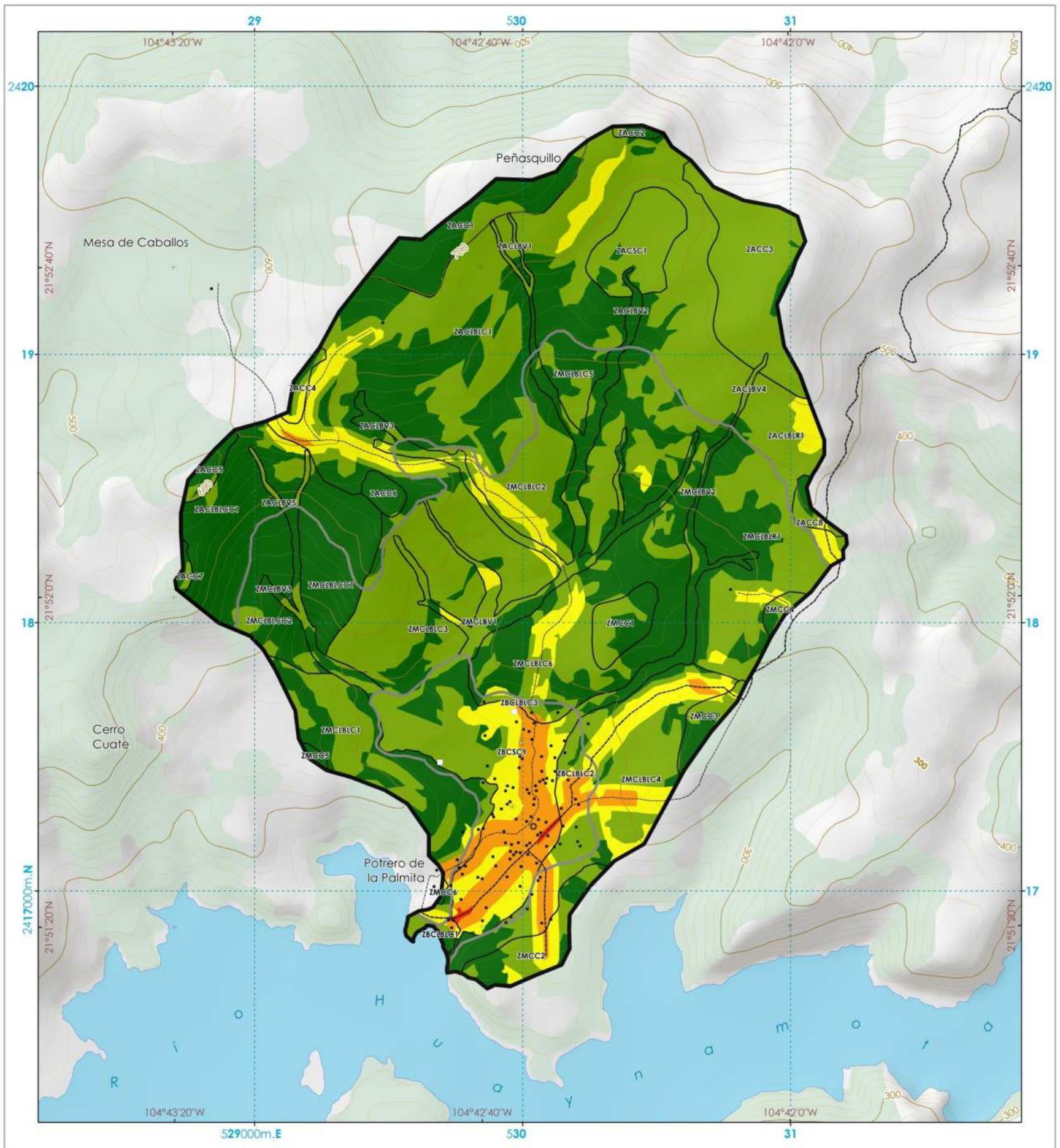
Otros Rasgos Culturales

- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Casa
- Cementerio
- Tanque de Agua
- En Operación
- Fuera de Uso
- Áreas Simbolizadas**
- Vegetación Densa

Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros
Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11
formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit.
Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 19. Aptitud Forestal. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000



Aptitud para Prestación de Servicios Ambientales



Simbología Temática

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Simbología Básica

Representación del Relieve

- Maestra
- Auxiliar

Vías Terrestres

- Brecha
- Vereda

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de Agua Perenne

Otros Rasgos Culturales

- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Casa
- Cementerio
- Tanque de Agua
- En Operación
- Fuera de Uso

Áreas Simbolizadas

- Vegetación Densa

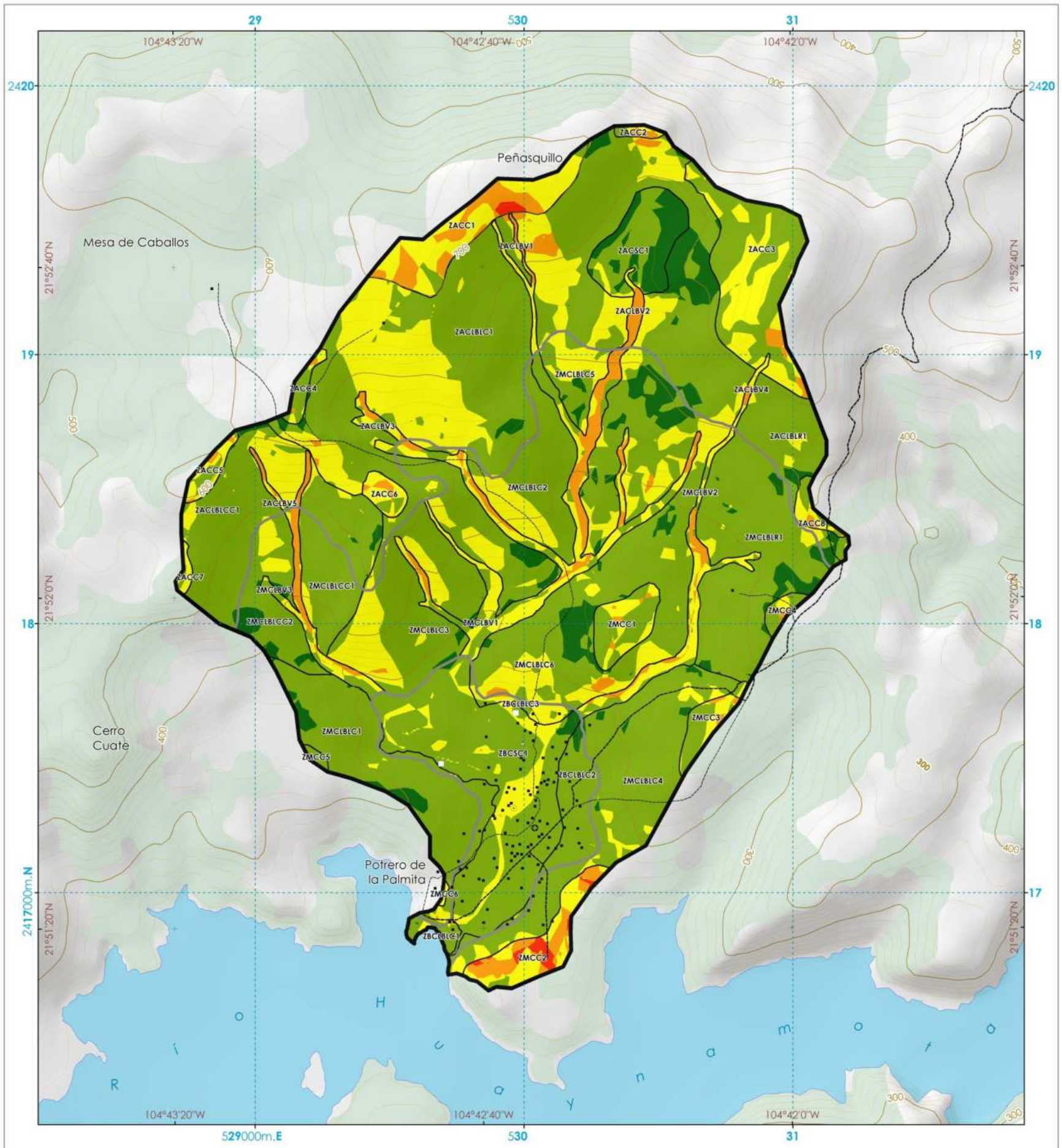


N
W E
S

Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros
Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11
formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit.
Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 20. Aptitud para Prestación de Servicios Ambientales. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

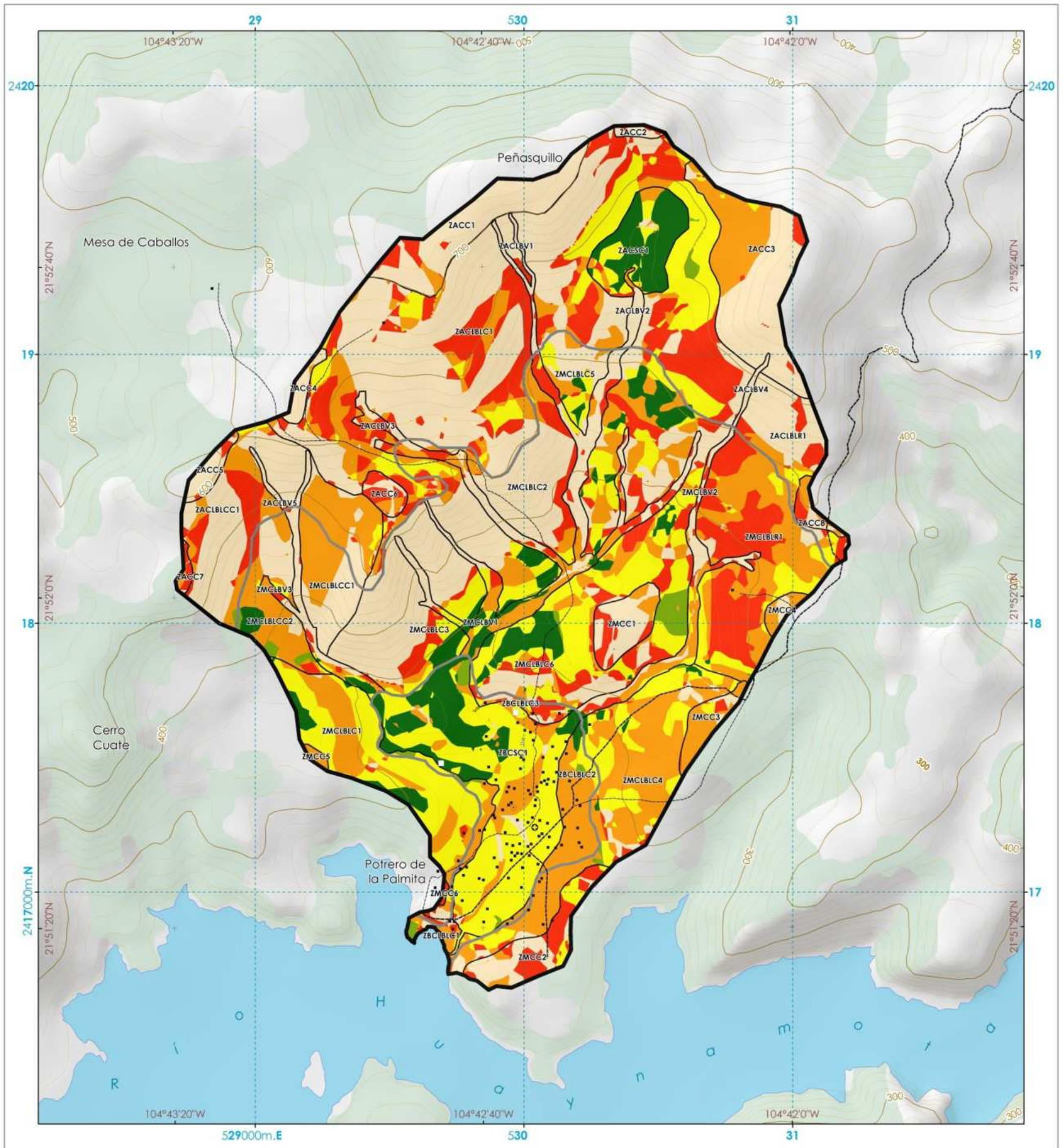


Escala: 1:7,000

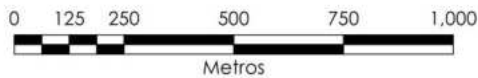


Mapa 21. Aptitud para Cultivo de Nopal. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

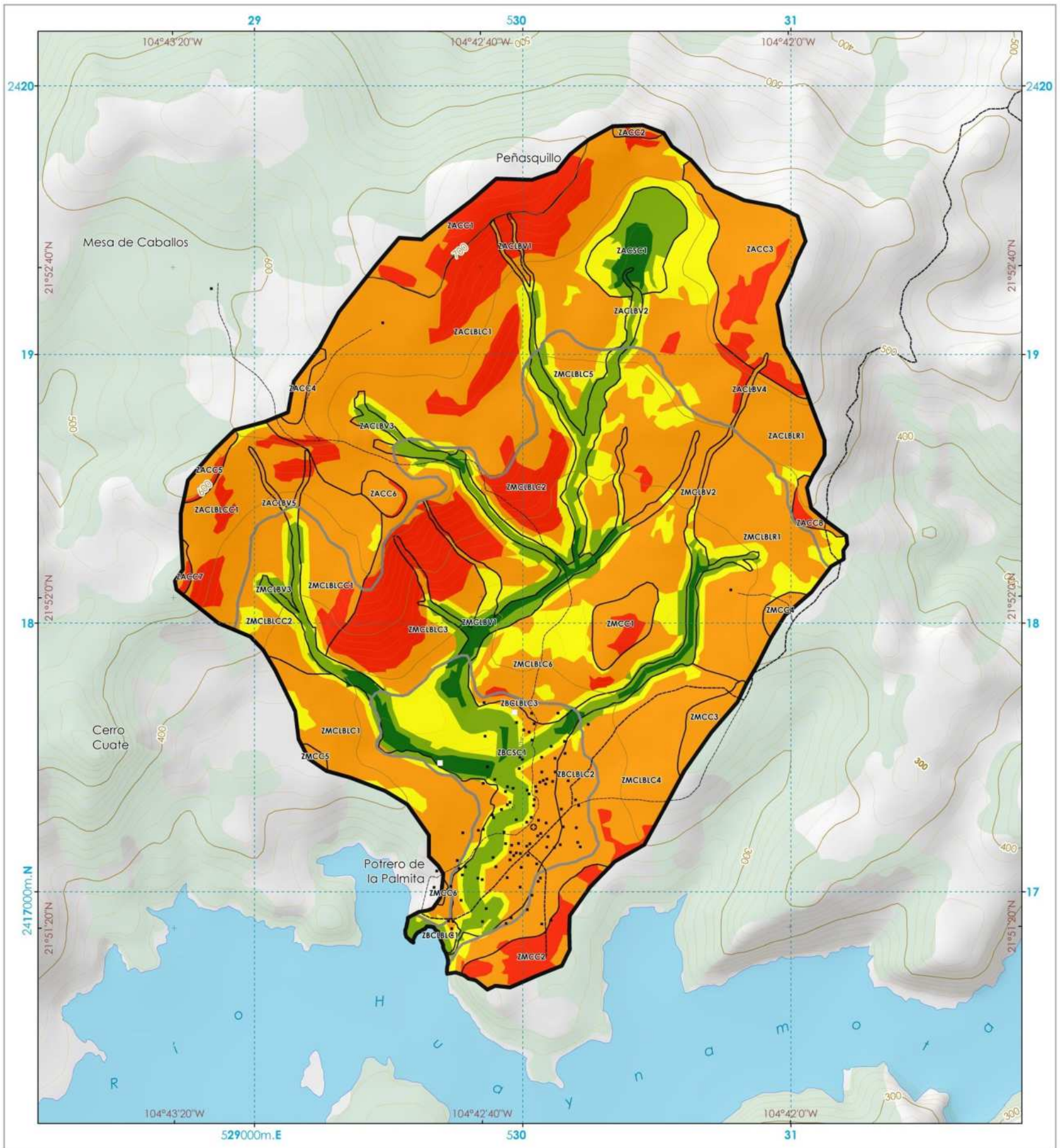


Escala: 1:7,000

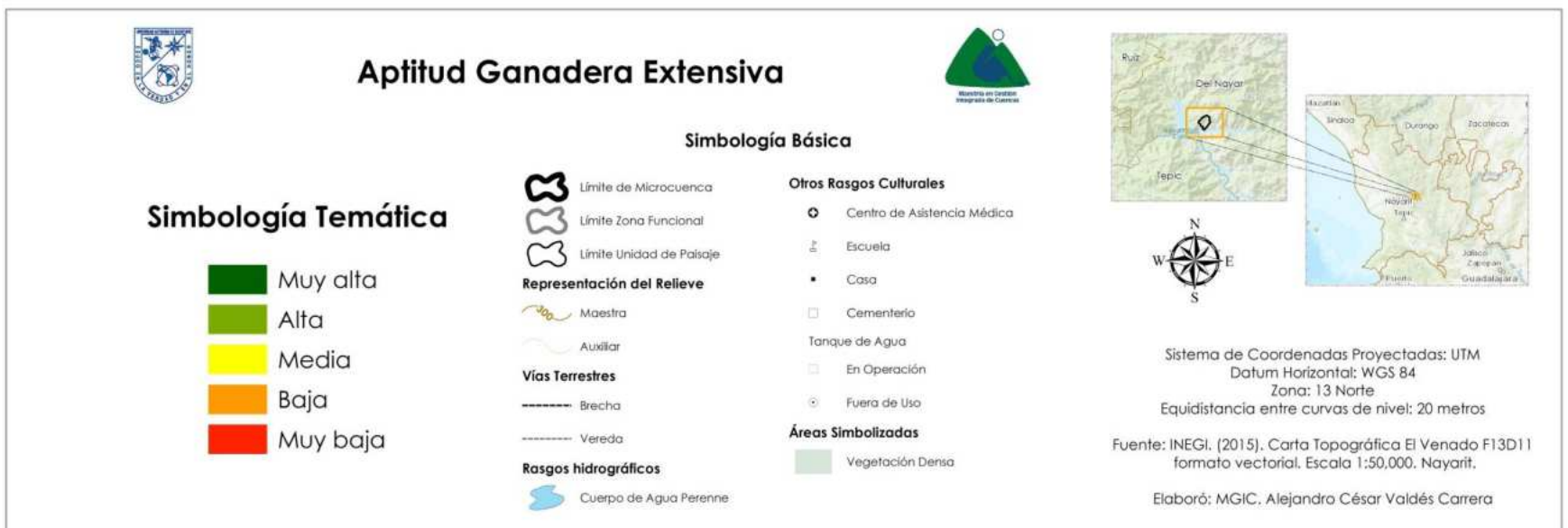


Mapa 22. Aptitud Agrícola de Temporal. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

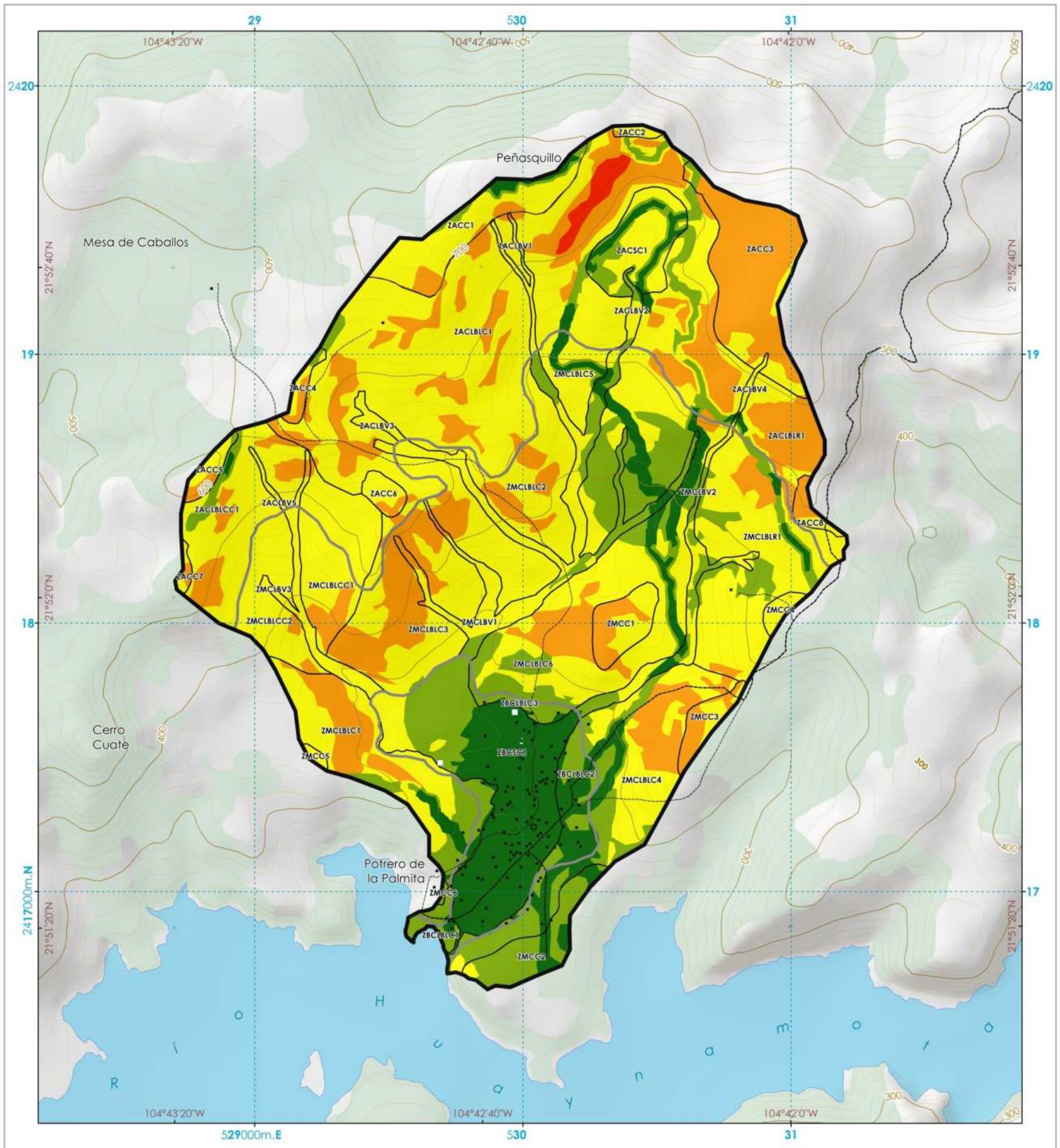


Escala: 1:7,000



Mapa 23. Aptitud Ganadera Extensiva. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

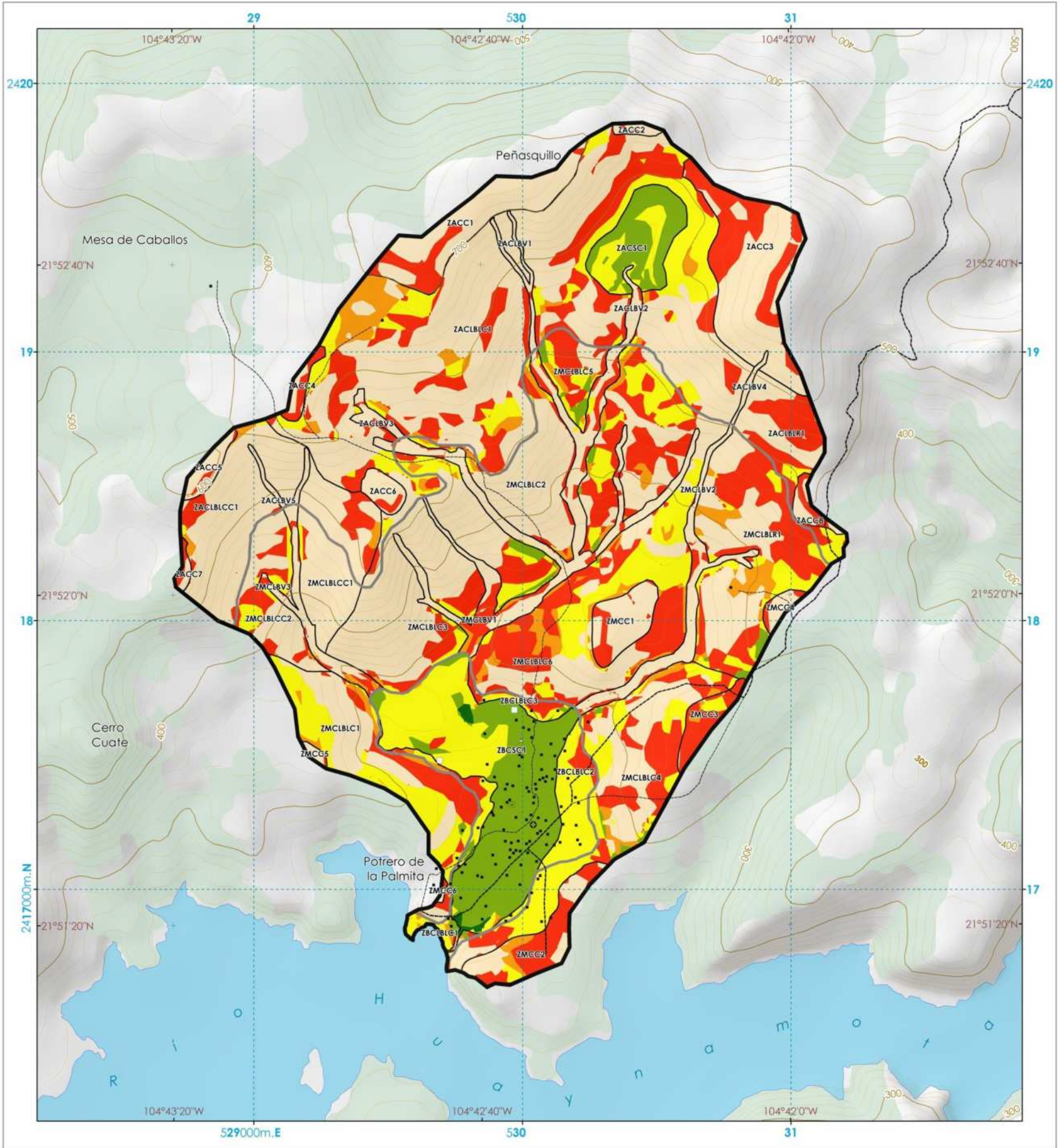


Escala: 1:7,000



Mapa 24. Aptitud Turística. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

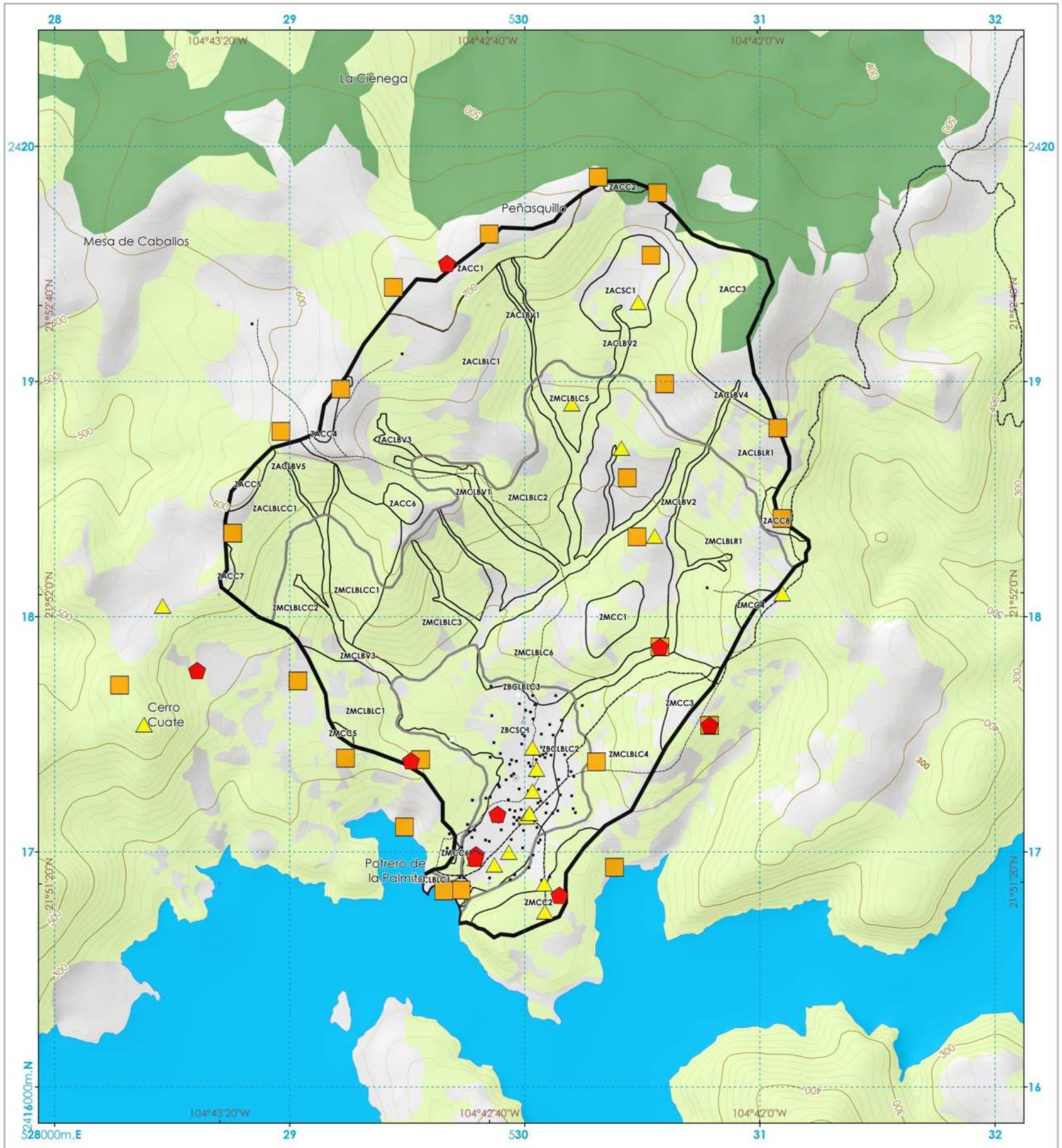


Escala: 1:7,000



Mapa 25. Aptitud para el Establecimiento de Asentamientos Humanos. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



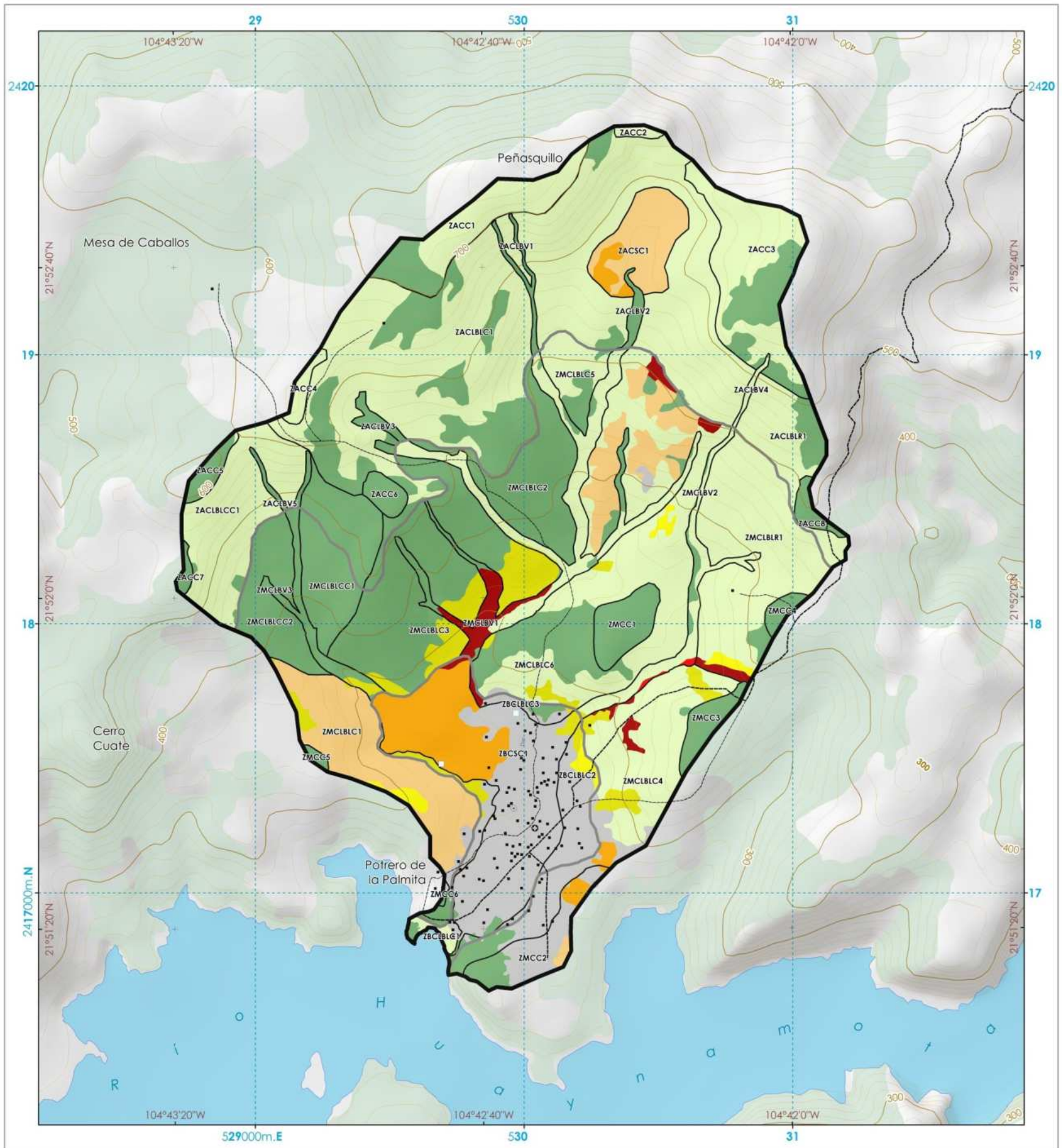
Escala: 1:8,000

0 125 250 500 750 1,000
Metros



Mapa 26. SIG Participativo Georreferenciado. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita

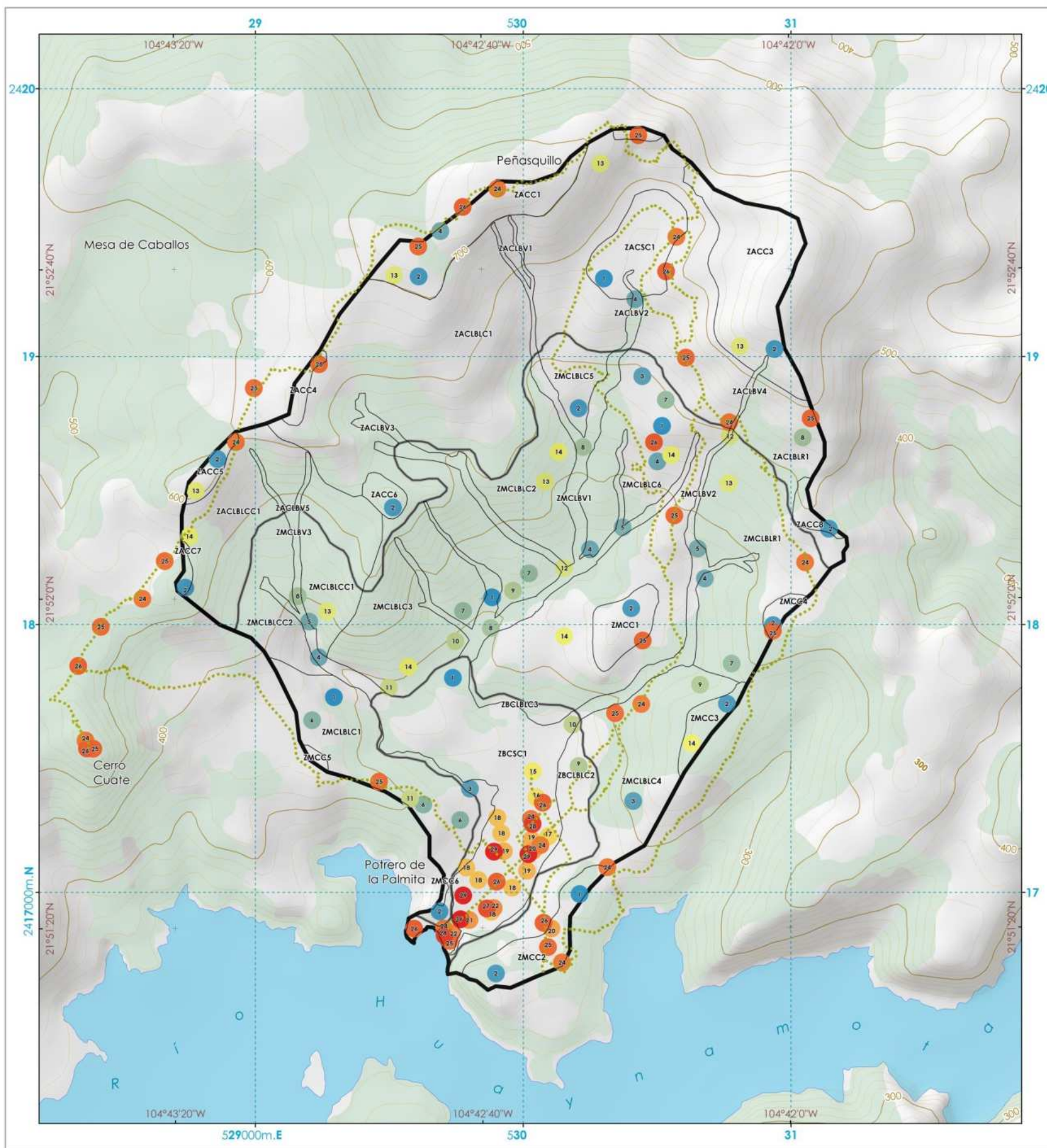


Escala: 1:7,000



Mapa 27. Propuesta de Optimización de Uso del Suelo. Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Potrero de la Palmita



Escala: 1:7,000

0 125 250 500 750 1,000
Metros



Acciones para la Optimización de Uso del Suelo

Simbología Temática



<ul style="list-style-type: none"> 1-Restringir y manejar el libre pastoreo del ganado 2-Revegetar con especies nativas y permitir el crecimiento vegetal 3-Sembrar barreras vivas 4-Construir de pequeños jagüeyes 5-Construir canales de llamada 6-Aplicar técnicas de surcado al contorno 7-Aplicar técnicas de terraceo 8-Construir presas filtrantes de costales o materiales de la región (rocas o ramas) 9-Aplicar abonos orgánicos (compostas, abonos verdes y estiércoles) 10-Conservar el sistema milpa y sembrar policultivos 11-Aplicar técnicas de labranza tradicional y de conservación 12-Llevar a cabo el manejo de escurrimientos 13-Construir finas ciegas y media lunas 14-Aprovechar los productos forestales no maderables 	<ul style="list-style-type: none"> 15-Reactivar la UMA 16-Reactivar el invernadero y el huerto comunitario 17-Conservar la forma de construcción tradicional 18-Implementar la granja ecológica integral y el huerto familiar 19-Conservar la imagen rural de las construcciones 20-Implementar representaciones culturales en la comunidad 21-Acondicionar la planta de drenaje como sitio de almacenamiento de agua pluvial 22-Construir una maqueta artesanal del territorio 24-Instalar mamparas interpretativas conservando la lengua huichol 25-Acondicionar los miradores y sitios de avistamiento 26-Instalar señalización de los sitios culturales y artesanales 27-Elaborar el listado de servicios de la comunidad y valorarlos económicamente 28-Difundir los servicios e importancia de la comunidad 29-Manejar los residuos sólidos 23-Acondicionar los senderos interpretativos
--	---

Simbología Básica

- Límite de Microcuenca
- Límite Zona Funcional
- Límite Unidad de Paisaje

Representación del Relieve

- Maestra
- Auxiliar

Rasgos Hidrográficos

- Cuerpo de Agua Perenne
- Áreas Simbolizadas
- Vegetación Densa



Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM
Datum Horizontal: WGS 84
Zona: 13 Norte
Equidistancia entre curvas de nivel: 20 metros
Fuente: INEGI. (2015). Carta Topográfica El Venado F13D11 formato vectorial. Escala 1:50,000. Nayarit.
Elaboró: MGIC. Alejandro César Valdés Carrera

Mapa 28. Acciones para la Optimización de Uso del Suelo. Fuente: Elaboración propia.