



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Naranjo

Capítulo I. Caracterización biofísica



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica
Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Capítulo I

Caracterización biofísica

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Capítulo I: Caracterización biofísica*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA.....	2
2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA	3
3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	6
4 CLIMA.....	10
4.1 Precipitación pluvial	10
4.2 Temperatura.....	11
4.3 Evapotranspiración potencial.....	11
5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA.....	13
5.1 Meteorología.....	13
5.2 Variabilidad de la época lluviosa	14
5.3 Canícula.....	17
6 CAMBIO CLIMÁTICO	20
6.1 Proyecciones de cambio climático	20
7 HIDROLOGÍA	26
7.1 Balance hidrológico.....	26
7.2 Caudales	27
7.3 Agua subterránea	29
7.4 Recarga hidrológica	30
7.5 Cuerpos de agua	31
8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA	33
9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE.....	35
10 GEOLOGÍA.....	36
11 SUELOS.....	37
12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA	39
13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	44
14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO	47
15 EROSIÓN HÍDRICA.....	48
16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS	49
17 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS	52

18	RIESGO.....	54
18.1	Deslizamientos.....	54
18.2	Inundaciones	55
18.3	Sequía	56
18.4	Vulnerabilidad sistémica	57
18.5	Amenazas climáticas.....	58
18.6	Riesgo a amenazas climáticas	59
18.7	Riesgo a desastres.....	60
19	TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR.....	65
20	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.....	66
21	SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	67
	REFERENCIAS.....	69

Índice de tablas

Tabla 1.	Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	7
Tabla 2.	Balance hidrológico anual de la cuenca del río Naranjo y sus cuencas de nivel 7 (millones de metros cúbicos).....	26
Tabla 3.	Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Naranjo	33
Tabla 4.	Uso de la tierra 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Naranjo ..	39
Tabla 5.	Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Naranjo	41
Tabla 6.	Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra.....	44
Tabla 7.	Distribución de las zonas de vida en la cuenca del río Naranjo por superficie ocupada	49
Tabla 8.	Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Naranjo.....	66

Índice de figuras

Figura 1.	Metodología general para la caracterización biofísica de cuencas hidrográficas.....	2
Figura 2.	Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	3
Figura 3.	Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	4
Figura 4.	Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	5
Figura 5.	Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	6
Figura 6.	Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	9
Figura 7.	Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Naranjo	9

Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas, período 1991 a 2020	10
Figura 9. Temperatura media anual e isotermas, período 1991 a 2020.....	11
Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual de la cuenca del río Naranjo, periodo 2000-2013	12
Figura 11. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Naranjo, periodo 2019-2020	13
Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Naranjo, período 2019-2020.....	14
Figura 13. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo	15
Figura 14. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo .	16
Figura 15. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo.....	16
Figura 16. Precipitación media mensual simulada mediante el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental	17
Figura 17. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Naranjo .	18
Figura 18. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la cuenca del río Naranjo	19
Figura 19. Variabilidad de la precipitación pluvial media durante la canícula en la cuenca del río Naranjo	19
Figura 20. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	20
Figura 21. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	21
Figura 22. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	22
Figura 23. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	22
Figura 24. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	23
Figura 25. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	24
Figura 26. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	24
Figura 27. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	25
Figura 28. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Naranjo.....	27
Figura 29. Hidrometría en la cuenca del río Naranjo	28
Figura 30. Caudales semanales históricos durante la época seca en el punto de aforo Naranjo, periodo 2016-2021	28
Figura 31. Caudales semanales históricos durante la época seca en el punto de aforo Cimarrón, periodo 2016-2021	29
Figura 32. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Naranjo.....	30

Figura 33. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Naranjo	31
Figura 34. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Naranjo	32
Figura 35. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Naranjo	34
Figura 36. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Naranjo.....	35
Figura 37. Geología de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	36
Figura 38. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Naranjo	38
Figura 39. Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Naranjo para el año 2012.....	40
Figura 40. Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Naranjo.....	42
Figura 41. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Naranjo, periodo 2010-2016	43
Figura 42. Capacidad de uso de la tierra de la cuenca del río Naranjo según la metodología del INAB.....	46
Figura 43. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Naranjo.....	47
Figura 44. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Naranjo	48
Figura 45. Zonas de vida en la cuenca del río Naranjo, con base en el sistema de clasificación de Holdridge.....	50
Figura 46. Registro de la biodiversidad en la cuenca del río Naranjo, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica	52
Figura 47. Áreas protegidas en la cuenca del río Naranjo	53
Figura 48. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Naranjo.....	54
Figura 49. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Naranjo	55
Figura 50. Amenaza por inundación en la cuenca del río Naranjo.....	56
Figura 51. Amenaza por sequía en la cuenca del río Naranjo.....	57
Figura 52. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Naranjo	58
Figura 53. Amenazas climáticas por categorías en la cuenca del río Naranjo	59
Figura 54. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Naranjo.....	60
Figura 55. Índice de peligro y exposición a desastres en la cuenca del río Naranjo	61
Figura 56. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Naranjo.....	62
Figura 57. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Naranjo	63
Figura 58. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Naranjo.....	64
Figura 59. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Naranjo.....	65
Figura 60. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Naranjo.....	66

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Digegr	Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Gimbot	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
Iarna	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
IEV	índice de explosividad volcánica
INAB	Instituto Nacional de Bosques
Inform	<i>index for risk management</i> (índice para la gestión del riesgo)
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Modis	<i>moderate resolution imaging spectroradiometer</i> (espectrorradiómetro de imágenes de resolución media)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
NTSG-UM	Numerical Terradynamic Simulation Group of University of Montana (Grupo de Simulación Numérica Terradinámica de la Universidad de Montana)
RCP	<i>representative concentration pathways</i> (trayectorias de concentración representativas)

RegCM	Regional Climate Model System (Sistema de Modelo de Clima Regional)
Sismicede	Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastres
SNIBgt	Sistema Nacional de Información de Diversidad Biológica de Guatemala
URL	Universidad Rafael Landívar
WEAP	Water Evaluation and Planning System (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua)

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo se elaboró en cuatro fases, publicadas en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores de la cuenca
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

El presente documento corresponde al capítulo I y describe variables o características tales como los parámetros morfológicos de la cuenca, el clima, la hidrología, los suelos, el uso y la cobertura de la tierra, los riesgos, la biodiversidad, entre otros.

1 METODOLOGÍA

La caracterización biofísica de la cuenca hidrográfica del río Ocosito se realizó a partir de fuentes primarias y secundarias sobre las siguientes variables biofísicas: morfología de cuenca, variabilidad y cambio climático, hidrología, fisiografía-geomorfología, topografía, geología, suelos, cobertura y uso de la tierra, capacidad e intensidad de uso de los suelos, erosión, zonas de vida y ecosistemas, biodiversidad y áreas protegidas, riesgo, basureros y aprovechamiento energético. La información recopilada fue tratada para su sistematización, análisis y procesamiento espacial a través de la herramienta de sistemas de información geográfica (SIG), y con ello fue posible obtener la distribución espacial de las variables (mapas), gráficos y/o tablas; que soportan la descripción de las variables (Figura 1). Los parámetros de morfología de la cuenca se calcularon a través del programa QGIS v. 3.10.11 A Coruña (QGIS Development Team, 2019).

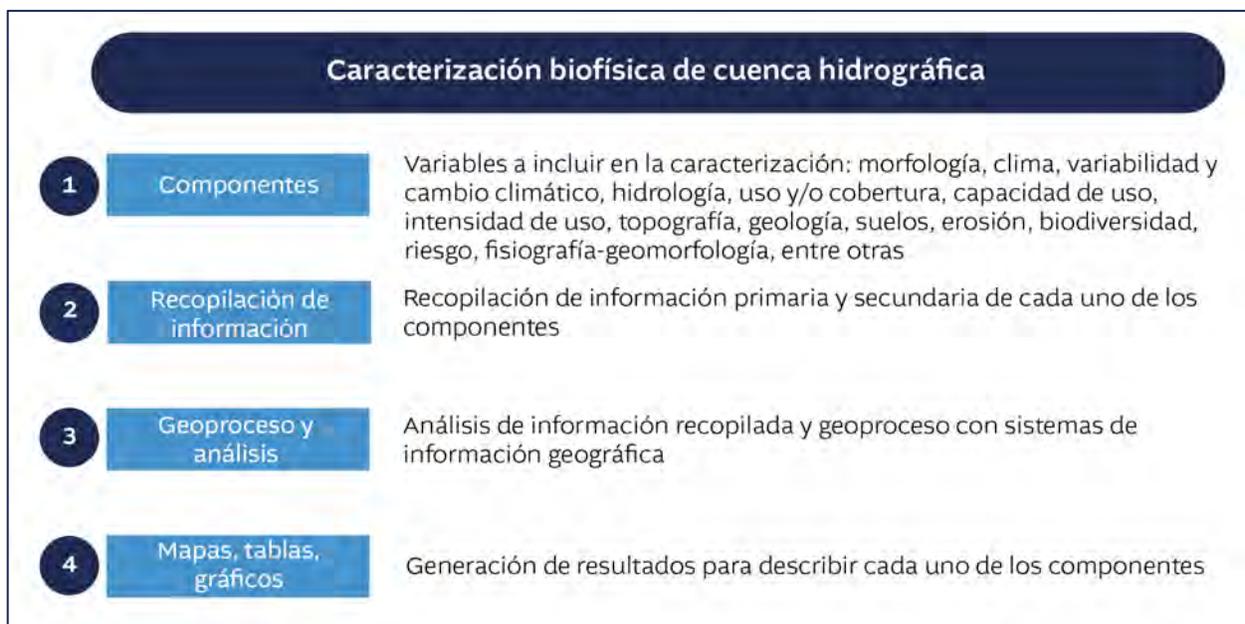


Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de cuencas hidrográficas

Fuente: elaboración propia (2022).

2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA

El límite de la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponde al nivel 6, según la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2009), el cual fue definido a través del método Pfafstetter (1989). Aunque comparte el mismo código con la cuenca del río Ocosito (957557), según la cartografía existe diferenciación espacial entre ambas. Debido a que la cuenca del río Naranjo no tiene desembocadura al mar, fue necesario delimitar dicha salida considerando que su cauce principal sí desemboca al mar Pacífico, para lo cual fue necesario ajustar las cuencas Suchiate, Naranjo y Ocosito.

La parte alta de la cuenca del río Naranjo corresponde, parcial o totalmente, con los municipios de San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa, San Martín Sacatepéquez, Palestina de Los Altos, San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho, Esquipulas Palo Gordo y San Lorenzo. La mayor trayectoria del cauce principal del río Naranjo corresponde a la división territorial administrativa (Figura 2).

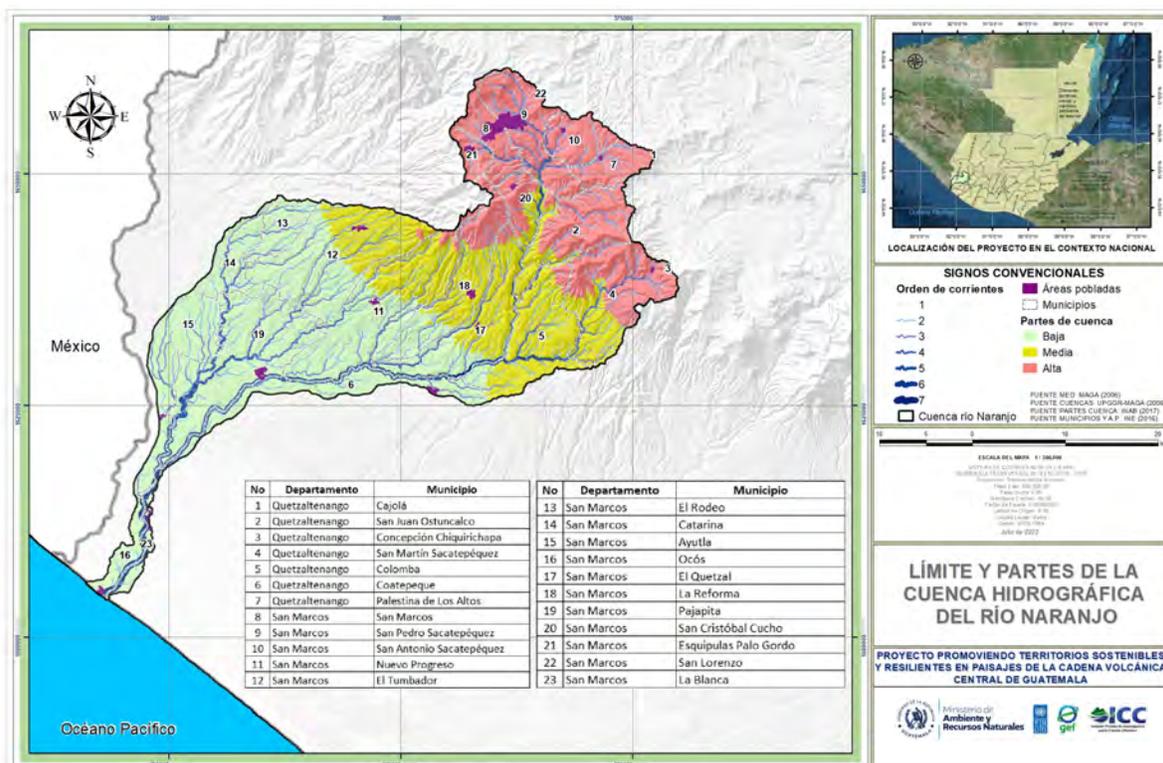


Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009); Instituto Nacional de Bosques (2017a); Instituto Geográfico Nacional (2016c).

Los municipios que tienen correspondencia parcial con la cuenca media son San Cristóbal Cucho, San Juan Ostuncalco, San Martín Sacatepéquez, Colomba Costa Cuca, Nuevo Progreso, El Tumbador, El Rodeo, El Quetzal y La Reforma.

En la cuenca baja se encuentran principalmente los municipios de Coatepeque, Ayutla, Pajapita, Catarina, Ocós y La Blanca. Los municipios de Nuevo Progreso, El Tumbador, El Rodeo, El Quetzal y La Reforma tienen una porción de su territorio en la cuenca baja (Figura 2).

La cuenca del río Naranjo es de nivel 6 (código 957557) según el método Pfafstetter (1989). Se divide en cinco cuencas de nivel 7, de las cuales la cartografía sólo nombra a las cuencas Meléndrez (código 9575572) y Mujuliá (9575574). Dos de las tres restantes que no poseen nombre fueron nombradas con base en el análisis cartográfico realizado: Naranjo bajo (9575571) y Naranjo medio-alto (9575575) (Figura 3).

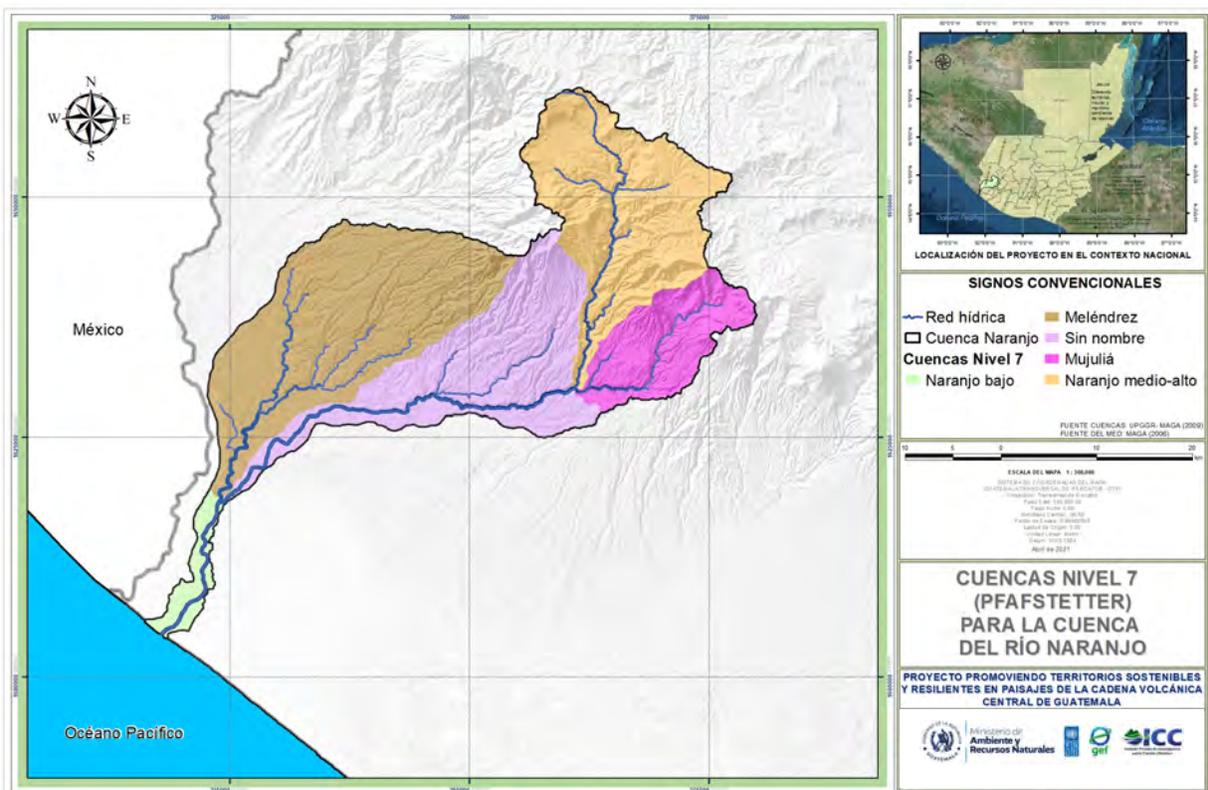


Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

Se identificaron 33 cuencas de nivel 8¹, de las cuales únicamente 15 están nombradas en la cartografía, como: Turbalá (código 95755758), Sacchilá (95755744), Nahuatán (95755734), Meléndrez (95755732), Masá (95755729), Palatzá (95755742), entre otras. De las cuencas sin nombre se logró nombrar las siguientes según el análisis cartográfico realizado: Naranjo bajo (95755710) y Naranjo alto (95755759) (Figura 4).

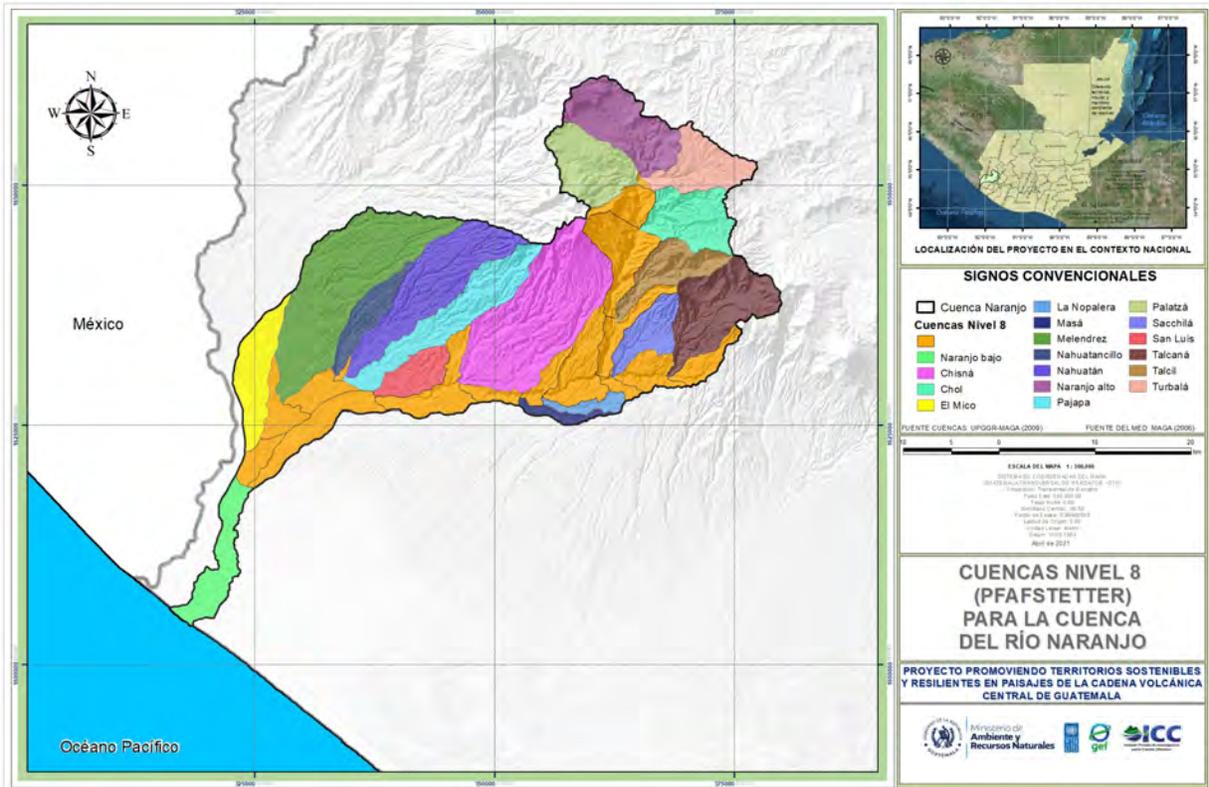


Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

¹ Unidades hidrográficas que forman parte de las cuencas de nivel 7.

3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Las coordenadas planas locales (GTM) del centroide de la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponden a 1 637 557.7 metros norte y 351 129.8 metros oeste. Esta cuenca es exorreica y pertenece a la vertiente del Pacífico. En cuanto a su superficie, en el contexto de Guatemala, es una cuenca grande (Figura 5). Su extensión territorial es de 1242.6 kilómetros cuadrados (km²) y su perímetro de 253 kilómetros (km). Tiene forma alargada a favor de la dirección de la corriente principal, según lo revelan los siguientes parámetros: factor de forma (F), índice de Gravelius (C), relación circular (R_c) y radio de elongación (R_e) (Tabla 1).

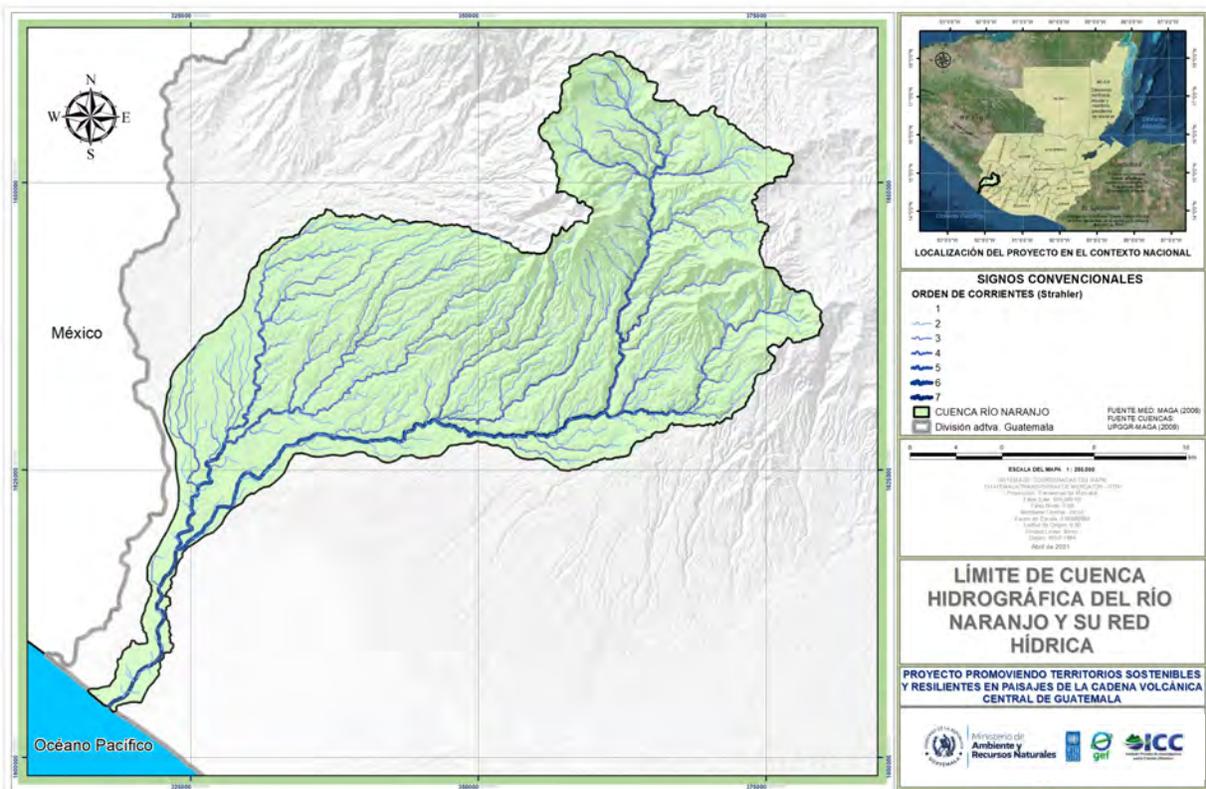


Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

Con base en los parámetros de densidad de drenaje (D_d), número de infiltración (N_{inf}), frecuencia de corrientes (F_c) y textura de drenaje (T_d), la cuenca tiende a presentar un alto potencial de escorrentía superficial, baja permeabilidad y rápida respuesta hidrológica (9.9 horas). Esto se debe a su

composición textural fina, lo que llevaría a alcanzar el caudal pico o máximo en corto tiempo (Tabla 1).

La cuenca es de origen y desarrollo geológico resistente y homogéneo, con tendencia a generar caudales de alta magnitud debido a sus patrones de drenaje, dendríticos y paralelos; al alto orden de corrientes y a la variación del radio de bifurcación. Su corriente de séptimo orden es la más susceptible a inundaciones y erosión. El resto de las corrientes tienen alta capacidad de almacenamiento luego de eventos de lluvia, según lo indica el coeficiente de almacenamiento hidrológico (Tabla 1).

Es una cuenca muy montañosa según el coeficiente de masividad, con un terreno escarpado e irregular acorde a su pendiente media, los coeficientes de relieve y orográfico, y el número de rugosidad. Esto la hace vulnerable a erosión intensa y transporte de sedimentos, debido a la corta trayectoria que el agua debe recorrer en este tipo de relieve complejo. Además, se confirmó que el potencial de producción de escorrentía superficial es alto y la recarga hídrica es baja (Tabla 1).

Tabla 1. Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Aspectos lineales		
Parámetro	Unidad	Valor
Perímetro (P)	km	241.5
Orden de corrientes (u)	Orden jerárquico	7
Radio de bifurcación medio ($\overline{R_b}$)	Adimensional	17.3
Longitud media de corrientes ($\overline{L_u}$)	km	0.8
Radio de longitud medio ($\overline{R_L}$)	Adimensional	0.5
Longitud del cauce principal (L_c)	km	112.2
Longitud axial o máxima de la cuenca (L_b)	km	75.4
Longitud acumulada de corrientes (L_a)	km	2452.1
Textura de drenaje (T_d)		12.7
Coeficiente de almacenamiento hidrológico (ρ)	Adimensional	0.31
Aspectos de superficie		
Área (A)	km ²	1242.6
Factor de forma (F)	Adimensional	0.10
Coeficiente de compacidad (C)	Adimensional	1.93
Relación circular (R_c)	Adimensional	0.27
Radio de elongación (R_e)	Adimensional	0.53
Densidad de drenaje (D_d)	km/km ²	1.97

Aspectos de superficie		
Parámetro	Unidad	Valor
Frecuencia de corrientes (F_c)	Corrientes/km ²	2.47
Coefficiente de torrencialidad (C_t)	U_1/ km^2	1.25
Número de infiltración (N_{inf})	Adimensional	4.88
Aspectos de relieve		
Relieve de la cuenca (R)	m s.n.m.	3587.00
Pendiente media de la cuenca (S)	Porcentaje	34.44
Pendiente media del cauce principal (S_c)	Porcentaje	25.30
Elevación media de la cuenca (E_m)	m s.n.m.	1112
Coefficiente de masividad (K_m)	km	0.89
Coefficiente de relieve (C_r)	Adimensional	0.05
Coefficiente orográfico (C_o)	Adimensional	0.0009
Número de rugosidad (N_r)	Adimensional	7.08
Tiempo de concentración		
Tiempo de concentración (T_c)	Minutos	595

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

La elevación media es de 1112 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) y su elevación más frecuente se presenta en el intervalo de 0 a 96 m s.n.m. La curva hipsométrica muestra que la cuenca se encuentra en un estado transitorio de evolución del paisaje, entre su equilibrio y vejez temprana. Las partes media y baja de la cuenca presentan un potencial entre medio y bajo a la erosión hídrica; mientras que en su parte baja o casi planicie predomina la acumulación de sedimentos (Figura 6).

El gradiente moderadamente escarpado de su cauce principal, sumado al alto potencial de producción de escorrentía superficial, ocasionan el aumento de la potencia de la corriente para el transporte de sedimentos, lo cual se intensifica en época lluviosa (Figura 7).

Morfológicamente, la cuenca del río Naranjo tiene alto potencial de producción de escorrentía superficial y bajo potencial de infiltración y recarga hídrica. Dado su relieve abrupto e irregular es susceptible a la erosión hídrica. La desembocadura del río principal es vulnerable a inundaciones y su corriente principal mantiene alta potencia para el transporte de sedimentos.

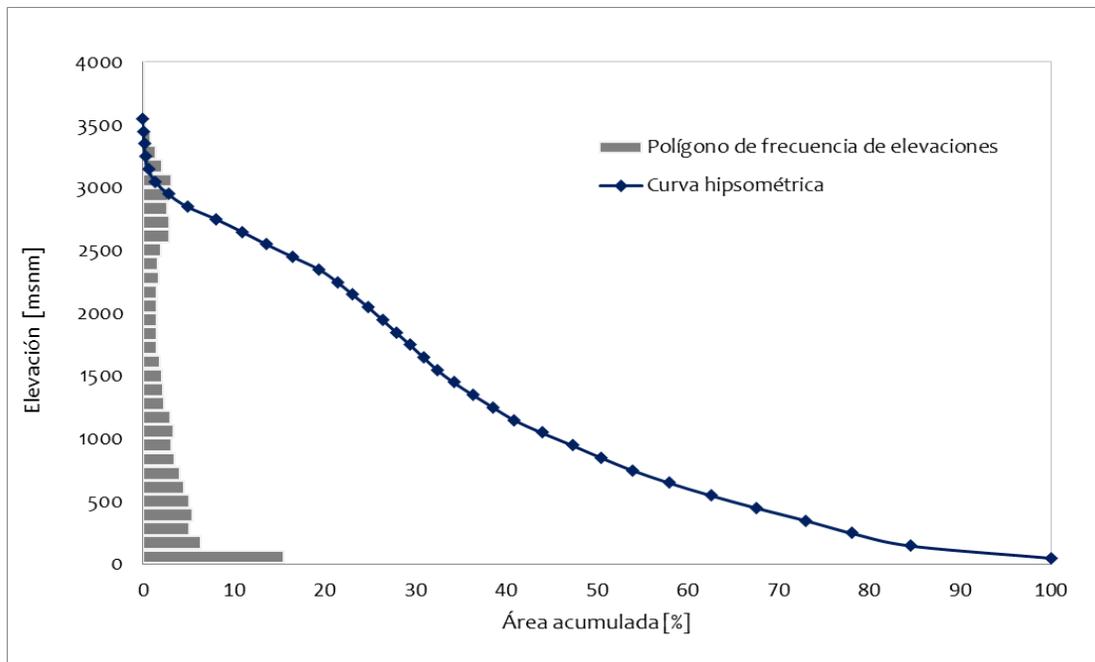


Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

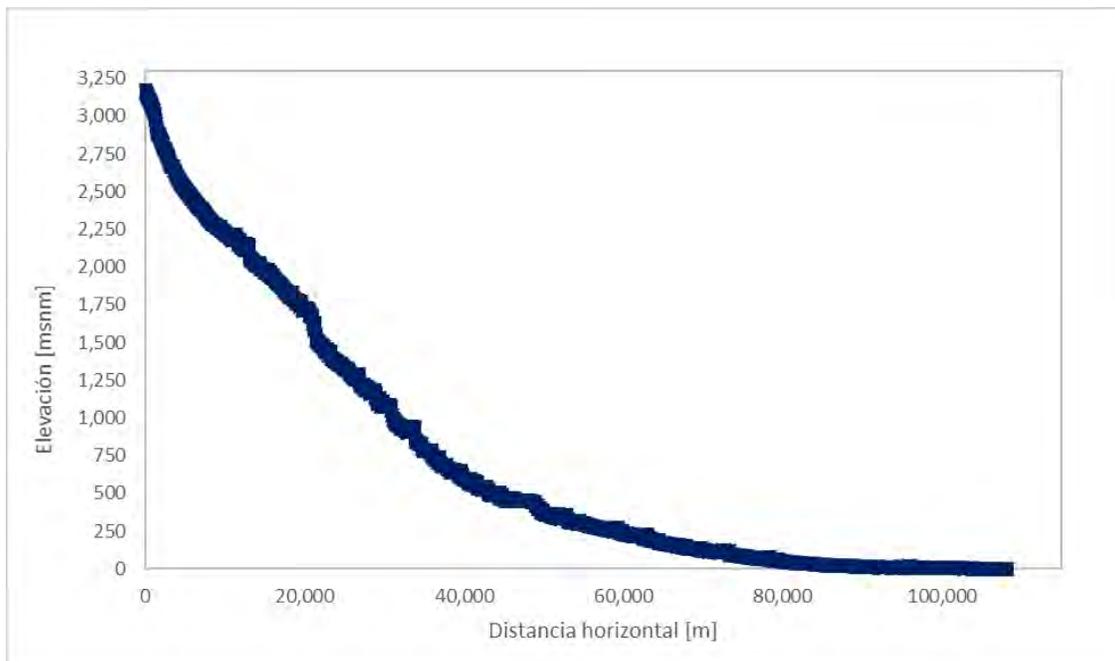


Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

4 CLIMA

4.1 Precipitación pluvial

La cuenca hidrográfica del río Naranjo se caracteriza por lo siguiente: (a) la precipitación pluvial media anual fue de 2674.7 ± 872.2 mm durante el período 1991 a 2020; (b) en la parte baja se presentan rangos mayormente de 3000 a 4000 mm anuales; (c) al incrementar la altitud (parte media), se aprecia una banda comprendida entre los 2000 a 3000 mm; (d) en la parte alta la precipitación anual es inferior a los 2000 mm (Figura 8). La variación espacial de esta variable climática fue calculada por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022), según el método de interpolación *Kriging* ordinario y otros procedimientos de control de calidad que fueron aplicados a los datos de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

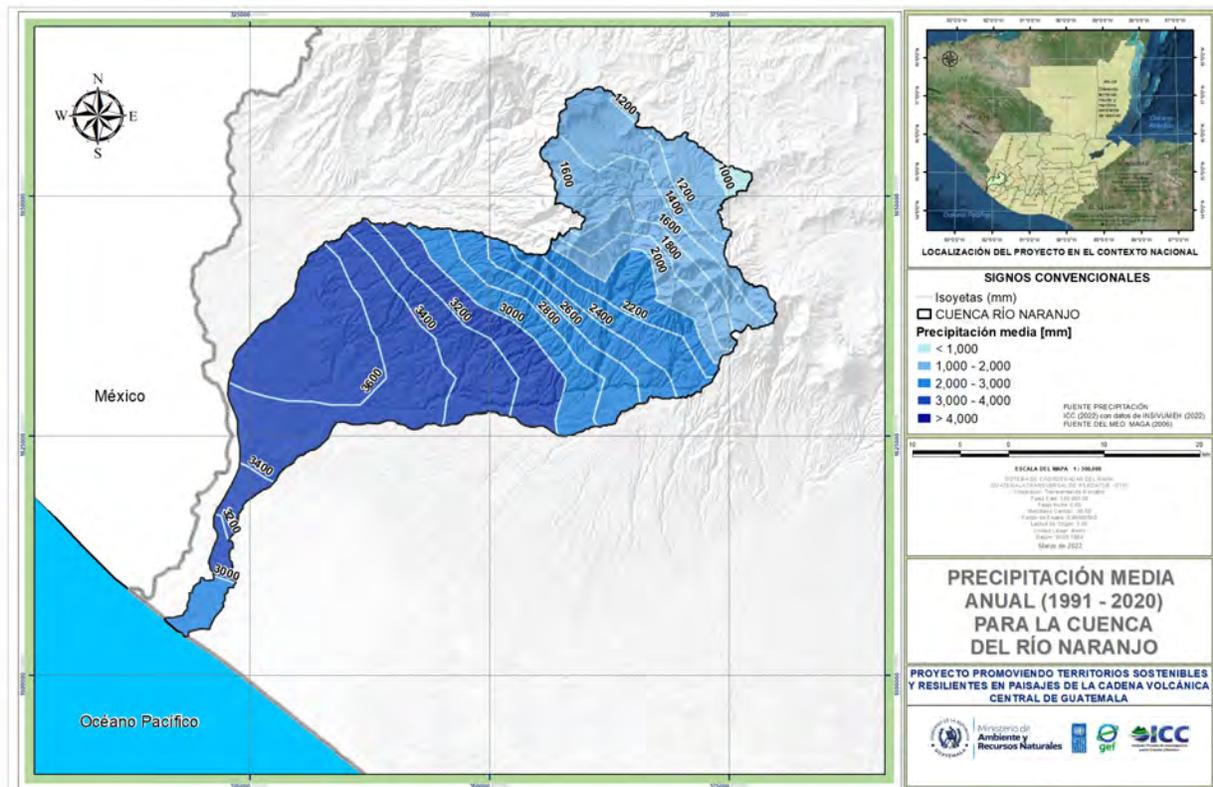


Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas, período 1991 a 2020
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

4.2 Temperatura

La temperatura media anual multianual (1991-2020) en la cuenca hidrográfica del río Naranjo fue igual a 22.3 ± 4.8 °C; en su parte más alta fue inferior a 23 °C, en la cuenca media de 23 a 27°C y en la parte más baja superior a 27°C (Figura 9). Esta información fue obtenida por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) a través de la interpolación y control de calidad de los datos de la red meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

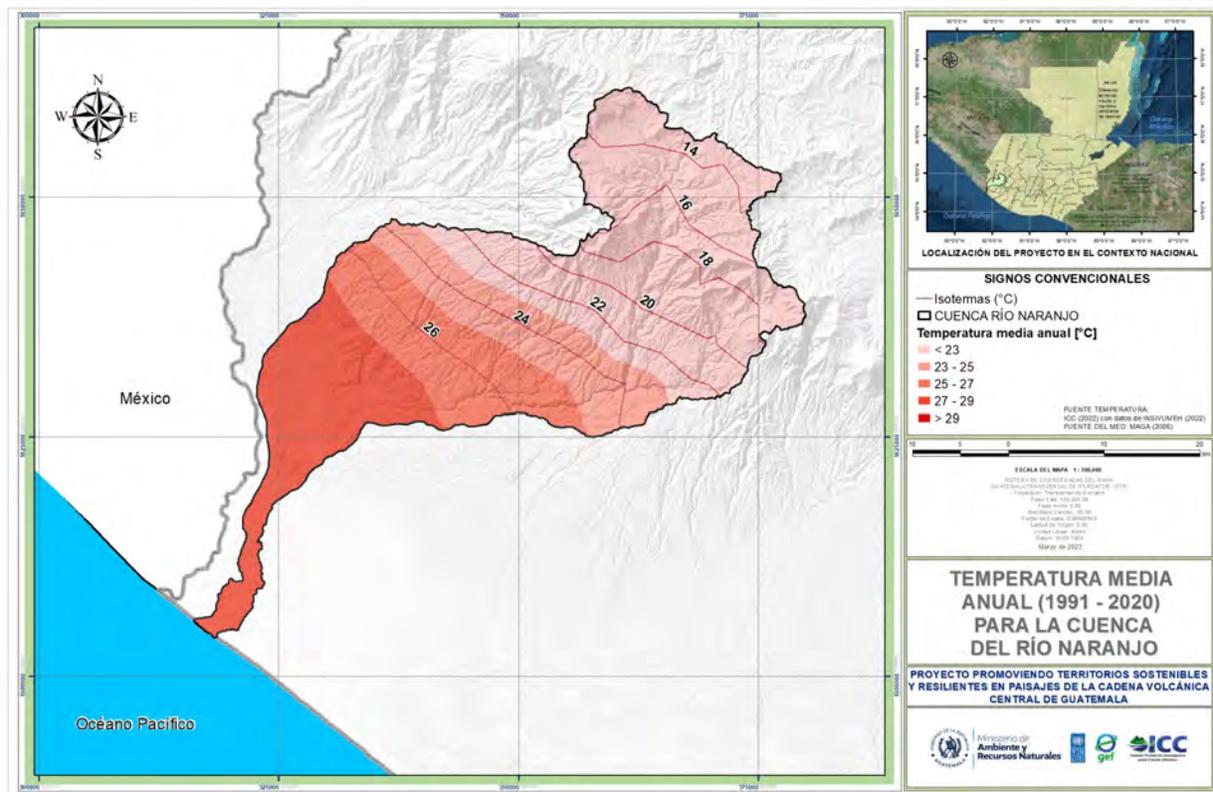


Figura 9. Temperatura media anual e isotermas, período 1991 a 2020

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

4.3 Evapotranspiración potencial

Se estima que la evapotranspiración media anual fue de 1972 ± 159 mm para el período 2000-2013. En la mayor parte de la superficie de la cuenca fue

inferior a 2000 mm, mientras que en la zona más baja y otras áreas aisladas estuvo comprendida entre los 2000 a 2500 mm anuales² (Figura 10).

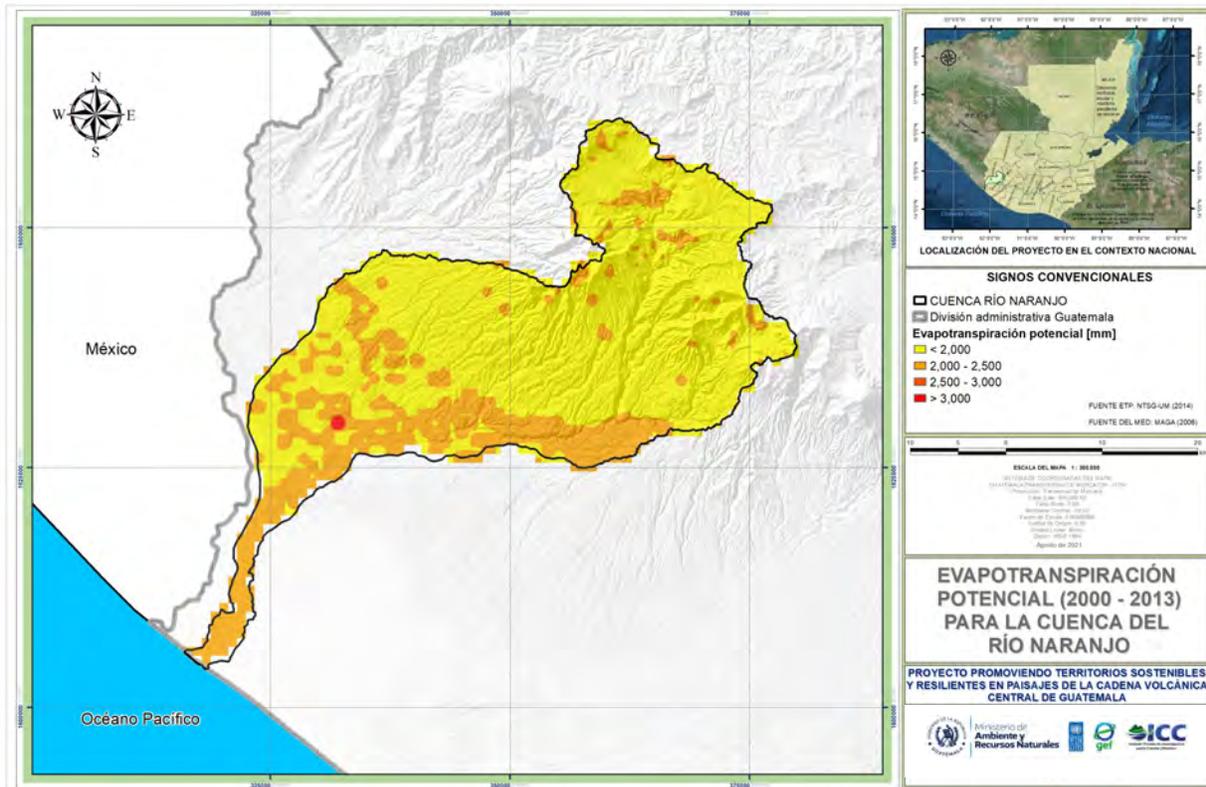


Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual de la cuenca del río Naranjo, periodo 2000-2013

Fuente: elaboración propia con datos de Numerical Terradynamic Simulation Group (2014).

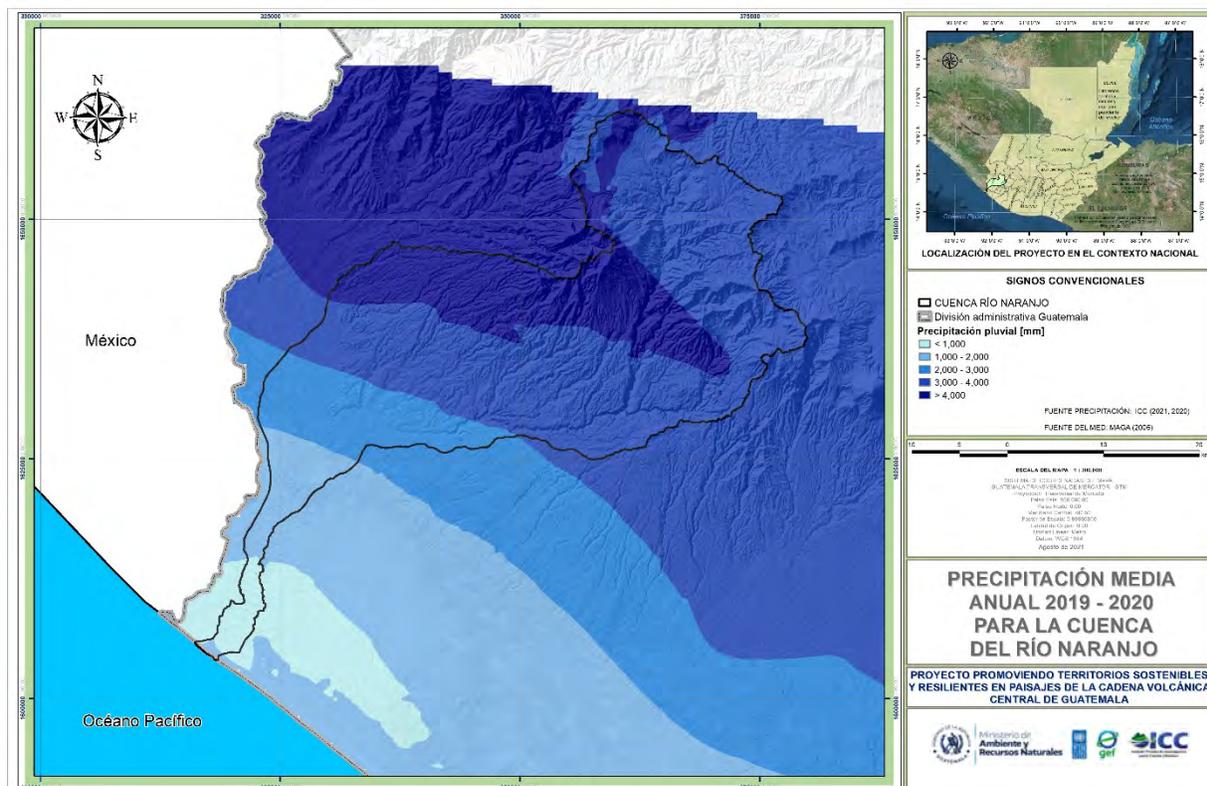
² Estos datos corresponden al satélite *Modis* (*moderate resolution imaging spectroradiometer*), que utiliza datos de a partir de teledetección y meteorología observada. Destaca el uso de variables que definen la evapotranspiración como el albedo, el índice de área foliar, la meteorología de la NASA, la cobertura terrestre y el índice de vegetación mejorado (Mu *et al.*, 2011).

5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

5.1 Meteorología

5.1.1 Precipitación pluvial y temperatura media anual (2019-2020)

La precipitación media anual en la cuenca del río Naranjo fue de 3494 milímetros (mm) durante el período 2019-2020 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2020b, 2021b). En la mayor parte de la superficie de la cuenca (por arriba de los 90 m s.n.m) se presentan precipitaciones anuales por arriba de los 3000 mm; mientras que por debajo de los 90 m s.n.m. existen tres bandas de precipitación. Las precipitaciones menores (< 1000 mm) ocurren en la zona de desembocadura del río Naranjo, que corresponde a la porción de los municipios de La Blanca y Ocos que se encuentran dentro de esta cuenca (Figura 11).



La temperatura media anual en esta cuenca fue de 25.18 °C durante el período 2019-2020 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020b, 2021b). En su zona de menor altitud (municipios de La Blanca y Ocos), las temperaturas estuvieron entre los 27 °C a 29 °C. En el rango de los 17 a los 2100 m s.n.m., la temperatura anual se ubica entre los 25 °C a 27 °C, que corresponde a la temperatura más frecuente en la cuenca. Por último, en la parte más alta o cabecera de la cuenca las temperaturas anuales están por abajo de los 25 °C (Figura 12).

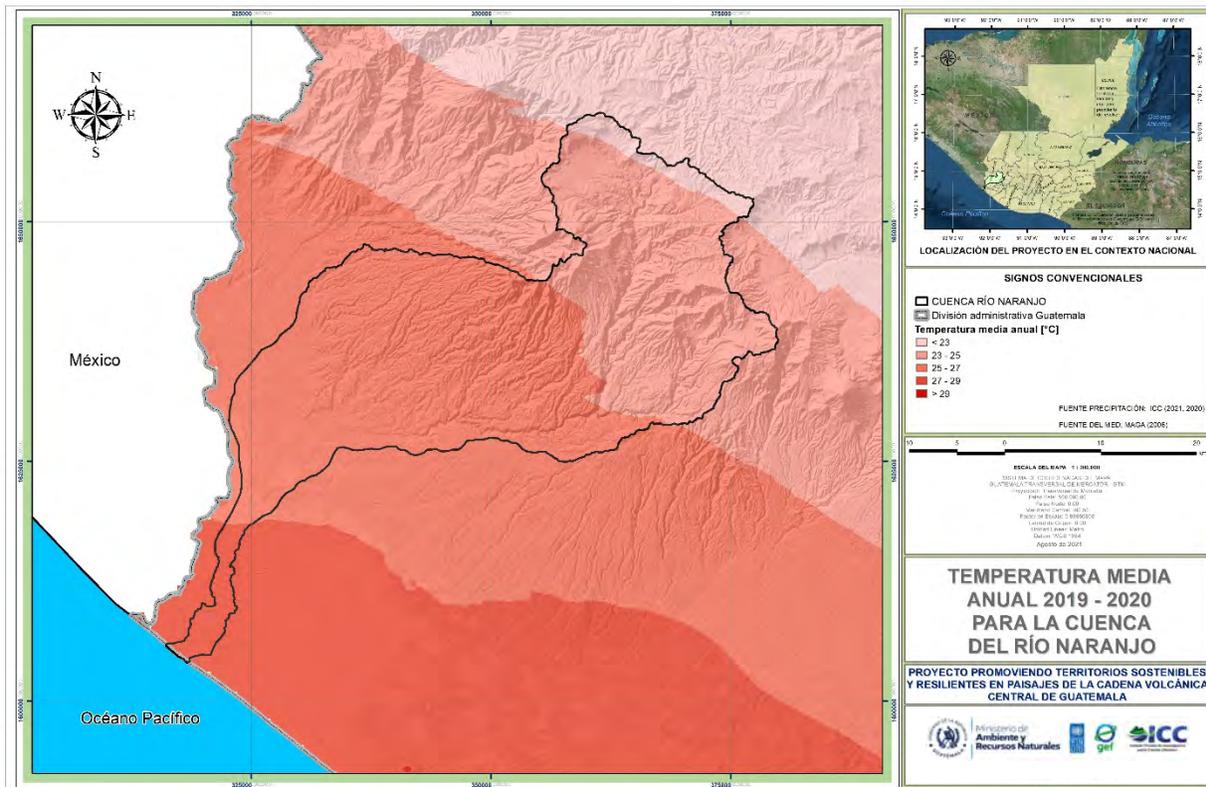


Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Naranjo, período 2019-2020

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020b, 2021b).

5.2 Variabilidad de la época lluviosa

La época lluviosa en la cuenca hidrográfica del río Naranjo durante el período 1980 a 2018 presentó un inicio diferenciado espacialmente (Orrego *et al.*, 2021). En la parte media y alta ocurrió el inicio más tardío, desde el 18 al 27 de mayo, con tendencia significativa a adelantarse. Por otro lado, en la parte baja (a excepción de una pequeña porción en la desembocadura de la cuenca),

las lluvias iniciaron temprano, del 25 de abril al 17 de mayo. Para este período de inicio, la estación meteorológica más próxima a la cuenca, Retalhuleu, reportó una tendencia altamente significativa al adelanto de las lluvias (Figura 13).

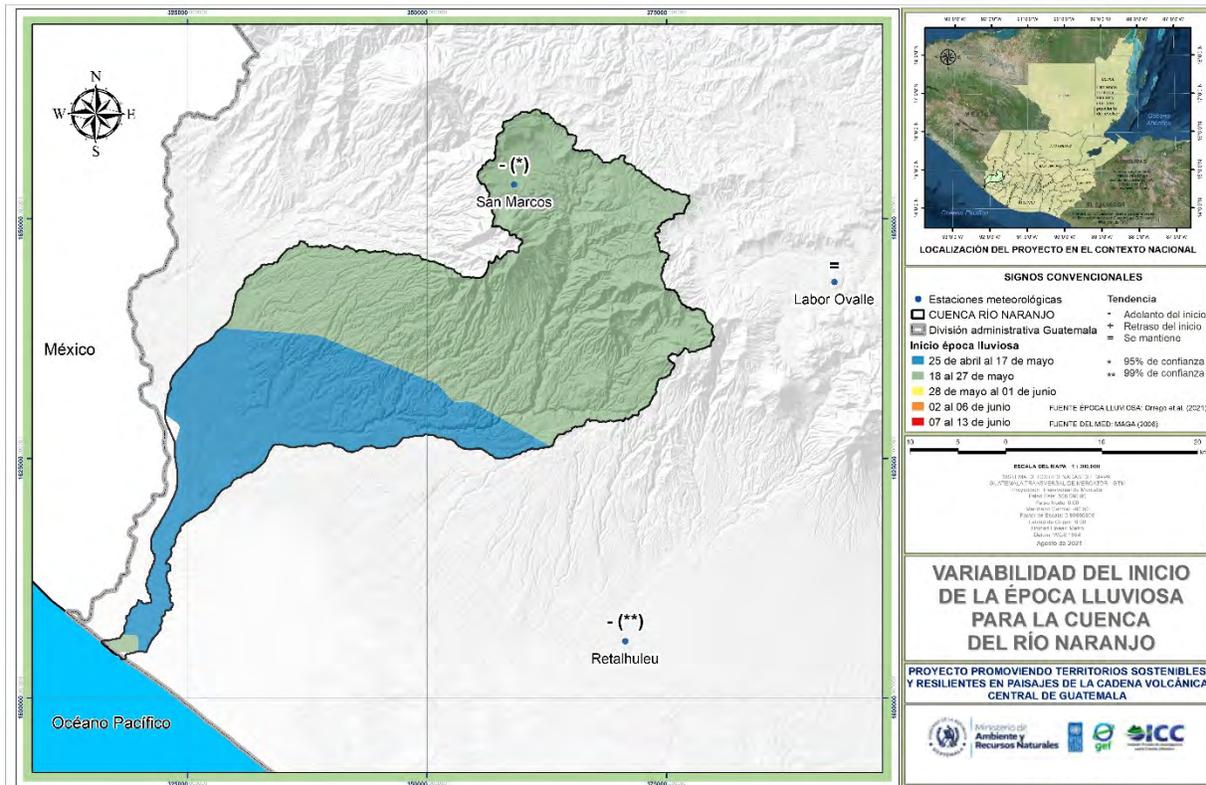


Figura 13. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Orrego León *et al.* (2021).

El final de la época lluviosa se presentó entre el 10 de octubre al 13 de noviembre, definiéndose dos periodos de finalización. El primero, ocurre en las zonas de mayor elevación hasta la cabecera de la cuenca, y finaliza entre el 10 al 24 de octubre. En el segundo, las lluvias culminan entre el 25 de octubre al 13 de noviembre, y corresponde a la parte baja de la cuenca. En ambos casos la tendencia es a que la fecha final se adelante (Figura 14).

La duración de la época lluviosa es de 150 a 175 días en la mayor parte de la cuenca, mientras que en una pequeña porción es más corta (115-150 días). Existe tendencia al incremento de la duración de esta época (Figura 15).

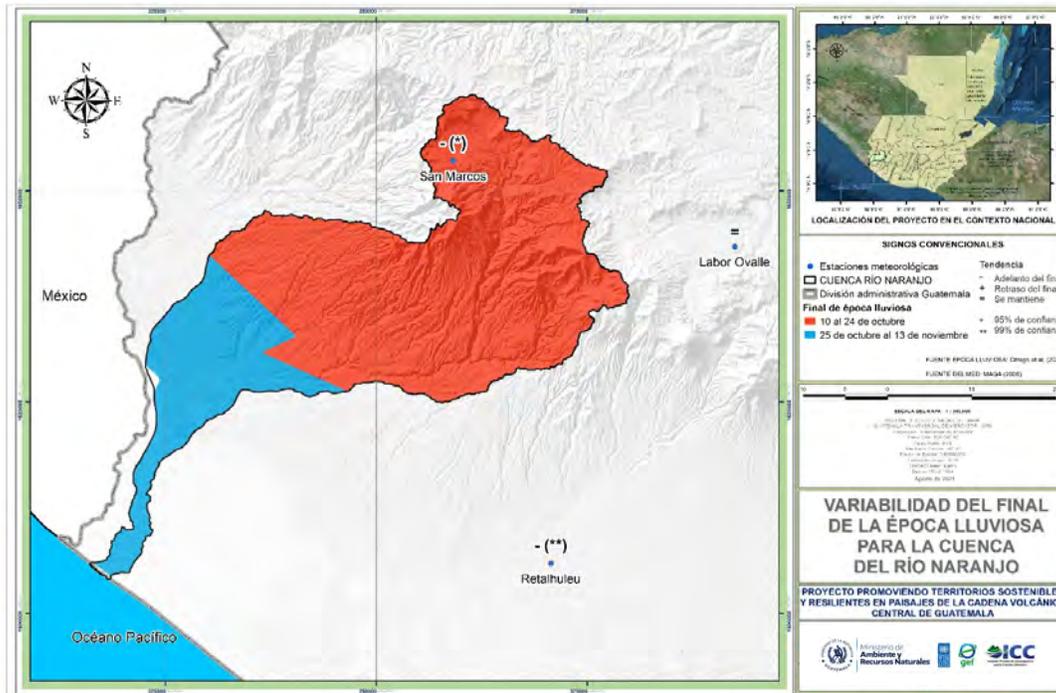


Figura 14. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Orrego León et al. (2021).

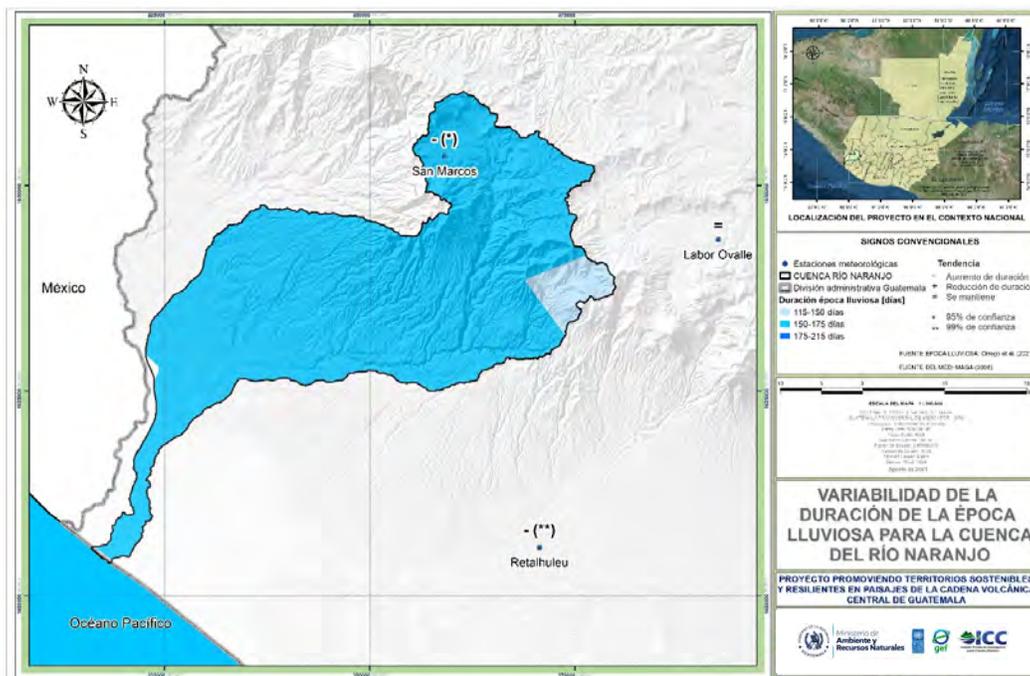


Figura 15. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Orrego León et al. (2021).

5.3 Canícula

Según el estudio realizado por García-Oliva y Pazos (2021), la canícula³ fue pronunciada en la cuenca hidrográfica del río Naranjo durante el período 2011 a 2017, según muestra el cuadrante 14 (Quetzaltenango y San Marcos) de la Figura 16. Esta situación es frecuente en la vertiente del Pacífico.

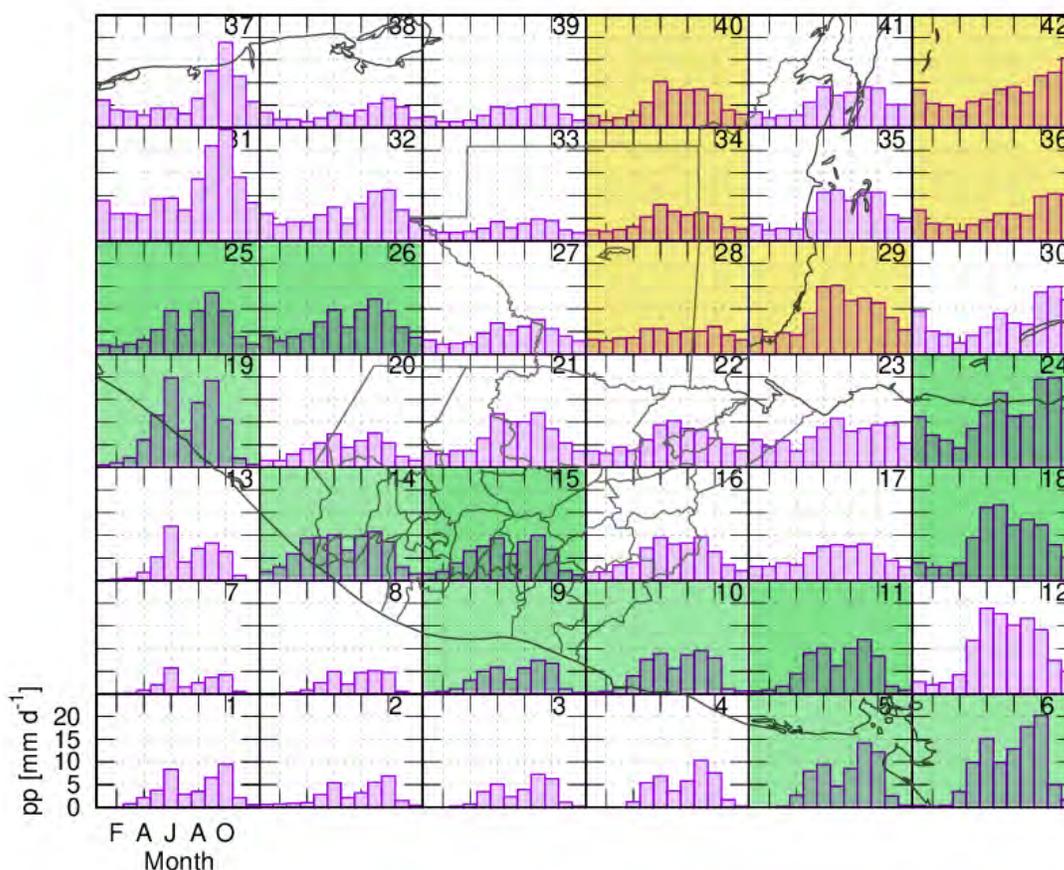


Figura 16. Precipitación media mensual simulada mediante el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental

Fuente: tomado de García-Oliva y Pazos (2021).

El estudio realizado por Orrego León *et al.* (2022) —mediante el cual estudiaron las variables de duración, intensidad y precipitación pluvial media de la canícula—, estableció que su duración en la cuenca hidrográfica del río Naranjo fue de 26 a 35 días durante el período 1980-2019, con tendencia a

³ Disminución de la cantidad de lluvia que ocurre entre los meses de julio y agosto.

mantenerse, aunque en la cabecera de la cuenca se extendió de 36 a 45 días (Figura 17).

Similar comportamiento espacial presentó la intensidad de la canícula⁴, que mayormente estuvo en el rango de entre -50 a 50 mm. La cabecera de cuenca, además de presentar la mayor duración, también manifestó la mayor intensidad (-150 a -50 mm) (Figura 18).

En la cuenca baja-media y una porción de su parte alta, la precipitación pluvial media durante la canícula estuvo principalmente entre los 100 a 200 mm (Figura 19).

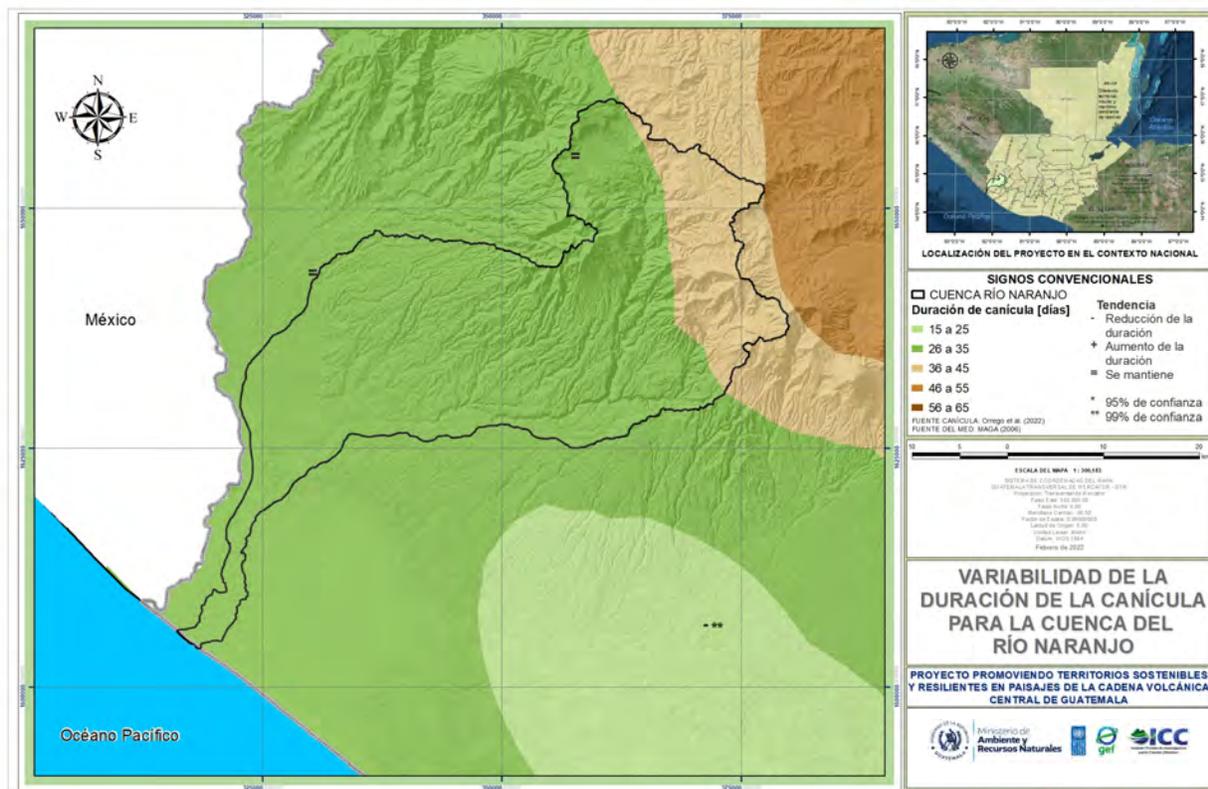


Figura 17. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Orrego León *et al.* (2022).

⁴ Relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial media.

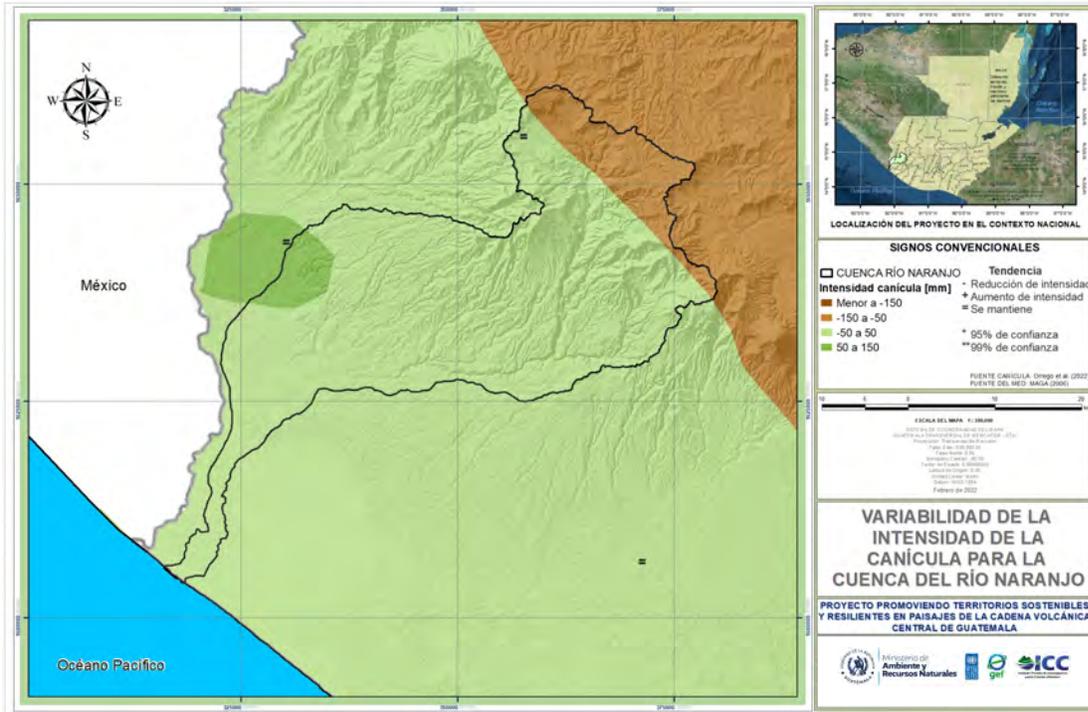


Figura 18. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Orrego León et al. (2022).

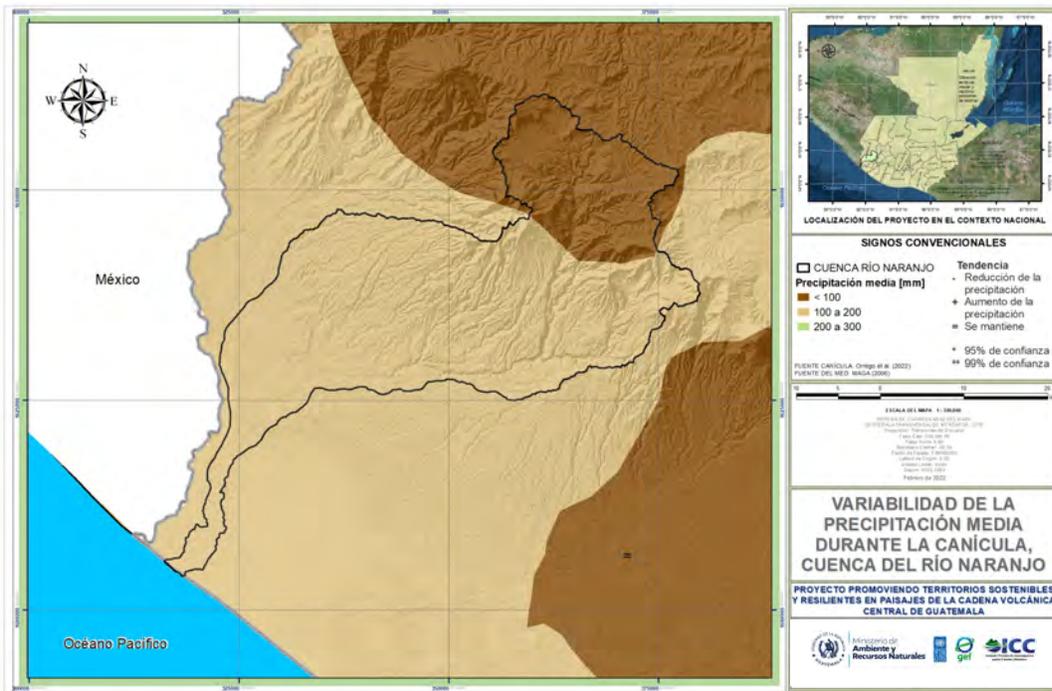


Figura 19. Variabilidad de la precipitación pluvial media durante la canícula en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Orrego León et al. (2022).

6 CAMBIO CLIMÁTICO

6.1 Proyecciones de cambio climático

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, (2019b) realizó proyecciones sobre cambio climático para Guatemala con reducción de escala dinámica, utilizando el modelo climático regional RegCM y los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del Quinto Informe (AR5) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019a). A partir ello, se elaboraron mapas para las variables de precipitación media y temperatura media anual de los períodos 2010-2039 y 2040-2069 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020a), que fueron utilizados como insumo para describir los cambios espaciales que a continuación se describen para la cuenca hidrográfica del río Naranjo.

En cuanto a la variable de precipitación media anual, el escenario RCP 4.5 prevé cambios espaciales de las bandas de precipitación entre los dos períodos analizados. Para el segundo período (2040-2069) se espera un incremento del área de las bandas de mayor precipitación (> 2000 mm) en la parte media y alta de la cuenca; pero sucedería lo opuesto en las bandas entre los 500 a 2000 mm, desapareciendo la zona de precipitación inferior a los 500 mm (Figura 20 y Figura 21).

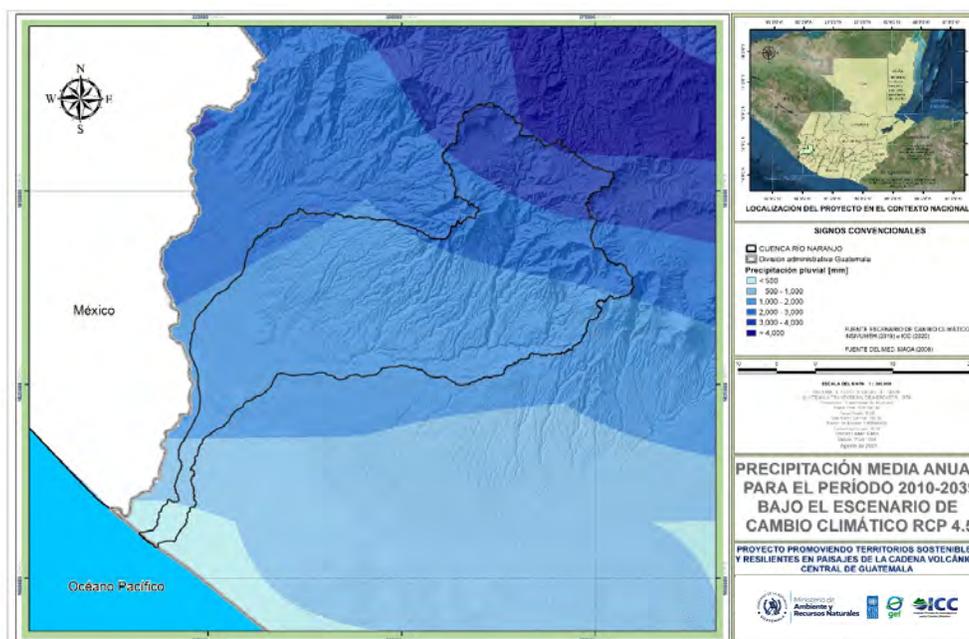


Figura 20. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

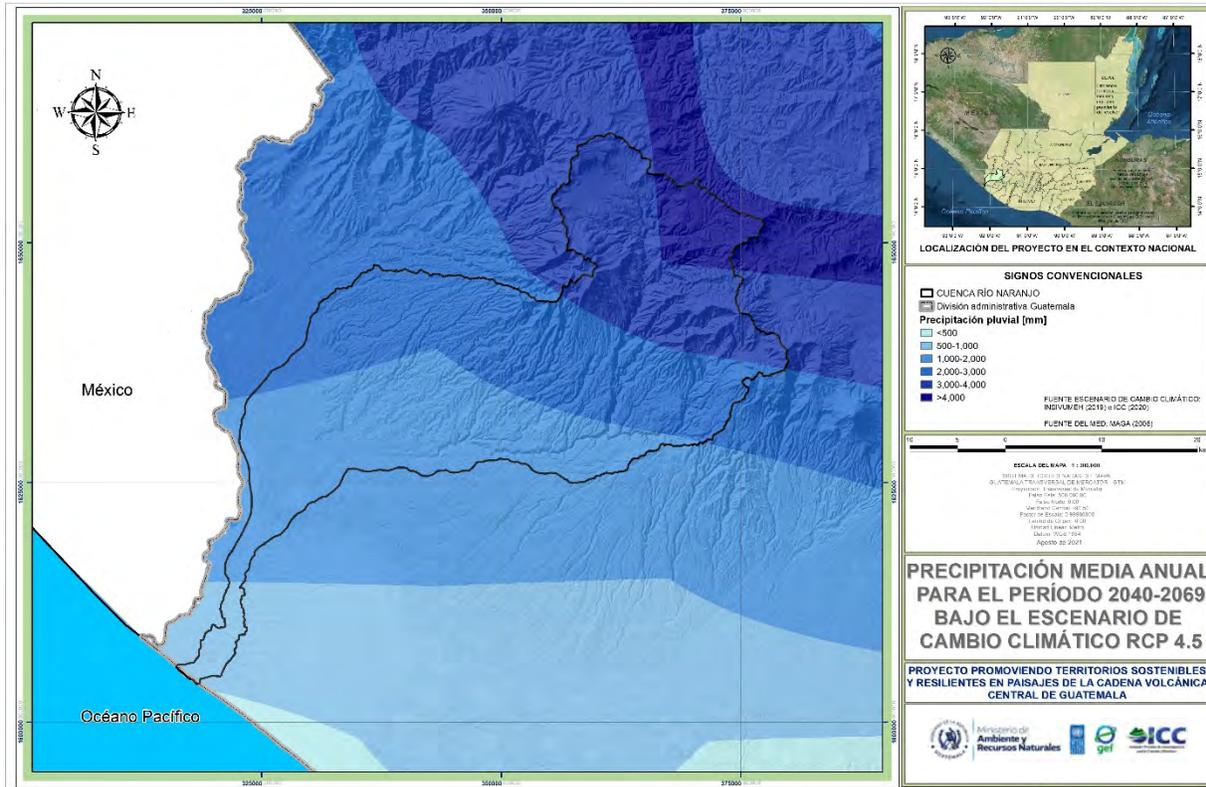


Figura 21. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

En cuanto a la temperatura media anual en esta cuenca, el escenario RCP 4.5 prevé que durante el segundo período (2040-2069) se experimentarán mayores registros de temperatura a medida que se incrementa la elevación sobre el nivel del mar. De allí que incrementaría el área del piso térmico superior a los 29 °C, mientras que sucedería lo contrario en la banda inferior a 21 °C (Figura 22 y Figura 23).

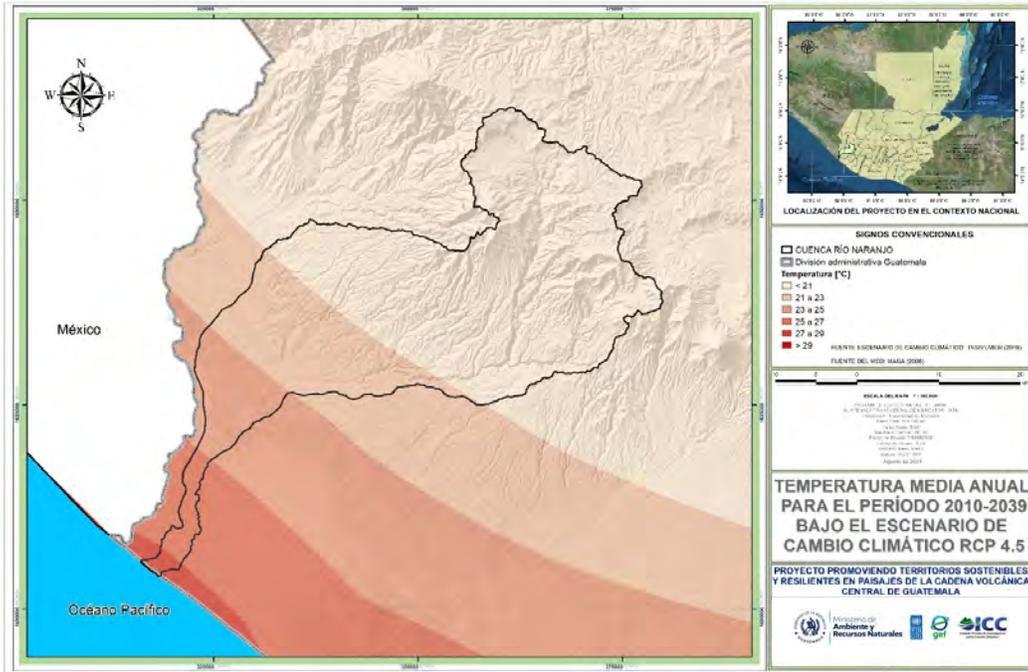


Figura 22. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

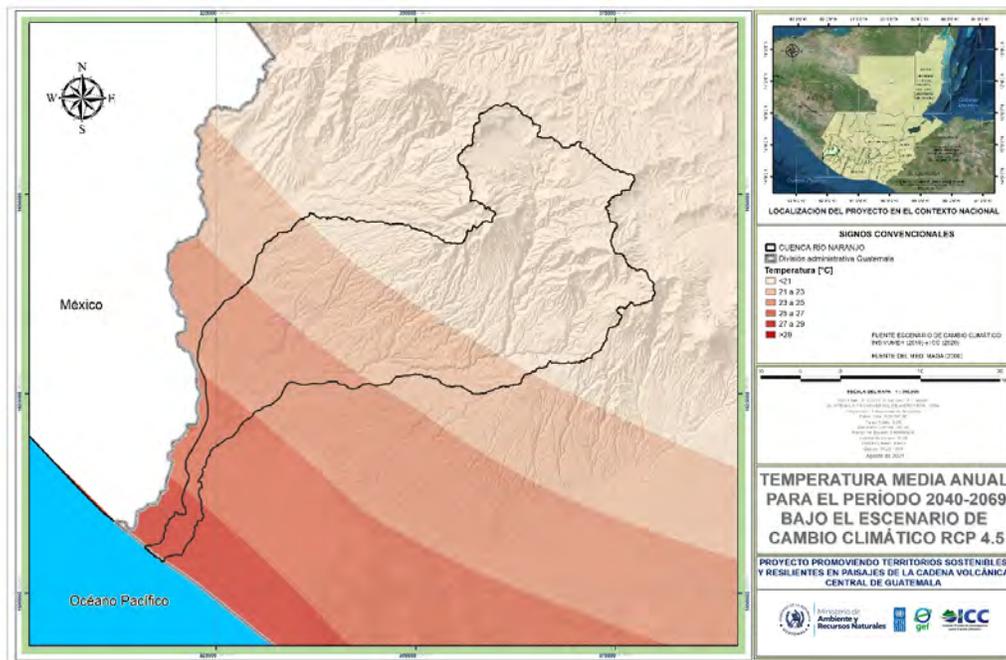


Figura 23. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

Considerando que la precipitación pluvial media anual se expresa bajo la influencia del escenario RCP 8.5 y comparando los dos períodos analizados, se prevé que no existan cambios espaciales considerables en los patrones de las bandas de precipitación de la cuenca del río Naranjo (Figura 24 y Figura 25). Mientras, la temperatura media anual entre los periodos indicados mostraría un desplazamiento de los pisos térmicos en dirección del aumento de la elevación, por lo que se prevé que para el período 2040-2069 la media de temperatura sea mayor (Figura 26 y Figura 27).

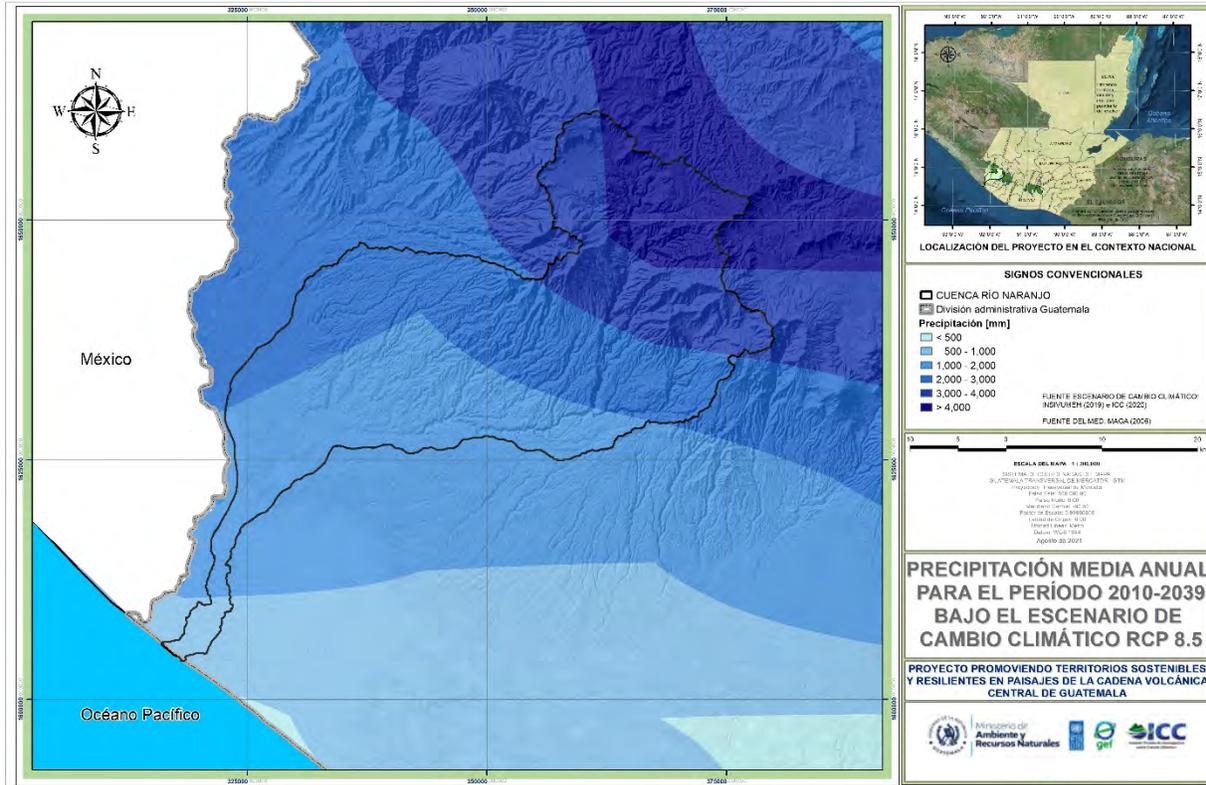


Figura 24. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

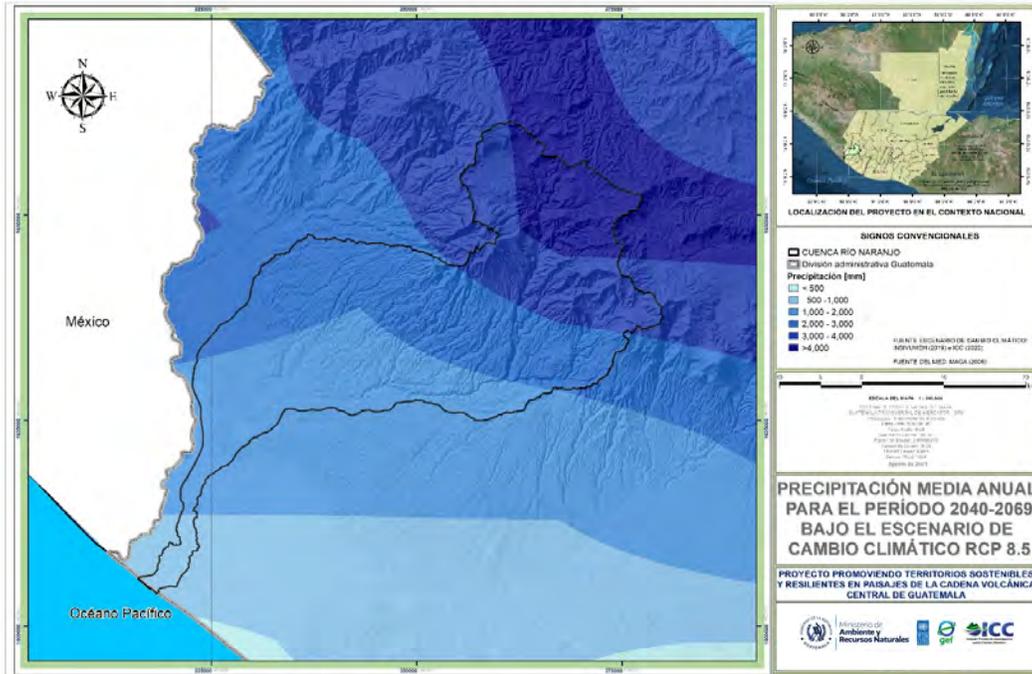


Figura 25. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

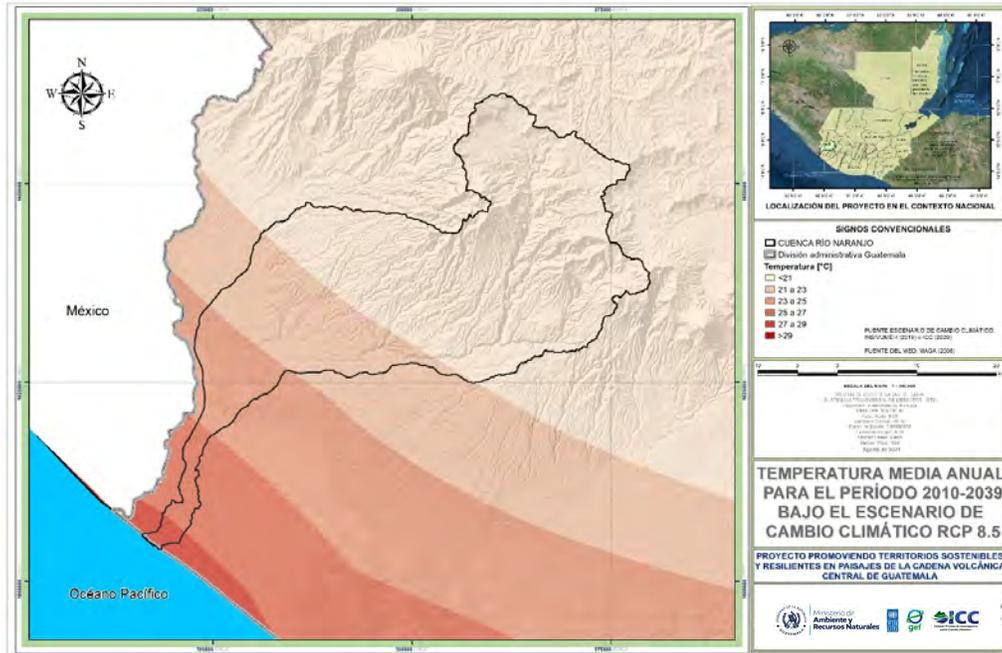


Figura 26. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

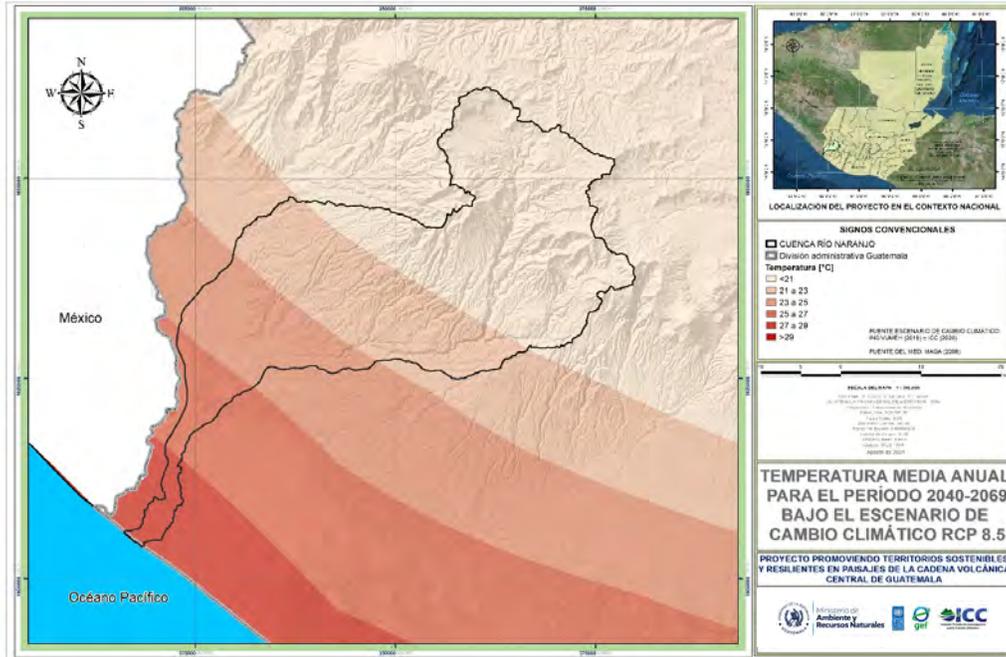


Figura 27. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

7 HIDROLOGÍA

7.1 Balance hidrológico

Según la metodología para la delimitación de cuencas de Pfafstetter (1989), la cuenca hidrográfica del río Naranjo es de nivel 6; y su balance hidrológico muestra una disponibilidad media anual de 2455.6 millones de metros cúbicos. El principal flujo de salida de este balance es la evapotranspiración (33 %), seguido por la escorrentía superficial (29 %) y la recarga hídrica (27 %). Dentro de las cuencas de nivel 7, la del río Meléndrez brinda considerables aportes a dicho balance (Tabla 2).

El balance hidrológico acá presentado fue realizado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (2015) utilizando la herramienta WEAP (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua).

Tabla 2. Balance hidrológico anual de la cuenca del río Naranjo y sus cuencas de nivel 7 (millones de metros cúbicos)

Balance hidrológico anual (millones de metros cúbicos)				
Variable	Cuenca Naranjo	Cuencas de nivel 7		
		Meléndrez	Mujulid	Naranjo
Entradas				
Precipitación	3430.9	1039.3	293.8	2097.8
Almacenamiento del año anterior	240.9	79.3	13.3	148.3
Salidas				
Evapotranspiración	1216.4	364.8	97.0	754.6
Escorrentía superficial	1057.3	338.2	74.7	644.5
Escorrentía subsuperficial	173.6	50.5	18.3	104.8
Recarga hídrica	983.8	286.0	103.8	594.1
Almacenamiento en el suelo	240.9	79.3	13.3	148.3
Disponibilidad hídrica	2455.6	753.9	210.1	1491.6

Fuente: adaptado del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015).

La sección central de la cuenca es la zona de mayor disponibilidad hídrica específica (> 2 millones de $m^3/km^2/año$). En la cabecera de la cuenca y una franja de la parte baja, esta disponibilidad es menor (1-1.5 millones de $m^3/km^2/año$). La menor disponibilidad se encuentra en la zona de la desembocadura al mar Pacífico (Figura 28).

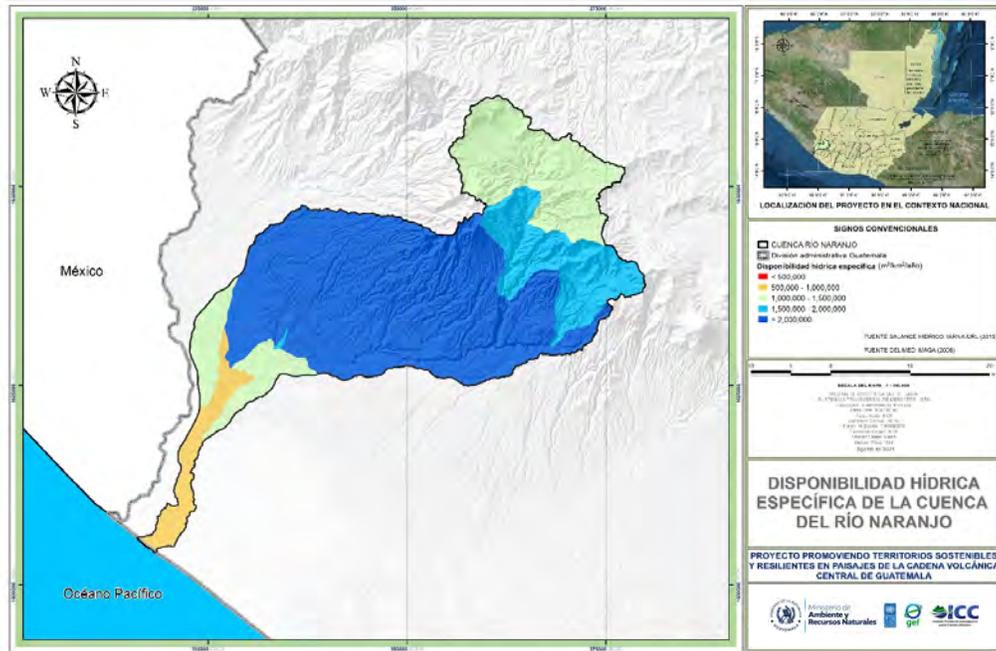


Figura 28. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015).

7.2 Caudales

En la cuenca hidrográfica del río Naranjo existen algunas estaciones hidrométricas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2021), como lo son Meléndrez II, Pajapita, Coatepeque y Grande II. En la época seca, el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c) estableció puntos de monitoreo o aforo de caudales (Naranjo y Cimarrón) durante el período 2016 a 2021 (Figura 29).

Para los puntos de aforo de la época seca que monitorea el ICC se tienen los siguientes resultados: (a) el punto Naranjo presentó un caudal medio de $12.81 m^3/s$ durante el período 2016-2021; y el 90 % y 10 % de los registros presentó un caudal igual o superior a $12.86 m^3/s$ y $12.75 m^3/s$, respectivamente (Figura 30); (b) el caudal medio del punto próximo a la desembocadura (Cimarrón) fue igual a $9.35 m^3/s$, y el 90 % y 10 % de los registros presentó caudales iguales o superiores a $9.62 m^3/s$ y $9.00 m^3/s$, correspondientemente (Figura 31).



Figura 29. Hidrometría en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2003); Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

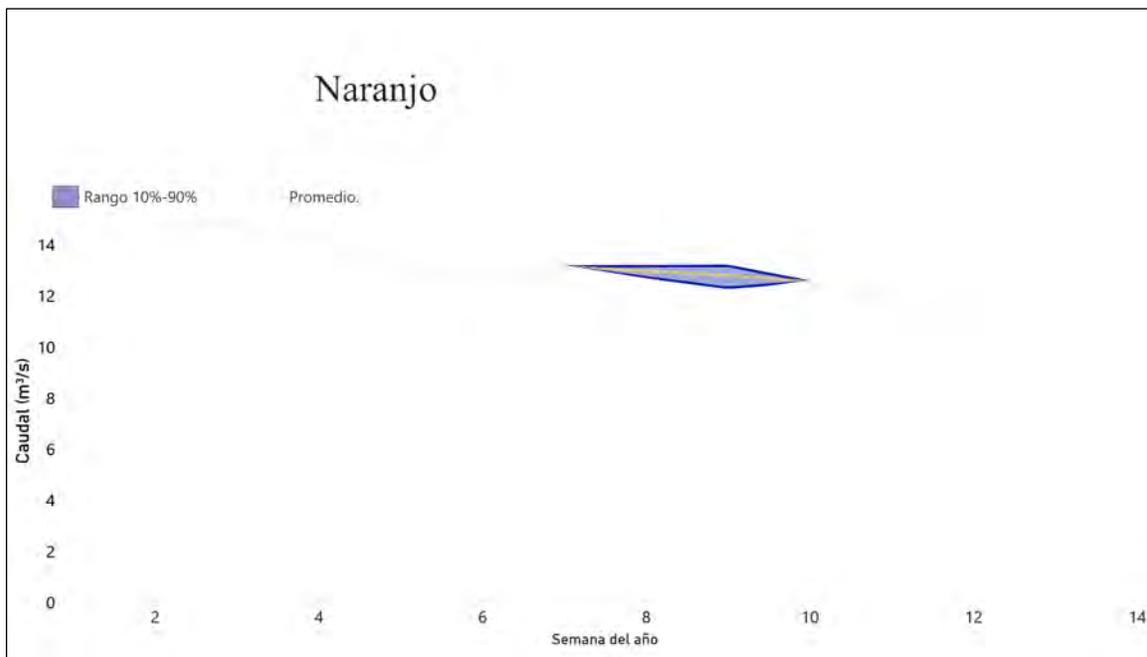


Figura 30. Caudales semanales históricos durante la época seca en el punto de aforo Naranjo, periodo 2016-2021

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

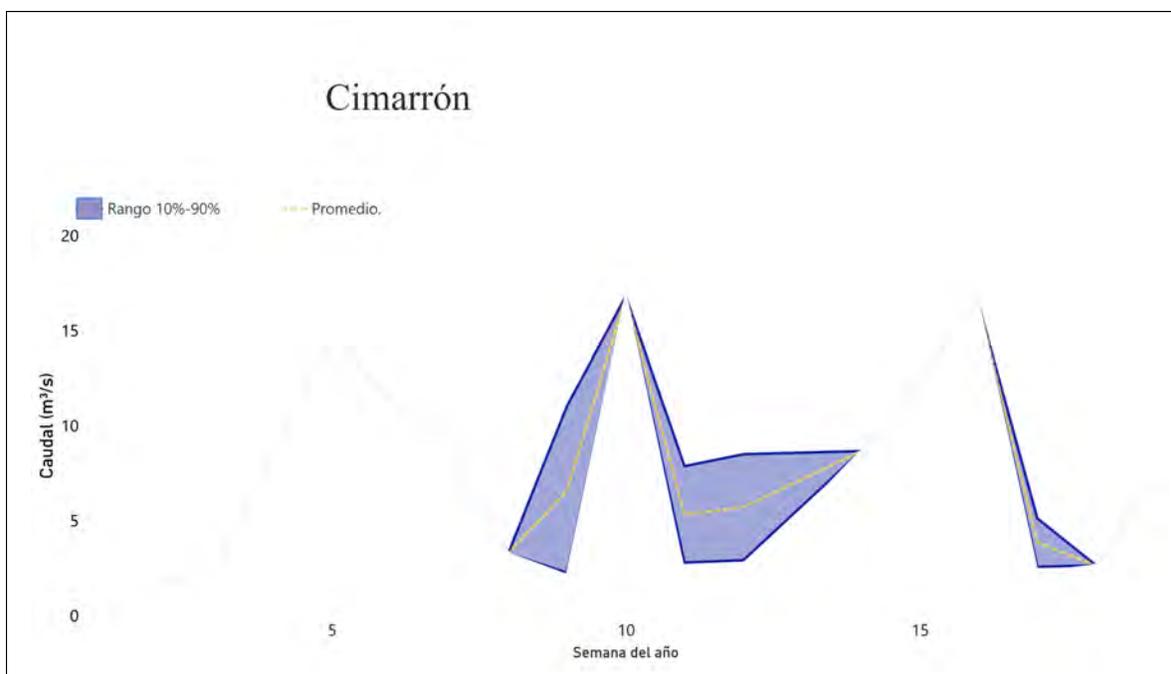


Figura 31. Caudales semanales históricos durante la época seca en el punto de aforo Cimarrón, periodo 2016-2021
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

7.3 Agua subterránea

El potencial de aguas subterráneas en la cuenca hidrográfica del río Naranjo es mayoritariamente moderado y se distribuye de la siguiente manera: (a) categoría “moderada” (36.2 % de la extensión superficial de la cuenca), distribuida desde la parte media a la parte alta de la misma; (b) categoría “baja” (26.2 % de la cuenca), con la misma distribución espacial que la categoría anterior; (c) la categoría “alto” (20.6 % de la cuenca) es dominante en la parte baja, con algunas zonas dispersas en el resto de la cuenca; (d) las categorías “muy bajo” y “muy alto” están presentes en el 9 % y 8 % de la cuenca; (e) la categoría “muy bajo” ocurre principalmente en la cabecera de la cuenca y (f) la categoría “muy alto” se encuentra principalmente en la parte baja (Figura 32).

La información descrita anteriormente fue estimada con base en el mapa de potencial de aguas subterráneas que realizó Cordillera S.A. *et al.*, (2010), el cual fue elaborado tomando en cuenta variables físicas que se relacionan con la ocurrencia del agua subterránea, como la densidad de drenaje, los cuerpos de agua, el balance climático, el tipo de roca, la pendiente del terreno, los rasgos cársticos y la geología.

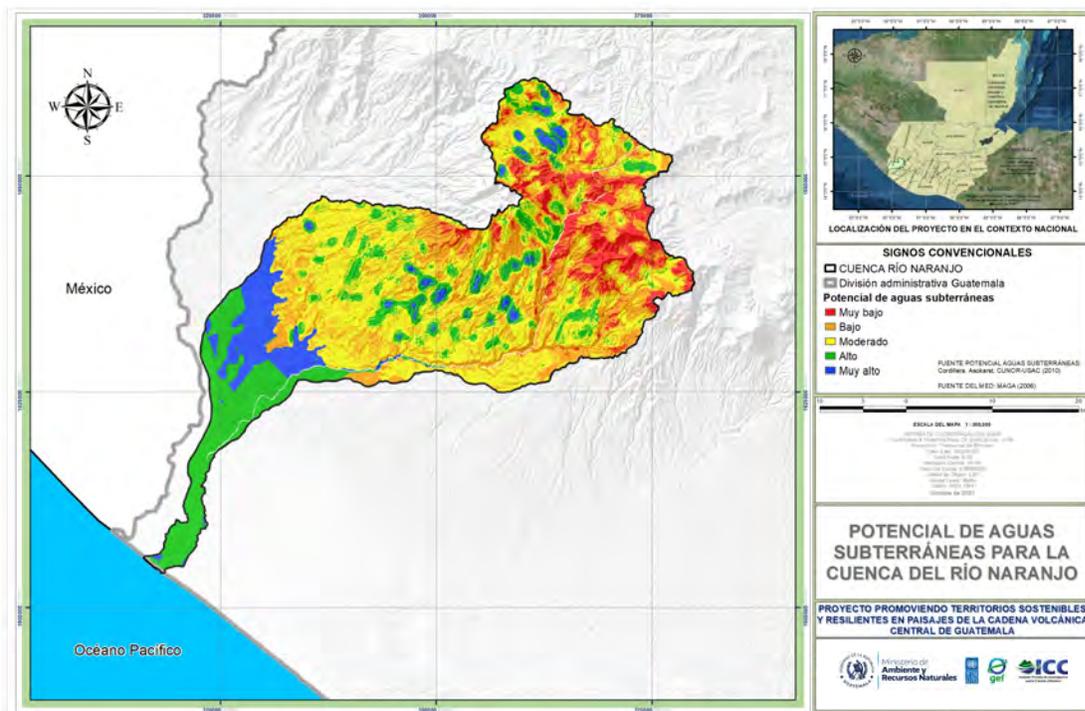


Figura 32. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Cordillera S. A. et al. (2010).

7.4 Recarga hidrológica

Según el mapa⁵ de captación, regulación y recarga hidrológica elaborado por el Instituto Nacional de Bosques (2017b), el 55 % del territorio de la cuenca hidrográfica del río Naranjo tiene recarga hidrológica muy alta, principalmente en su parte media y alta. Las categorías de recarga media, alta y baja representan el 22 %, 17 % y 6 % del territorio, respectivamente. Las recargas media y baja se ubican en la zona baja de esta cuenca (Figura 33).

⁵ Según este mapa, las tierras forestales de captación y regulación hidrológica tienen aptitud forestal acorde a la capacidad de uso de la tierra. Es por ello que tienen alta importancia como zonas de regulación hidrológica local, además de la captación que realizan (Instituto Nacional de Bosques, 2005). Adicionalmente, las categorías ordinarias mayores de este mapa están definidas por la presencia de texturas y formaciones geológicas que favorecen la percolación profunda, así como por excedentes del balance hídrico climático (Instituto Nacional de Bosques, 2017b).

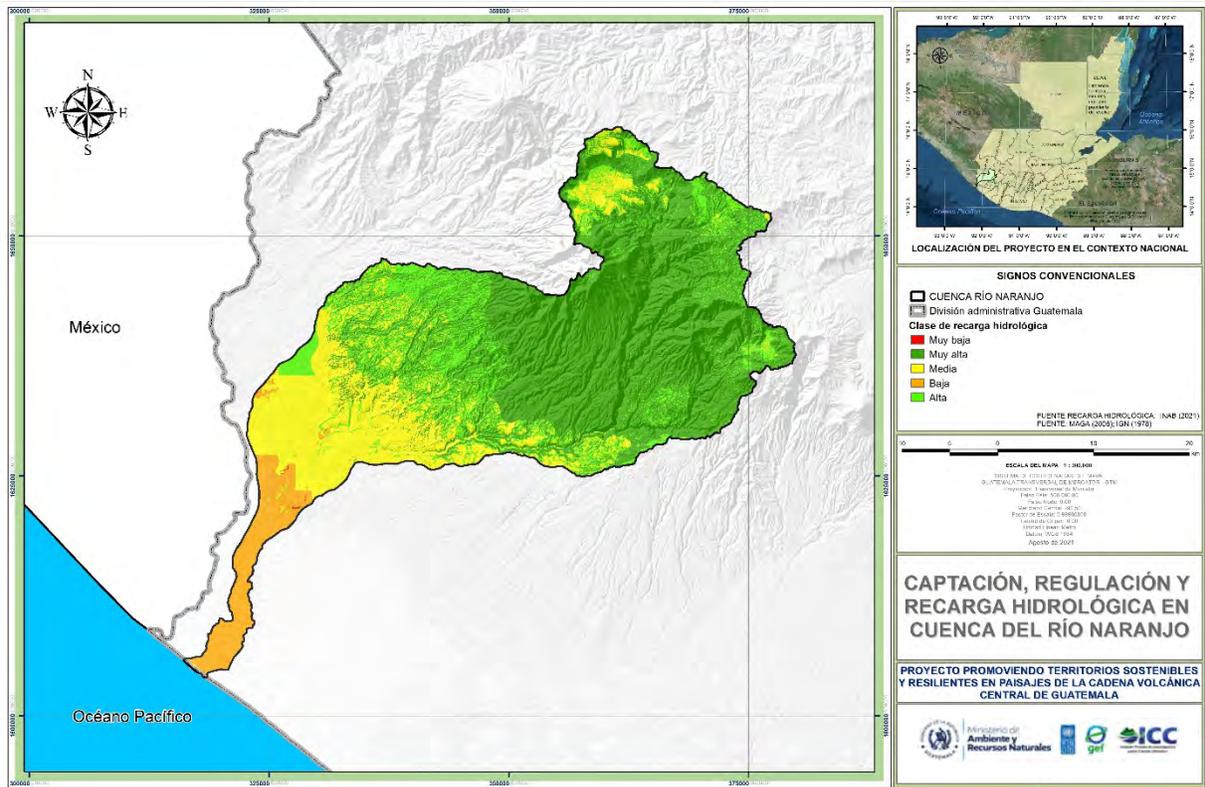


Figura 33. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Instituto Nacional de Bosques (2017b).

7.5 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua de la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponden principalmente a ríos permanentes, intermitentes y humedal (bosque manglar) (Figura 34). Estos fueron definidos con base en la cartografía de la hidrografía lineal y masas de agua del Instituto Geográfico Nacional (2016a, 2016b), a escala 1: 250 000. La información sobre humedales se obtuvo con base en la cartografía de cobertura y uso de la tierra (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021). Entre los ríos permanentes se pueden mencionar el Naranjo, Nahuatán, Mujuliá, Meléndrez, Sacchillá, Palatzá, entre otros.

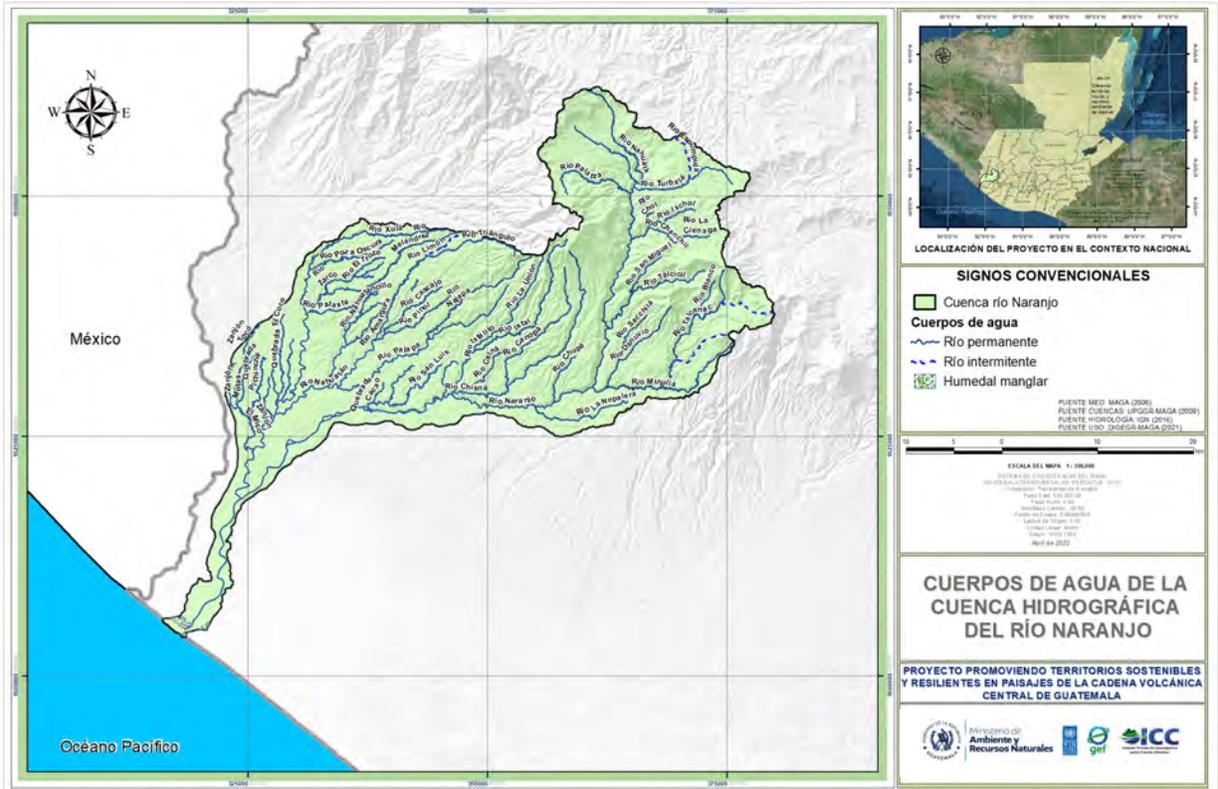


Figura 34. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Naranjo
 Fuente: elaboración propia con información de Instituto Geográfico Nacional (2016a, 2016b); Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La cuenca hidrográfica del río Naranjo está localizada principalmente en las regiones fisiográficas de tierras altas volcánicas (47 %) y pendiente volcánica reciente (36 %), con una pequeña porción en la llanura costera del Pacífico (18 %) (Tabla 3). El gran paisaje de montañas volcánicas de Occidente predomina en las tierras altas volcánicas, las cuales se formaron por la actividad volcánica ocurrida durante el Terciario Superior y la erosión ha contribuido limitadamente a la definición de las geoformas, con presencia de rocas andesíticas y basálticas, además de cenizas lavas y lapilli.

El gran paisaje de relleno volcánico de El Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos de la región fisiográfica denominada pendiente volcánica reciente, se ha constituido a través del tiempo por medio del aporte de lahares y lodos provenientes de las tierras altas volcánicas, que posteriormente han sido cubiertas con cenizas volcánicas que formaron suelos muy profundos.

Por último, en la llanura costera del Pacífico, el gran paisaje de planicie aluvial de los ríos Naranjo-Ocosito se localiza a lo largo y ancho del río Naranjo, desde el norte de Pajapita hasta Ocos, con pendientes inferiores al 2 % y una elevación máxima de 100 metros sobre el nivel del mar. Se constituye principalmente de arenas y gravas volcánicas, con aportes aluviales y materiales de relleno transportados por las corrientes hasta esta planicie (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001) (Figura 35).

Tabla 3. Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Naranjo

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
Tierras altas volcánicas	Zona montañosa occidental (Tacaná - Tecpán)	Conos y domos volcánicos	1.9
		Montañas volcánicas altas de occidente	37.6
		Planicies onduladas	4.6
		Terrazas del río Talcaná	2.5
Pendiente volcánica reciente	Pendiente volcánica central (Atitlán - Pacaya)	Relleno volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	35.8
Llanura costera del Pacífico	Planicie aluvial costera (Suchiate - Madre Vieja)	Abanico aluvial del río Cabús	5.2
		Planicie aluvial de los ríos Naranjo-Ocosito	12.0
		Superficie de inundación	0.4

Fuente: adaptado de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.* (2001).

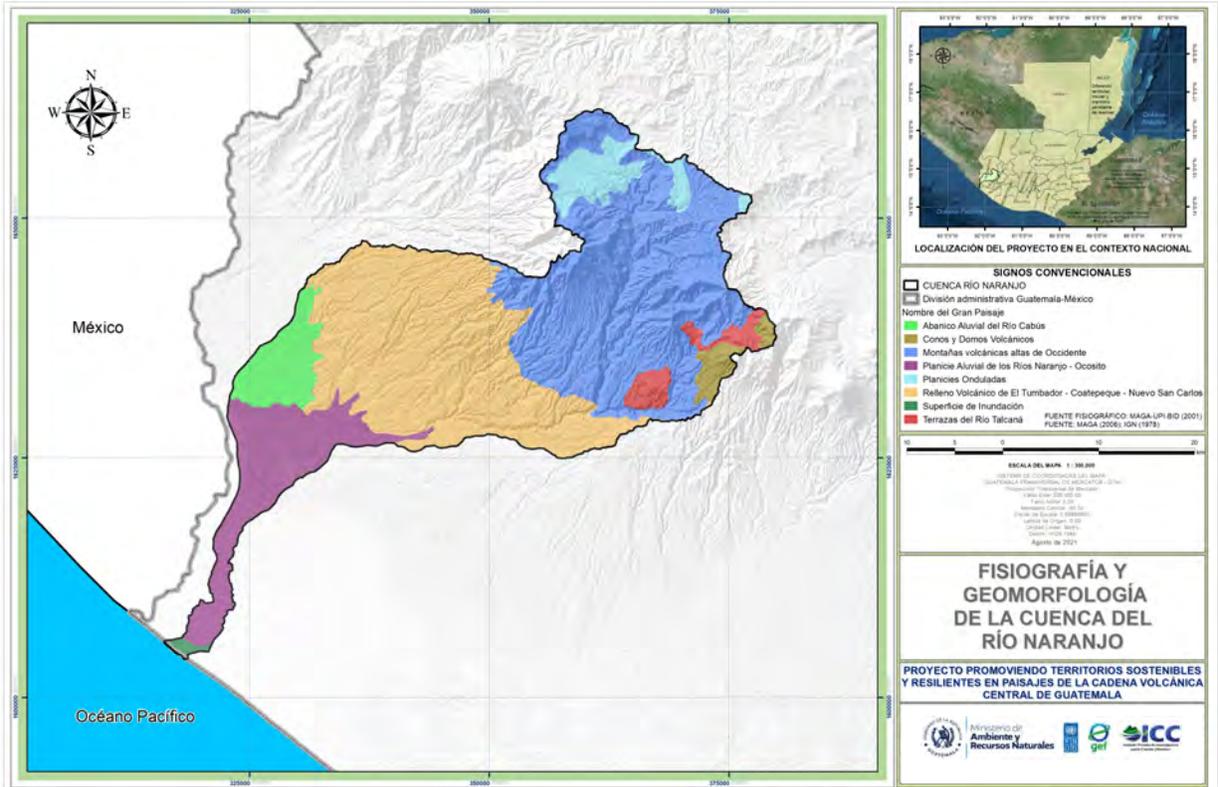


Figura 35. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Naranjo
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación et al. (2001).

9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

En la cuenca hidrográfica del río Naranjo predominan las pendientes de 30 % a 60 %, que corresponden a terrenos categorizados como escarpados y se ubican en el 26.5 % de la superficie de esta. El 21.0 % del terreno es moderadamente escarpado, con pendientes entre el 15 % al 30 %. Estas últimas dos categorías, principalmente, corresponden espacialmente con las tierras altas volcánicas situadas al norte de la cuenca. Las categorías de muy escarpado (> 60 % de pendiente) y plano a ligeramente inclinado (< 5 %) ocupan el 18.6 % y 18.5 % de la extensión territorial de la cuenca respectivamente; la primera es frecuente en la zona norte y alta de la cuenca mientras que la segunda en la zona próxima a la desembocadura que tiene correspondencia con la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito. Por último, en el 15.5 % de la cuenca se encuentran las zonas con terrenos inclinados a fuertemente inclinados (5-15 % de pendiente) (Figura 36).

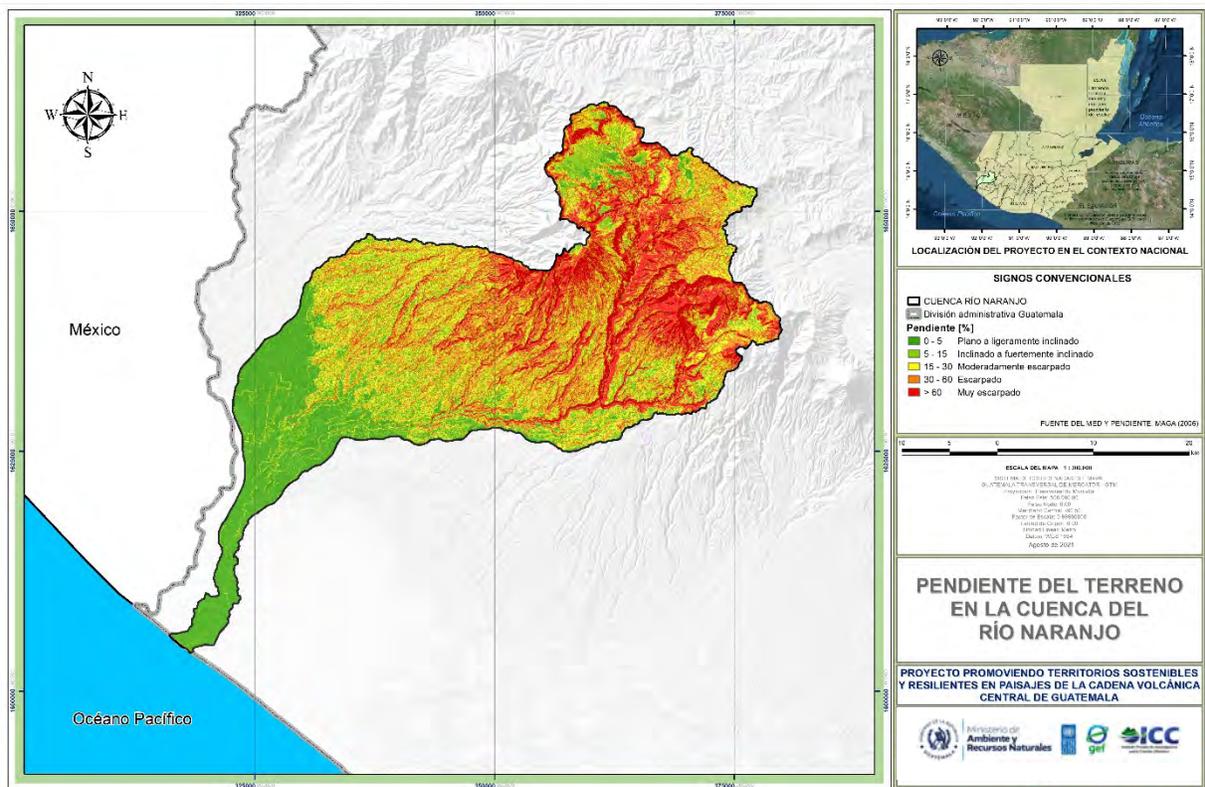


Figura 36. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Naranjo
Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006).

10 GEOLOGÍA

Las formaciones geológicas en la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponden principalmente a las rocas volcánicas del Cuaternario (Qv) y a las rocas volcánicas del Terciario (Tv), ubicadas en el 38 % y el 36 % de la superficie de esta cuenca, respectivamente. Ambas se localizan desde las zonas medias y altas de la cuenca, hasta su cabecera. Los aluviones del Cuaternario (Qa) se localizan en la parte baja de la cuenca, constituyendo la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito. El 9 % de la cuenca presenta formaciones de pómez del Cuaternario (Qp), que se encuentran incrustadas al noreste de la cuenca, donde se localizan las ciudades de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, del departamento de San Marcos (Figura 37) (Instituto Geográfico Nacional, 1970).

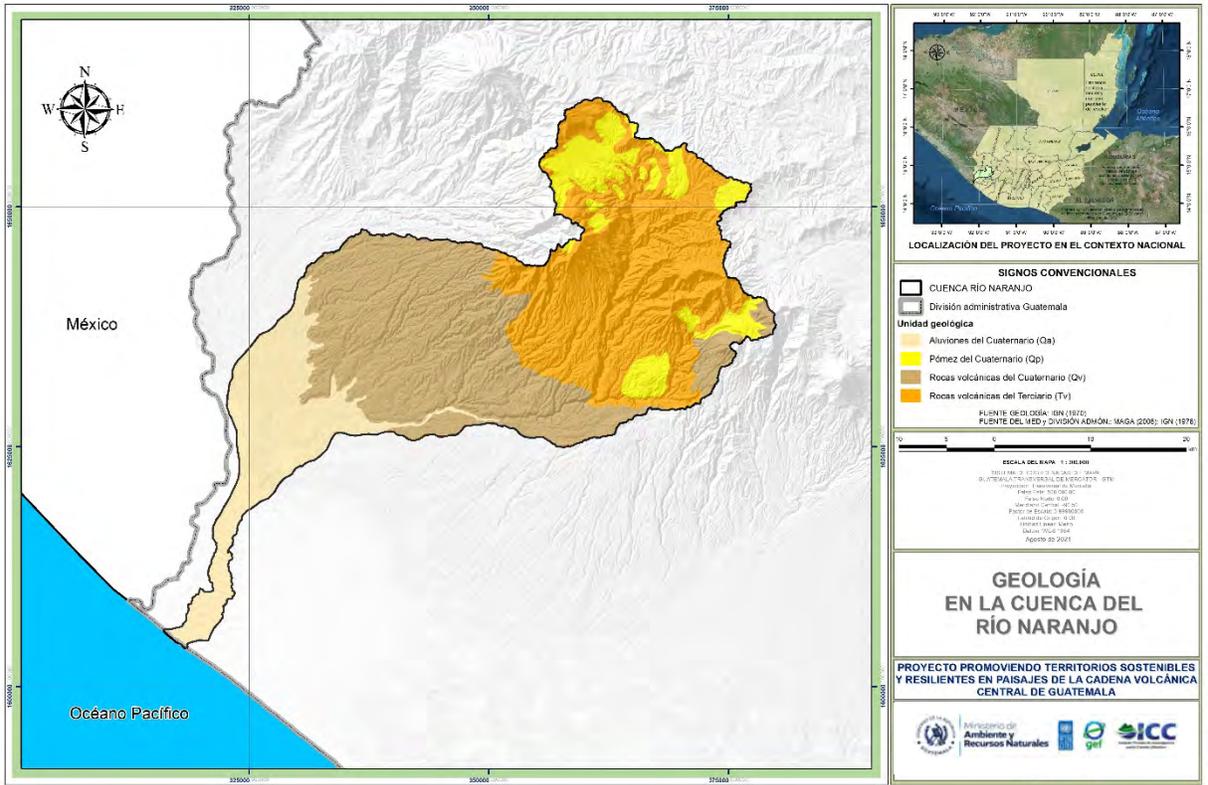


Figura 37. Geología de la cuenca hidrográfica del río Naranjo Fuente: Instituto Geográfico Nacional (1970).

11 SUELOS

Según el mapa de clasificación taxonómica de suelos de la República de Guatemala, en la superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo predominan los suelos andisoles (63 % de su superficie), que se localizan principalmente en las tierras altas volcánicas o partes media y alta de la cuenca, considerando que estos paisajes se formaron por actividad volcánica. Los ultisoles ocupan el 19 % del área de la cuenca, y se localizan en la parte media, al norte de Pajapita. En la zona donde predominan las pendientes inferiores al 5 % se ubican los suelos de los órdenes entisol (7 %), alfisol (6 %) y molisol (6 %), este último en la sección final del río Naranjo (Figura 38) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2005).

La predominancia de los suelos andisoles en esta cuenca es característica de estas zonas volcánicamente activas (Dahlgren *et al.*, 2008). Este es el caso de la cadena volcánica de Guatemala, donde los aportes provenientes de la actividad volcánica son continuos hasta la fecha. Estos suelos presentan alta retención de fosfatos (arriba del 85 %), densidad aparente igual o inferior a 0.9 g/cm³, tienen presencia de vidrio volcánico y hierro y aluminio en sus formas activas. Son suelos con alto potencial de fertilidad y susceptibles a erosión hídrica en terrenos de pendientes altas (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013; Soil Survey Staff, 2010; Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2000).

Los suelos ultisoles presentan un horizonte de arcillas silicatadas acumuladas en el horizonte B procedente del horizonte superficial, con baja saturación de bases (< 35 %), que disminuye al incrementar la profundidad (Natural Resources Conservation Service, 2021). Además, poseen baja fertilidad natural y han sido intensamente meteorizados (Kettler y Zanner, 2021). Los molisoles se ubican en la parte baja de esta cuenca; presentan coloración oscura del horizonte superficial debido a la riqueza de materia orgánica, y tienen alta saturación de bases, principalmente cationes mono (sodio y potasio) y divalentes (potasio y magnesio) (Kettler & Zanner, 2021). Su retención de humedad es regular, y su fertilidad natural es de media a alta (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013).

Los suelos del orden entisol están poco desarrollados y frecuentemente se ubican en llanuras aluviales o en áreas de pendientes pronunciadas. Cuando se ubican en llanuras aluviales son suelos con alto potencial productivo (Kettler & Zanner, 2021). Esto corresponde con su ubicación en la llanura aluvial del río Cabuz, dentro de la cuenca del río Naranjo. Los alfisoles

acumulan arcilla en los horizontes inferiores, y tienen altos valores de retención de humedad, saturación de bases y densidad aparente (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013).

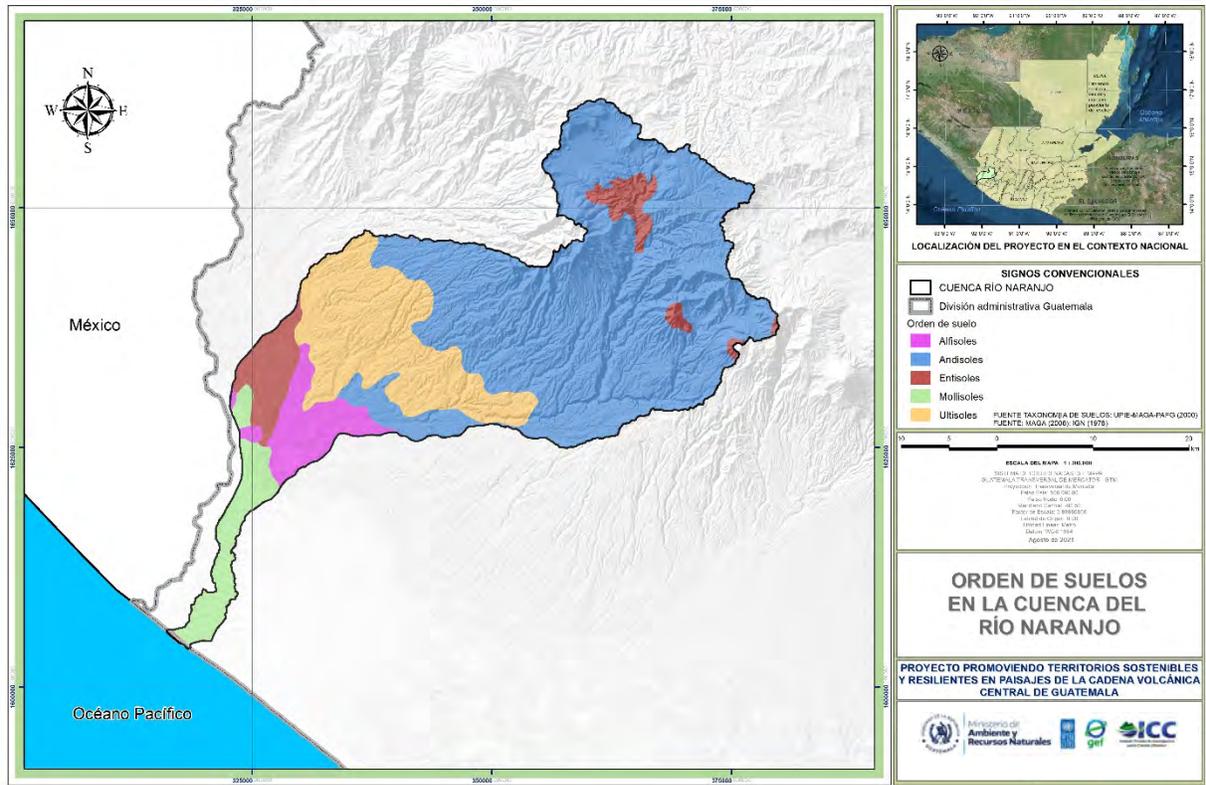


Figura 38. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Naranjo
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales (2005).

12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

Por orden de importancia en cuanto a la proporción de superficie ocupada en la cuenca hidrográfica del río Naranjo, para el año 2012, los usos de la tierra más importantes fueron: café (30.9 %), bosque (23.7 %), agricultura anual (13.9 %) y pastizales (8.2 %), que en conjunto sumaban el 76.7 % de la extensión territorial de esta cuenca; el resto de los usos y su superficie ocupada se presentan en la Tabla 4.

En el 2012, el cultivo de café se desarrollaba en las partes medias y altas de la cuenca, con una franja diferenciada donde es frecuente este uso. La mayoría de los bosques estaban concentrados en la parte alta de la cuenca, y en las riberas de los ríos. La agricultura anual se ubicaba en las parte alta y baja de la cuenca. Los pastizales en la zona baja de esta cuenca representaban un mosaico con los siguientes usos: agricultura anual, hule y cultivos permanentes herbáceos, principalmente (Figura 39).

Tabla 4. Uso de la tierra 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Naranjo

Categoría de uso de la tierra	Área (km²)	Área (%)
Urbano	32.8	2.6
Bosques	294.5	23.7
Zonas húmedas	0.3	0.0
Cuerpos de agua	8.5	0.7
Agricultura anual	172.6	13.9
Pastizales	101.8	8.2
Zonas agrícolas heterogéneas	9.3	0.8
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	6.2	0.5
Cultivos permanentes herbáceos	5.1	0.4
Cultivos permanentes arbóreos	1.0	0.1
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	53.7	4.3
Banano-plátano	33.1	2.7
Café	384.2	30.9
Hule	87.8	7.1
Palma africana	51.5	4.1
Caña de azúcar	0.1481	0.01

Fuente: adaptado del Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014).

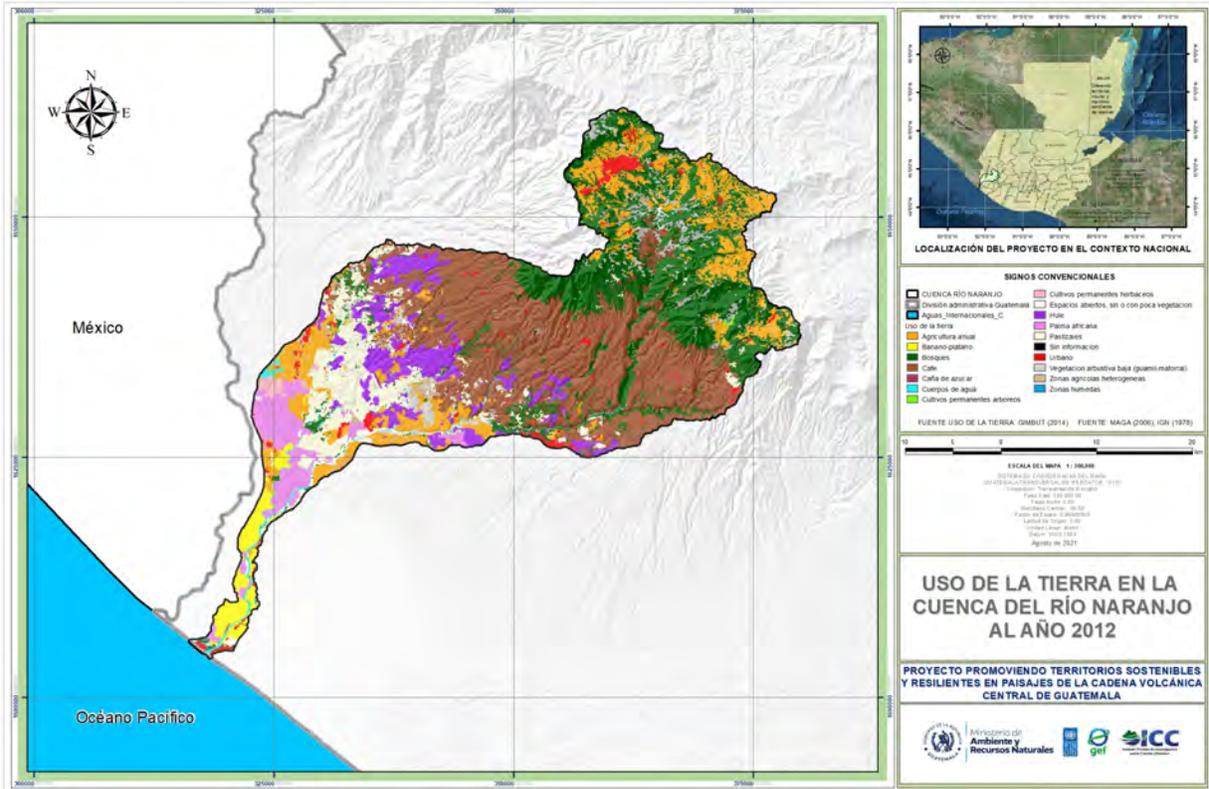


Figura 39. Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Naranjo para el año 2012

Fuente: Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014).

Según el *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2020*, elaborado por la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (Digegr) del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) (2021), el cultivo de café continúa siendo el uso de la tierra con mayor superficie (29.12 %) en la cuenca del río Naranjo. Luego le siguen: cobertura boscosa (21.30 %), cultivo de hule (9.16 %), granos básicos (maíz y frijol, 8.14 %), pastos cultivados y naturales (7.13 %) y otras tierras forestales (plantaciones forestales y árboles dispersos, 1.24 %). En total, los anteriores usos representan el 76.09 % del área de la cuenca, mientras que el resto de las categorías de uso individualmente suman menos del 5 % (Tabla 5 y Figura 40).

Tabla 5. Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Naranjo

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	0.563
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	2.235
1.1.3. Lotificaciones	0.206
1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	0.019
1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	0.053
2.1.1. Granos básicos (maíz y frijol)	8.142
2.1.8. Tabaco	0.241
2.3.1. Pasto cultivado	2.335
2.3.2. Pasto natural	4.793
2.4.3. Huerto	0.426
3.1.1. Bosque latifoliado	11.694
3.1.3. Bosque mixto	5.990
3.1.4. Bosque de manglar	0.119
3.2.2. Árboles dispersos	1.039
3.3.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	4.148
3.4.1. Playas, dunas o arenales	0.099
4.1.2. Zonas inundables	0.004
5.1.1. Río	0.733
5.2.1. Estero	< 0.001
1.2.1.1. Agroindustria	0.104
1.2.1.2. Beneficios	0.052
1.2.1.3. Producción hidrobiológica (camaroneras, piscícolas)	0.017
1.2.1.4. Salinas	0.021
1.2.2.4. Instalación educativa	0.017
1.2.2.6. Cementerio	0.023
1.2.2.8. Otros comercios y servicios	0.041
1.2.4.2. Pista de aterrizaje	0.020
2.1.3.2 Otras hortalizas (papa, cebolla, repollo, zanahoria, lechuga y otros)	3.890
2.2.2.1. Café	29.121
2.2.3.1. Palma de aceite	4.449
2.2.3.6. Hule	9.158
2.2.3.7. Aguacate	0.142
2.2.3.8. Mango	0.107
2.2.3.9. Cítricos	0.020
2.2.4.1. Caña de azúcar	0.044
2.4.2.3. Café y macadamia	0.890
3.2.1.2. Plantación de latifoliadas	0.085

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
2.2.3.10. Macadamia	0.108
2.2.3.11. Rambután	0.055
1.2.2.2. Hospital	0.003
2.2.3.5. Cacao	0.086
2.1.2. Arroz	0.926
2.2.1.1. Banano-plátano	4.018
3.1.2. Bosque de coníferas	3.496
3.4.2. Rocoso o lavas	0.022
3.4.3. Espacio con vegetación escasa (tierras desnudas y degradadas)	0.086
2.4.2.2. Café y banano	0.095
2.2.3.13. Mangostán	0.066

Fuente: adaptado de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

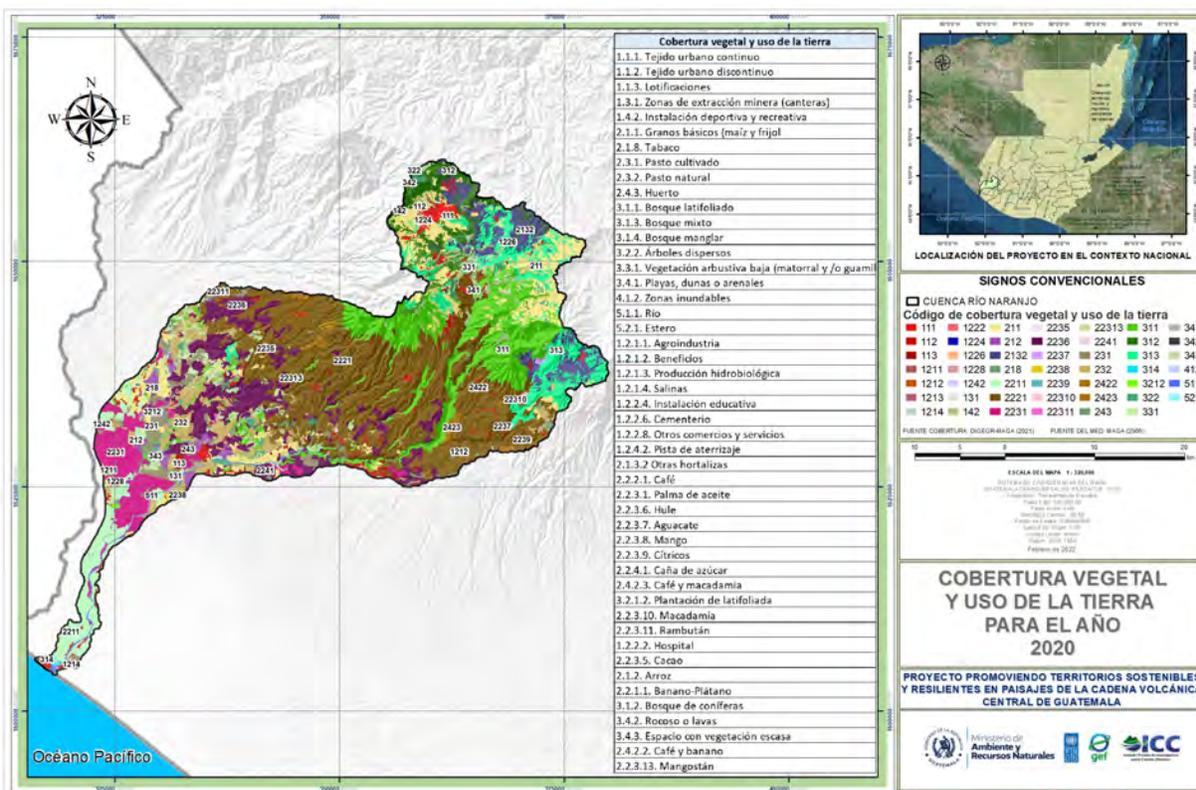


Figura 40. Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

El 25.7 % de la cuenca hidrográfica del río Naranjo contaba con cobertura forestal para el año 2016. En cuanto a la dinámica de esta cobertura, entre el 2010 y 2016 se presentó una ganancia del 8.1 % y una pérdida igual a 3.5 %. Las áreas donde incrementó el bosque se ubicaron principalmente en la parte media de la cuenca, mientras que la pérdida ocurrió en la cabecera de esta (Figura 41). El presente análisis tomó como base el mapa de cobertura forestal y dinámica de la cobertura forestal para el período 2010-2016, elaborado por el Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019).

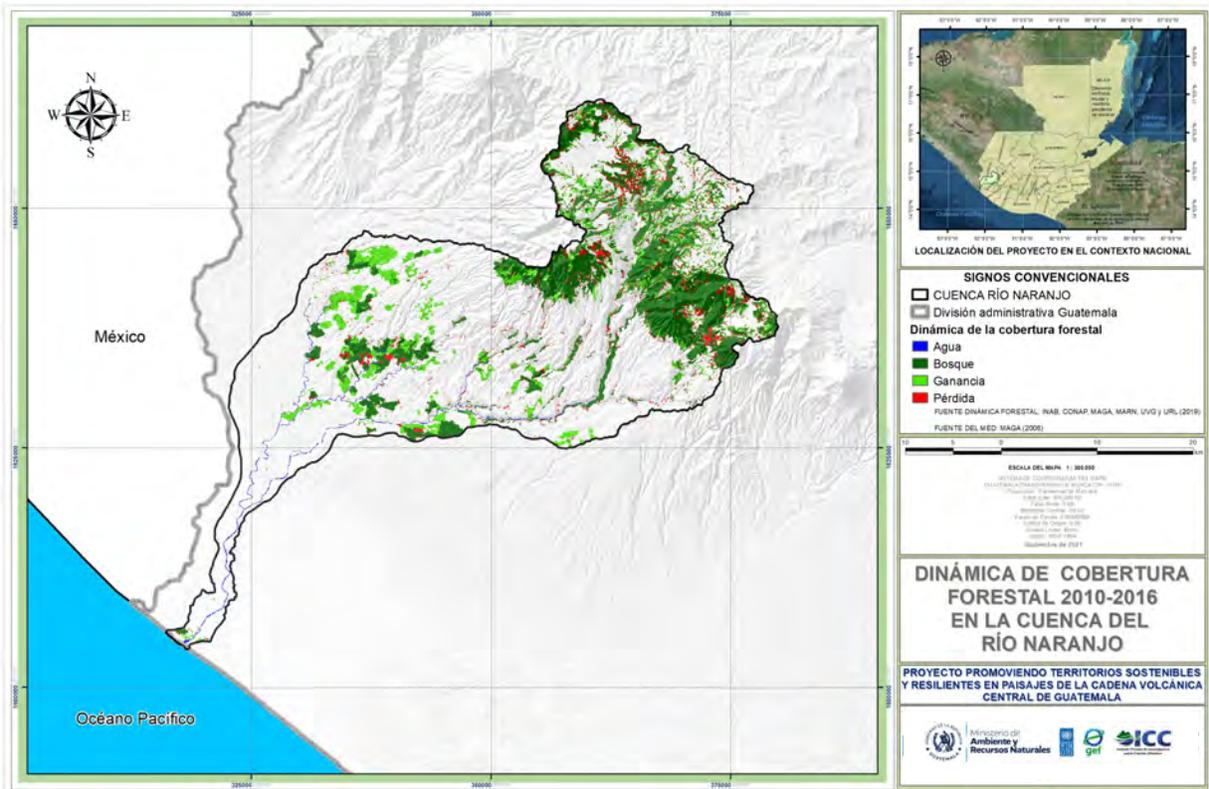


Figura 41. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Naranjo, periodo 2010-2016

Fuente: Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019).

13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

La mayor porción de la cuenca (en la parte alta) tiene aptitud forestal (46.7 %), tanto para producción como para protección, con dominancia de esta última (25.9 %). El 27.3 % tiene aptitud para la agroforestería y los sistemas silvopastoriles y el 25.3 % para el desarrollo de agricultura (sin limitaciones y con mejoras) —que su mayoría corresponde a tierras en la parte baja de la cuenca y en las planicies onduladas donde están establecidas las ciudades de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, San Marcos— (Figura 42 y Tabla 6).

La capacidad de uso de la tierra para esta cuenca se estableció con base en la cartografía realizada por la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael (2016), bajo el enfoque del Instituto Nacional de Bosques (2000).

Tabla 6. Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra

Símbolo	Categoría de capacidad de uso	Área (%)
A	Agricultura sin limitaciones	14.6
Am	Agricultura con mejoras	10.7
Aa	Agroforestería con cultivos anuales	7.3
Ss	Sistemas silvopastoriles	11.6
Ap	Agroforestería con cultivos permanentes	8.4
F	Tierras forestales de producción	20.8
Fp	Tierras forestales de protección	25.9
Ag	Agua	0.7

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2016).

A continuación, se describen las categorías indicadas anteriormente (Tabla 6) y que son propias de la metodología del Instituto Nacional de Bosques (2000), tomando en cuenta que los factores considerados según este autor son la profundidad del suelo, el drenaje, la pendiente y la pedregosidad.

Agricultura sin limitaciones (A): su aptitud está determinada por la ausencia de limitaciones de los factores que la definen. La agricultura puede desarrollarse de forma intensiva o extensiva, incluso sin asocio, y requeriría de pocas prácticas intensivas de conservación de suelos.

Agricultura con mejoras (Am): es posible desarrollar la agricultura incorporando prácticas de conservación de suelos y de manejo agrícola,

considerando que presenta limitaciones moderadas de alguno de los cuatro factores.

Agroforestería con cultivos anuales (Aa): su aptitud está condicionada por limitaciones, ya sea de pendiente o profundidad del suelo, por ello los cultivos agrícolas requieren del asocio con árboles y de prácticas de conservación de suelos y manejo agrícola específicos.

Sistemas silvopastoriles (Ss): las limitaciones en estas tierras incrementan temporalmente, y para los factores de drenaje y pedregosidad pueden llegar a ser permanentes. También existen limitaciones de pendiente, drenaje o profundidad. Son aptas para el desarrollo de pastos naturales o cultivados en asocio con árboles.

Agroforestería con cultivos permanentes (Ap): debido a limitaciones de pendiente y profundidad, su aptitud es para cultivos permanentes asociados con árboles, frutales o forestales.

Tierras forestales para producción (F): son de aptitud forestal, considerando que la dinámica de cambio de uso podría reducir la capacidad productiva de los suelos y agravar su degradación. Tiene limitaciones de pendiente y profundidad, pero el manejo forestal sostenible del bosque o las plantaciones podrían permitir su aprovechamiento.

Tierras forestales de protección (Fp): corresponden a zonas núcleo para mantener la biodiversidad, proteger las fuentes de agua, y los bienes y servicios ecosistémicos. Por esta razón, es importante el desarrollo de los bosques como ecosistemas de soporte y regulación. Estas tierras presentan limitaciones severas de los cuatro factores.

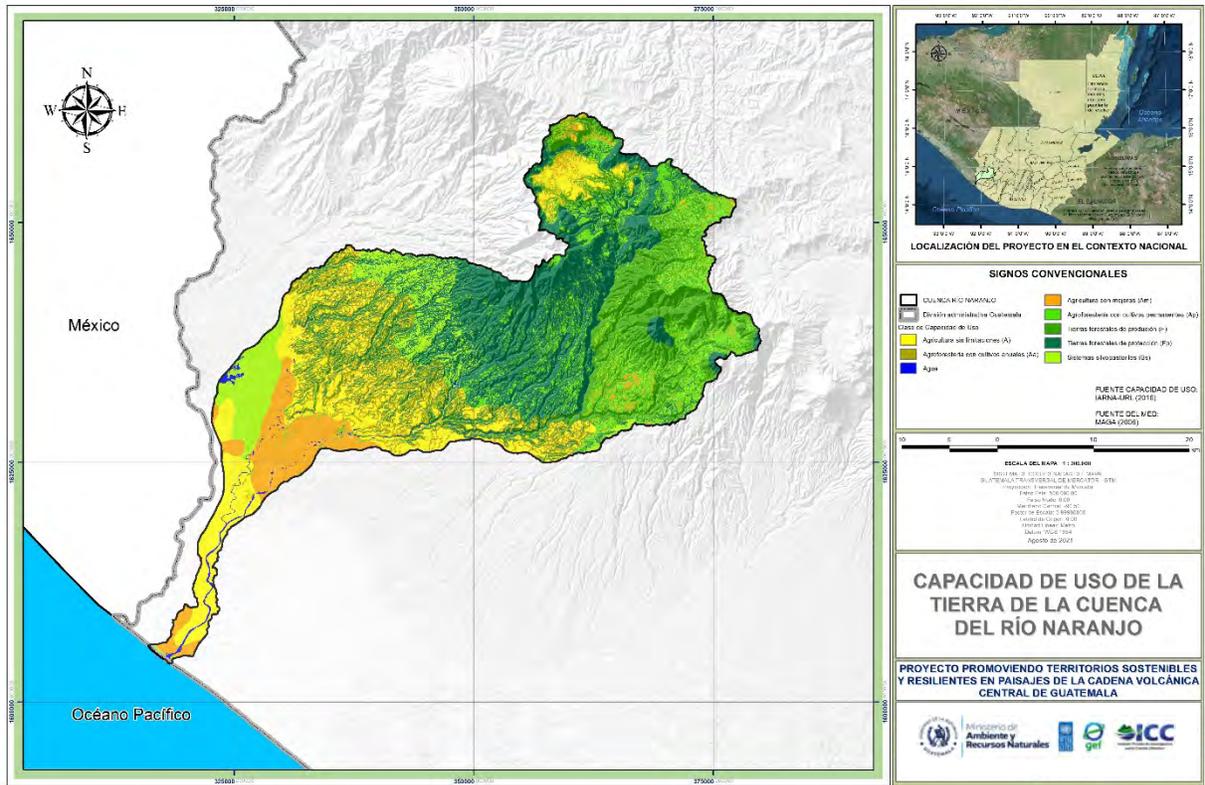
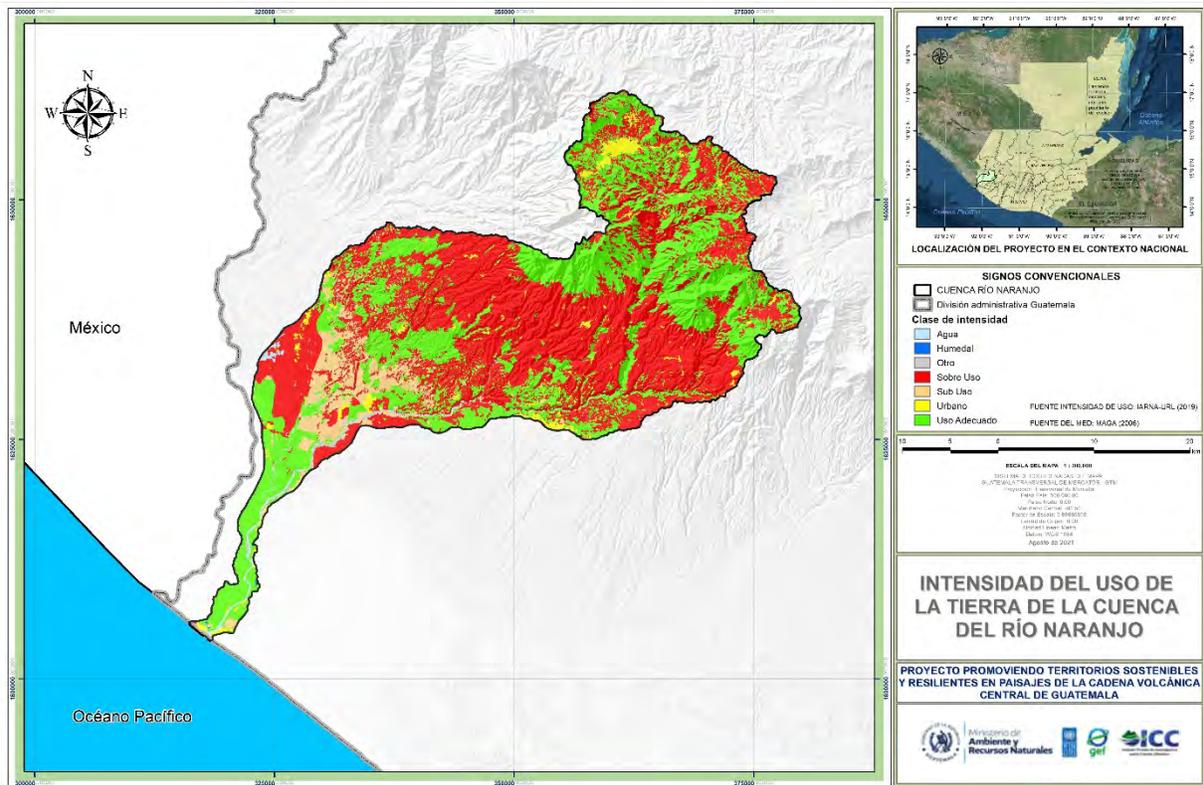


Figura 42. Capacidad de uso de la tierra de la cuenca del río Naranjo según la metodología del INAB

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2016).

14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO

La mayor proporción de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo presenta un sobreuso o uso por arriba de su aptitud natural (50.5 %). El 39.7 % corresponde a zonas con uso adecuado o correcto, el 5.9 % a subuso y un 3.9 % a uso urbano y áreas con agua. Destaca que la mayor porción de sobreuso en la cuenca ocurre en las áreas de café y agricultura anual, el primero en tierras con aptitud forestal y el segundo en zonas con aptitud para la agroforestería o los sistemas silvopastoriles (Figura 43)⁶.



⁶ Esta información tomó como base el mapa de intensidad de uso realizado por la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar (2019b) con información de los mapas de uso (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014) y de capacidad de uso (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016). Las clases o categorías de intensidad de uso indicadas previamente se definieron con respecto a la correspondencia espacial entre el mapa de uso de la tierra y el de capacidad de uso de la tierra. De existir discrepancia entre los anteriores se determinaron las zonas de sobreuso y subuso. Las áreas con sobreuso son aquellas donde el uso actual es de mayor intensidad al que soporta o es apta esa unidad, en caso contrario se refiere a un subuso (Richters, 1995). En el caso del mapa de intensidad de uso en referencia, se definió que los usos en áreas protegidas y zonas de alta y muy alta recarga hidrológica son adecuados, mientras que la falta de cobertura en ellas corresponde a subuso (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, 2019).

15 EROSIÓN HÍDRICA

La tasa de erosión media anual en la cuenca hidrográfica del río Naranjo equivale a 232 toneladas por hectárea por año (t/ha/año), según la estimación que realizó el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a) con base en la ecuación universal de pérdida del suelo (USLE, por sus siglas en inglés). Entretanto, los usos que presentan erosión por arriba de 500 t/ha/año son la agricultura anual, la vegetación arbustiva baja y las zonas agrícolas heterogéneas, que aportan el 54 % de los sedimentos producidos en la cuenca, donde destaca que solo la agricultura anual aporta el 36 %. En el rango de 200 a 500 t/ha/año están los usos de café, cultivos permanentes arbóreos, espacios abiertos y hule; que aportan el 32 % de sedimentos, especialmente el café (29 %). El cultivo de caña de azúcar presenta una tasa de erosión de 109.06 t/ha/año y aporta menos del 0.1 % de sedimentos.

Los usos que tienen un nivel de erosión entre 50 a 100 t/ha/año son: bosque, cultivos permanentes herbáceos, palma africana y pastizales; los cuales contribuyen con el 14 % de los sedimentos. El cultivo de banano-plátano aporta el 0.3 % de sedimentos y presenta una tasa de erosión inferior a 50 t/ha/año. El 31 % de la superficie de la cuenca del río Naranjo presenta erosión alta (50-200 t/ha/año), el 29 % muy alta (> 200 t/ha/año), el 27 % moderada (10-50 t/ha/año) y el 13 % leve o nula (< 10 t/ha/año) (Figura 44).

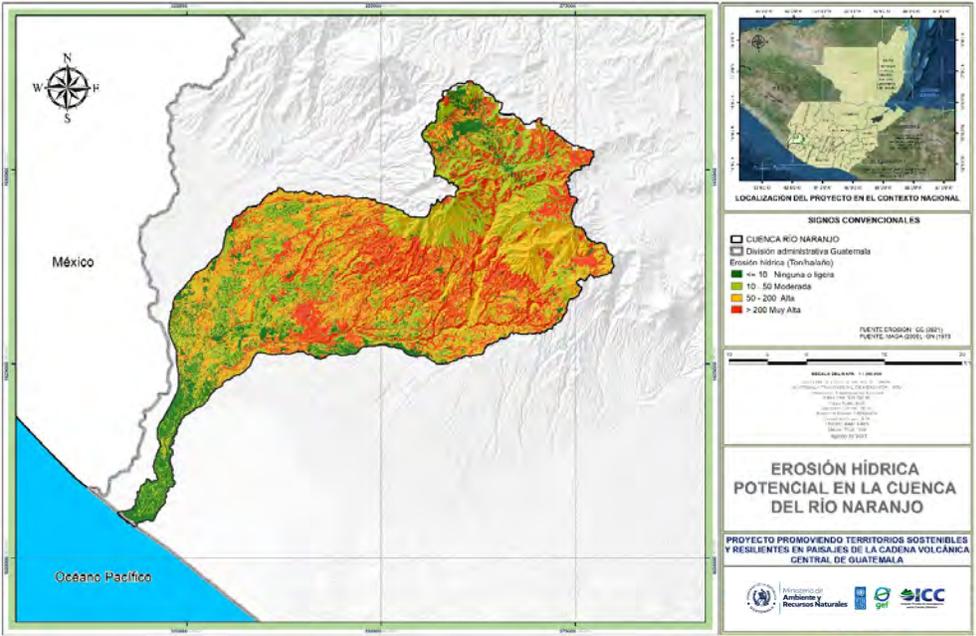


Figura 44. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a).

16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS

La superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se clasifica principalmente como bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (24.3 %) y bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) (23.3 %); espacialmente ambas son próximas y se localizan entre la parte media y alta de la cuenca.

En la cabecera se presentan las condiciones para definir al bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT), que representa el 18 % del área de la cuenca. Luego, en la parte baja se encuentra el bosque húmedo tropical (bh-T), en el 15.7 % del área. A continuación, y en la zona de desembocadura del río Naranjo, se ubica el bosque seco tropical (bs-T). En la menor parte de la superficie están el bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT) y el bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT), que se encuentran adyacentes en la cabecera de cuenca (Tabla 7 y Figura 45).

Tabla 7. Distribución de las zonas de vida en la cuenca del río Naranjo por superficie ocupada

Zona de vida	Área (km²)	Área (%)
Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)	36	2.9
Bosque húmedo tropical (bh-T)	195	15.7
Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)	223	18.0
Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)	290	23.3
Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	302	24.3
Bosque seco tropical (bs-T)	98	7.9
Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)	98	7.9

Fuente: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2015).

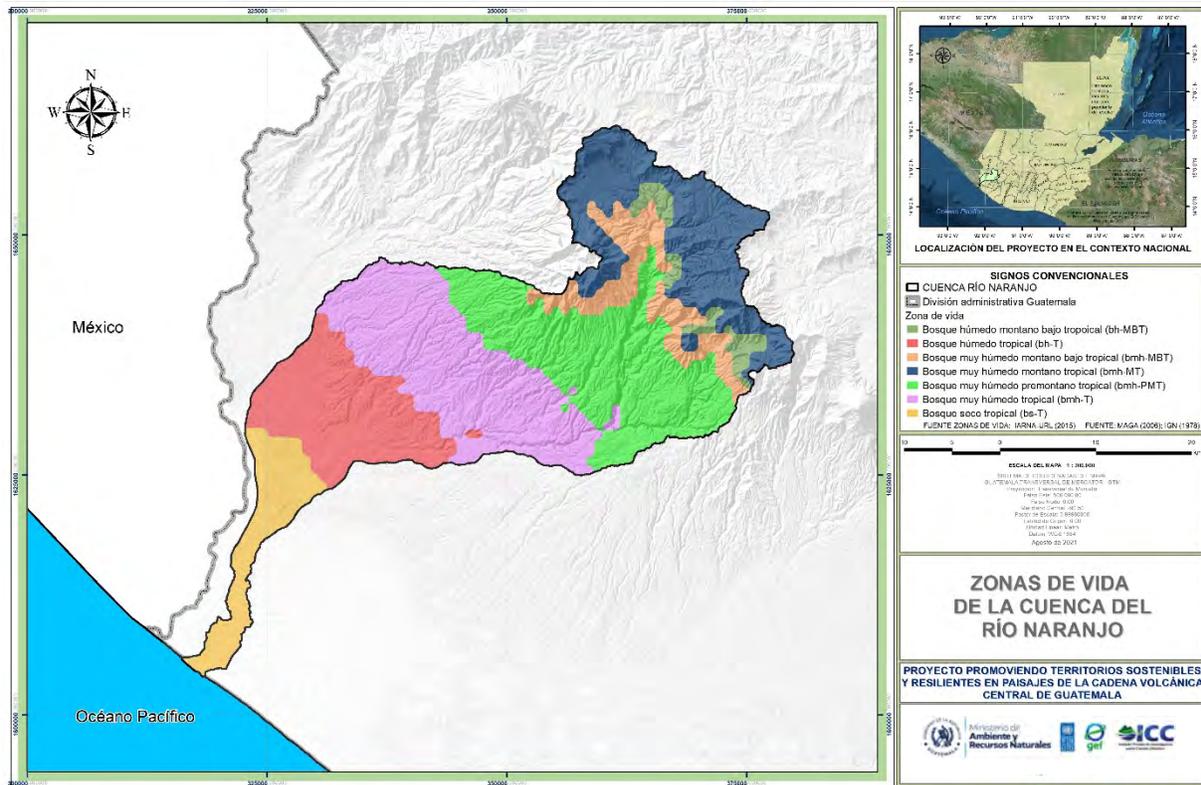


Figura 45. Zonas de vida en la cuenca del río Naranjo, con base en el sistema de clasificación de Holdridge
 Fuente: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2015).

El bosque muy húmedo tropical (bmh-T) está comprendido entre 0 a 1003 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), con una media de 321 m s.n.m. La precipitación pluvial es de 3583 milímetros (mm) y la temperatura media anual de 25.3 °C. En este ecosistema se genera anualmente un excedente de agua dado a que la relación entre la evapotranspiración potencial y la lluvia es de 0.42 (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas especies de flora frecuentes son: *Chrysophyllum mexicanum*, *Coccoloba schiediana*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia gerescansthus*, *Cupania belizensis*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Desmonchus orthacantos*, *Dialium guianensis*, *Dracaena americana*, *Euterpe macrospadix*, *Astronium graveolens*, *Bactris trichophylla*, *Bourreria oxyphylla*, *Brosimum allicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Chrysobalanus icaco*, *Aspidosperma cruentum*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) está presente entre los 63 y 2188 m s.n.m. Su precipitación pluvial es de 3380 mm y la temperatura media anual de 21.44 °C. También es un ecosistema con excedentes de agua considerando que su relación de evapotranspiración potencial y precipitación es de 0.37 (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Entre algunas especies representativas de su biodiversidad de flora están: *Inga leptaloba*, *Juniperus comitana*, *Liquidambar styraciflua*, *Myrica cerifera*, *Pachyrrizus erosus*, *Pinus caribaea*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Podocarpus guatemalensis*, *Pourouma bicolor*, *Psychotria elata*, *Quercus corrugata*, *Quercus peduncularis*, *Quercus purulhana* y *Quercus sapotifolia* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) comprende elevaciones entre los 1943 y 3960 m s.n.m. Sus valores medios anuales de precipitación pluvial y temperatura son de 1468 mm y 10.40 °C, correspondientemente. Produce excedentes de agua anualmente según lo revela la relación entre evapotranspiración potencial y precipitación pluvial, que es de 0.41 (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas especies de su biodiversidad de flora son: *Abies guatemalensis*, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cestrum aurantiacum*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea* y *Cupressus lusitanica* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque húmedo tropical (bh-T) está presente desde los 0 hasta los 1139 m s.n.m. Anualmente la precipitación es de 2199 mm y su temperatura de 25.65 °C. Este ecosistema también produce excedentes de agua ante una evapotranspiración potencial del 69 % con respecto a la precipitación pluvial (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas de las especies de flora presentes en esta zona de vida son: *Aspidosperma stegomeris*, *Asterogyne martiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Astronium graveolens*, *Attalea cohune*, *Bactris mexicana*, *Bactris trichophylla*, *Bauhinia divaricata*, *Bernoullia flammea*, *Borreria oxyphylla*, *Brosimum alicastrum*, *Brosimum panamense*, *Bucida buceras* y *Bursera bipinnata* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

17 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

Según el registro de la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021), durante el período 2010 a 2021 se cuantificaron más de diez mil avistamientos de flora y fauna en la cuenca hidrográfica del río Naranjo, de las cuales predominaron las observaciones de fauna (99.3 %) sobre las de flora (0.7 %). Se cuantifican 363 especies de fauna, de las cuales el 94.8 % corresponde a avifauna, y el resto a especies de mamíferos, reptiles, anfibios y arácnidos. Existe un total de 58 especies de flora, en su mayoría dicotiledóneas (78 %), mientras que el resto (22%) son monocotiledóneas (Figura 46).

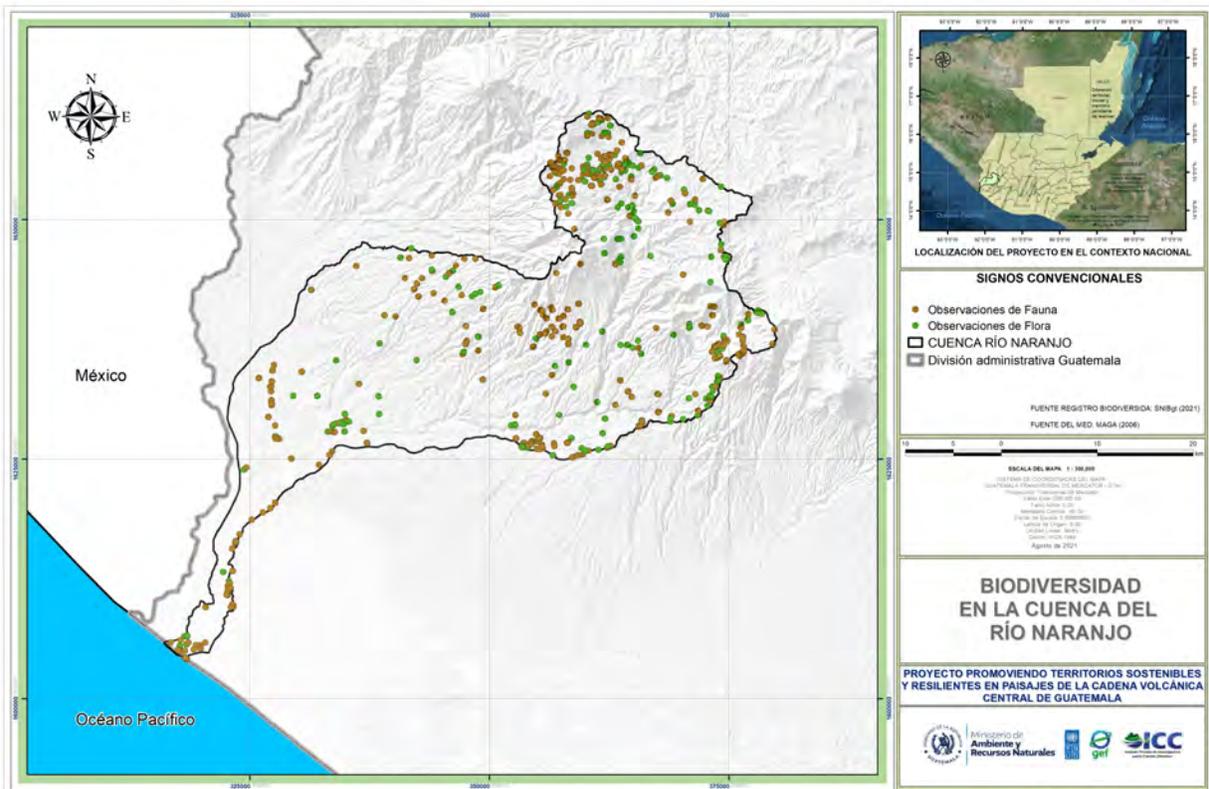


Figura 46. Registro de la biodiversidad en la cuenca del río Naranjo, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica
Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021).

El 7 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponde a áreas protegidas, que son sitios propicios para el desarrollo de la biodiversidad. Entre las categorías presentes están: parque regional municipal (10 %), reserva natural privada (39 %) y zona de veda definitiva (51 %).

Dentro de esta última categoría se encuentran los volcanes Chicabal, Lacandón y Siete Orejas. Entre las reservas naturales privadas se encuentran la finca comunitaria Magnolia Miramar, La Florida, La Igualdad, La Rosita, Manila, Medio día y Ona. En la categoría de parque regional municipal están los astilleros municipales de San Pedro Sacatepéquez San Marcos, San Marcos, El Grande, Esquipulas Palo Gordo y San Cristóbal Cucho. Todas las áreas protegidas se distribuyen desde la parte media hasta la cabecera de la cuenca (Figura 47).

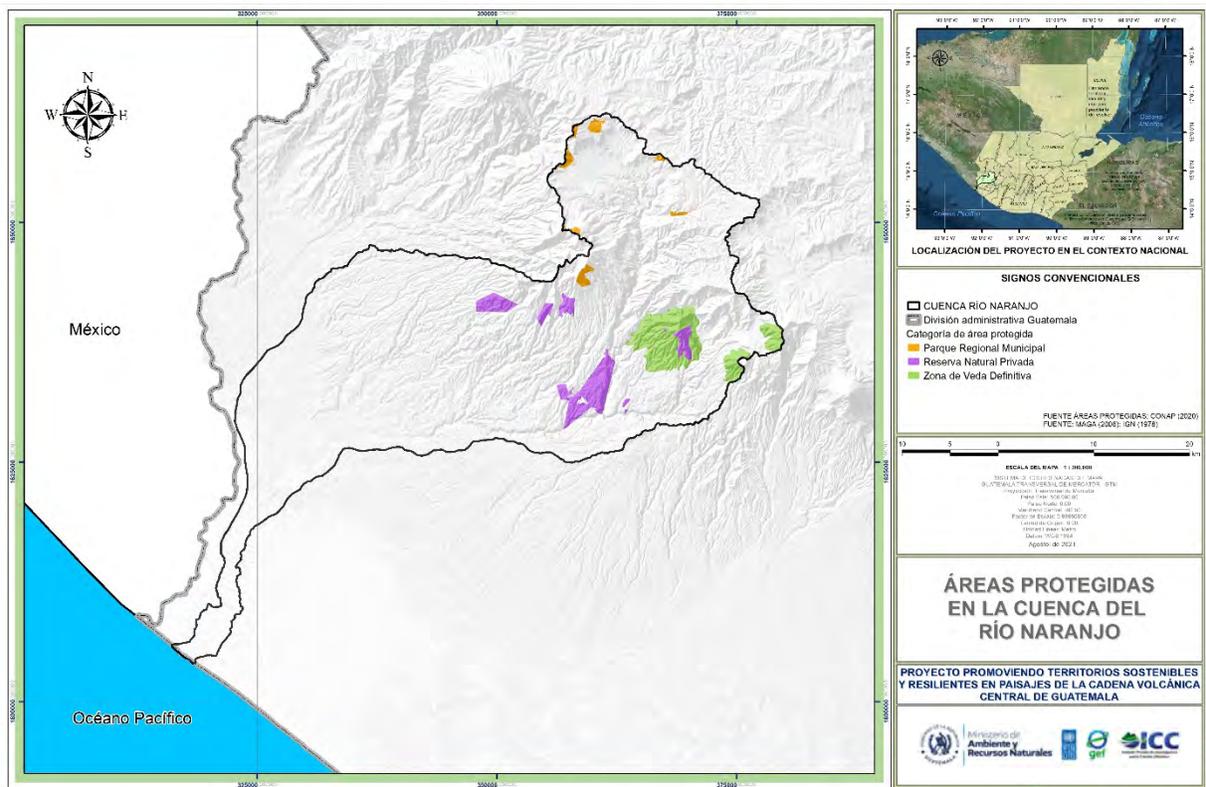


Figura 47. Áreas protegidas en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2020).

18 RIESGO

18.1 Deslizamientos

Dentro de la cuenca hidrográfica del río Naranjo existen zonas de riesgo a deslizamientos que fueron delimitadas con base en la tormenta tropical Agatha ocurrida en mayo de 2010, por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010). El 22 % de la superficie de esta cuenca se encuentra dentro alguna categoría de riesgo por deslizamiento, principalmente en su parte media y alta. De dicho total, el 43 % corresponde a riesgo medio, el 34 % a riesgo alto y el 23 % a riesgo bajo (Figura 48).

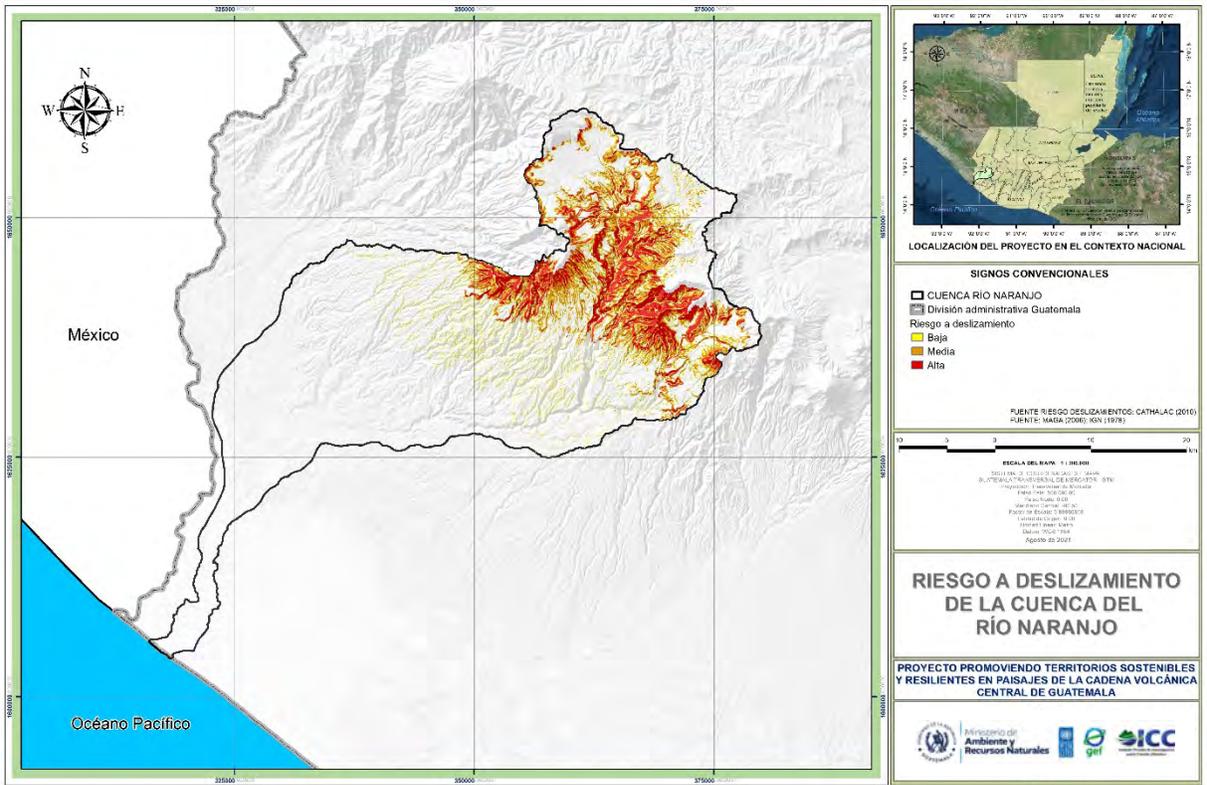


Figura 48. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010).

En las zonas de riesgo por deslizamiento se ubican 308 centros poblados distribuidos en los municipios de Colomba Costa Cuca, El Quetzal, El Rodeo, Esquipulas Palo Gordo, La Reforma, Nuevo Progreso, San Juan Ostuncalco, Palestina de Los Altos, San Antonio Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho, San Marcos, San Martín Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y El Tumbador.

18.2 Inundaciones

El mapa de inundaciones realizado por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017) para diferentes períodos de retorno, muestra que en la zona baja de la cuenca hidrográfica del río Naranjo y cerca a la desembocadura del río Naranjo al mar (en superficie de los municipios de Ocos y La Blanca dentro de la cuenca), son frecuentes las inundaciones con períodos de retorno inferiores a los 10 años (Figura 49).

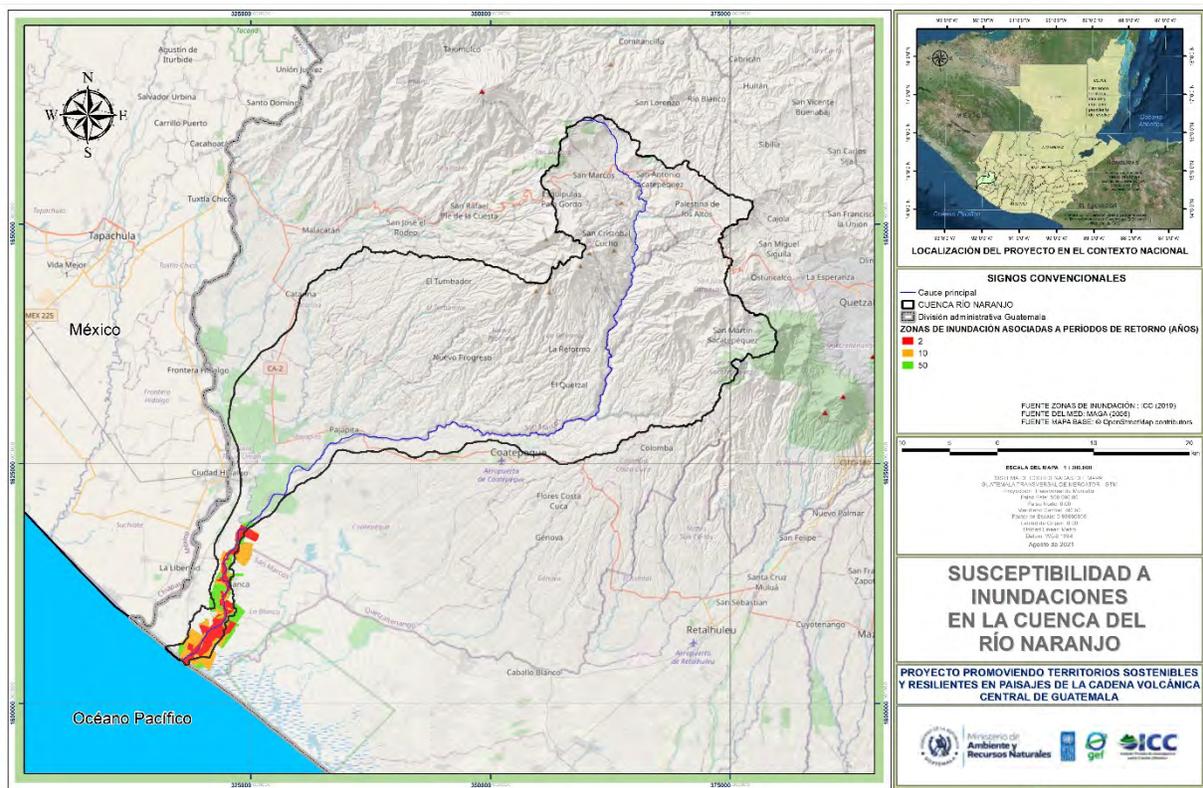


Figura 49. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017).

El mapa de amenaza por inundaciones realizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015), confirma las zonas de inundación en la parte baja de la cuenca o planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito. Sin embargo, remarca otras zonas de inundación en el abanico aluvial del río Cabuz, además de las zonas ribereñas del propio río Naranjo, y otros ríos en la cuenca que lleva su nombre.

Se cuantifican 41 lugares poblados dentro de estas zonas de amenaza, de los cuales el 32 % se encuentra en el municipio de Ayutla, el 32 % en Ocos, el

17 % en Pajapita, el 10 % en Coatepeque y el 2 % por igual en los municipios de Catarina, El Quetzal, Nuevo Progreso y Palestina de Los Altos (Figura 50).

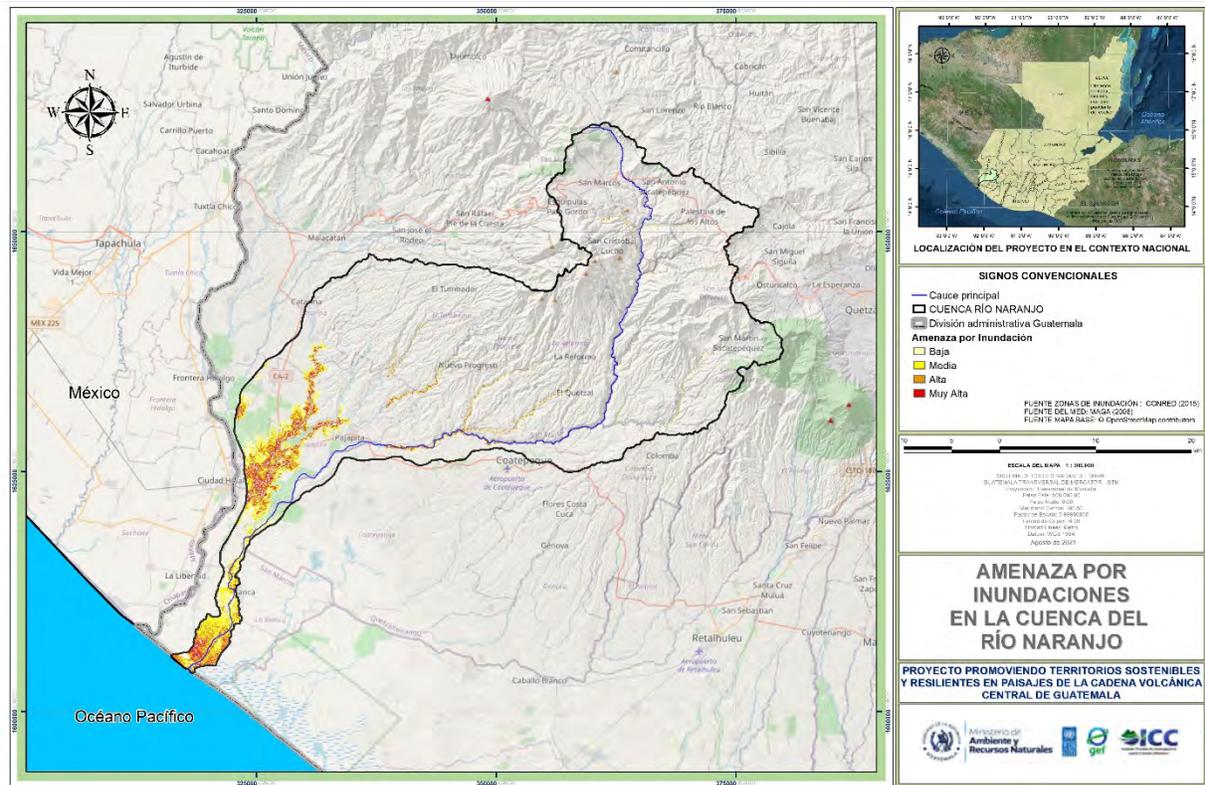


Figura 50. Amenaza por inundación en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015).

18.3 Sequía

En el 64 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo la amenaza por sequía es principalmente muy baja, desde su parte media hasta la parte alta, delimitándose claramente una zona central en esta que corresponde a ecosistemas de bosque húmedo a muy húmedo.

La amenaza es mediana a baja en el 21 % de la cuenca y baja en el 10 %. Con una representación de superficie igual o inferior al 2 % se encuentran las categorías de muy alta, media y alta. En la parte baja de la cuenca las amenazas mediano-baja, media, alta y muy alta, se traslapan espacialmente con el ecosistema de bosque seco tropical (Figura 51). Esta información se basó en el mapa de amenaza por sequía que realizó el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015).

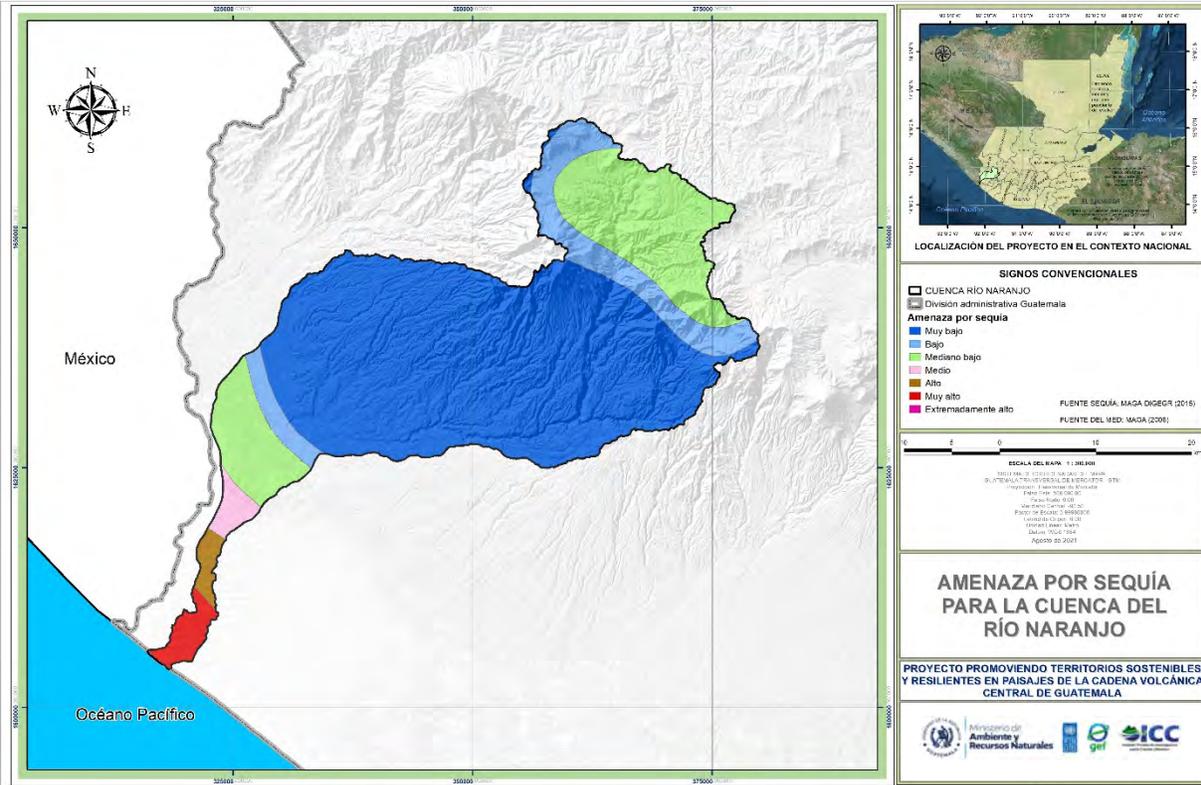


Figura 51. Amenaza por sequía en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015).

18.4 Vulnerabilidad sistémica

La vulnerabilidad sistémica considera la vulnerabilidad de las cuatro dimensiones del sistema socioecológico: social, natural, económica e institucional, según lo define Gallopín (2006). Con dicha base, la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar (2019d), realizó el mapa para Guatemala.

El 47 % de la extensión superficial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo presenta vulnerabilidad media, desde la parte baja hasta la cabecera de la cuenca. El 35 % de la superficie tiene vulnerabilidad alta, principalmente en la zona media de la cuenca; y en el 18 % la vulnerabilidad es baja, en zonas dispersas a lo largo de la cuenca.

El 48 % de los municipios en la cuenca presenta la mayor proporción de su superficie bajo vulnerabilidad media, en el 35 % predomina la vulnerabilidad alta y en el 17 % la mayoría de las áreas tiene vulnerabilidad baja (Figura 52).

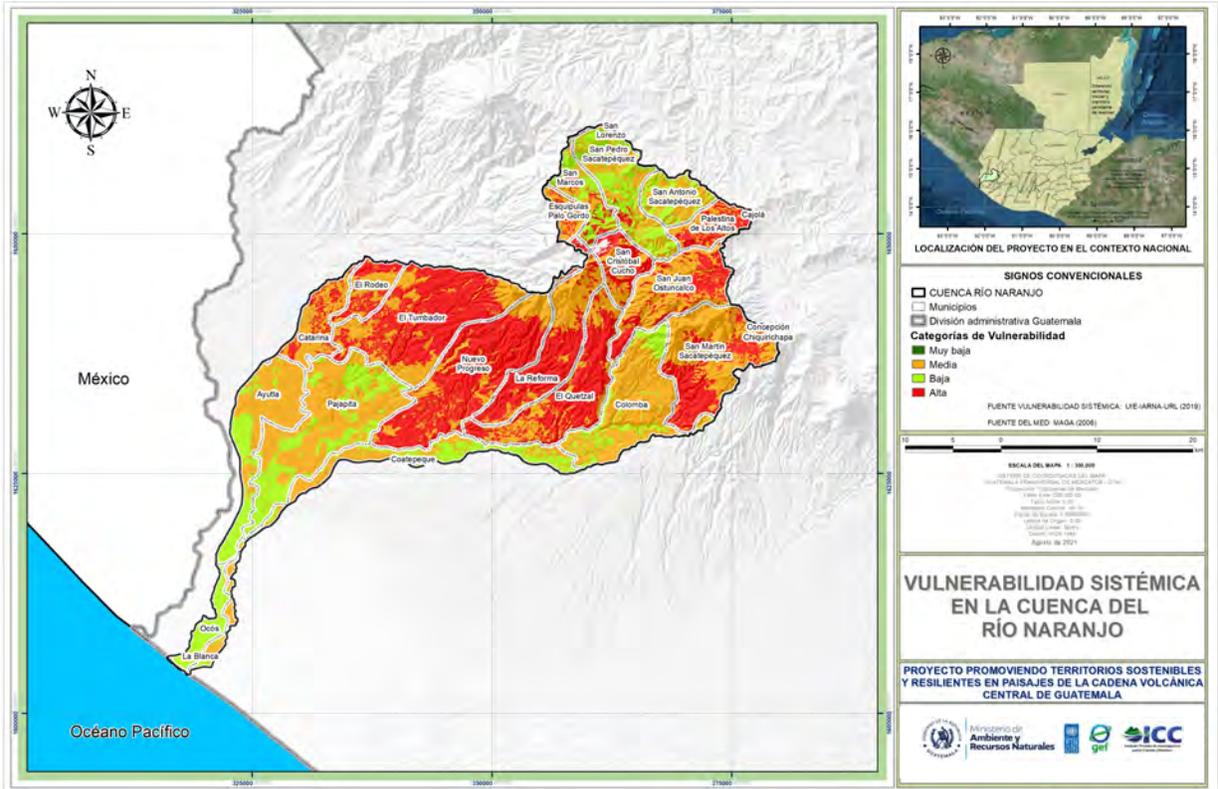


Figura 52. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019d).

18.5 Amenazas climáticas

El mapa de amenazas climáticas de la República de Guatemala (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad 2019a) define las siguientes categorías: (a) baja o nula, que corresponde a la ausencia de amenazas, (b) media, que se debe a las heladas, (c) alta, debida a la ocurrencia de deslizamientos, inundaciones o sequía, y (d) muy alta, por la presencia de dos o más amenazas de las anteriores.

El 39 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Naranjo está expuesta a amenaza alta (deslizamientos, inundaciones o sequía), principalmente en su parte baja y media. Un 36 % se encuentra bajo amenaza baja o nula, principalmente en la parte media y una sección de la cabecera de la cuenca; 17 % bajo amenaza media (heladas), en la cabecera de la cuenca; y 7 % bajo amenaza muy alta en la parte baja. Adicionalmente, en la mayoría de los municipios ubicados en la cuenca predominan las áreas expuestas a amenazas dentro de la categoría media (39 %) y alta (30 %). En el resto de los

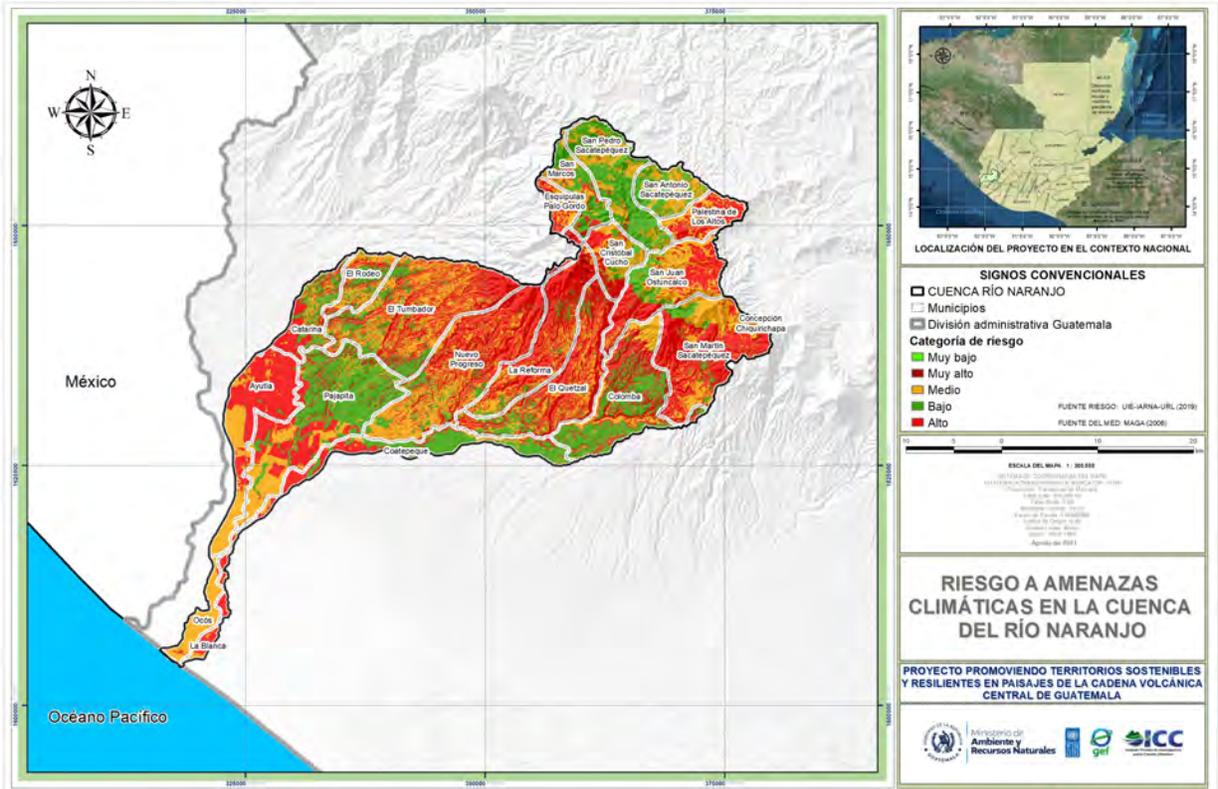


Figura 54. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019c).

18.7 Riesgo a desastres

Durante los últimos años se determinó el índice para la gestión de riesgo (Inform, por sus siglas en inglés) a escala municipal para Guatemala, estudio realizado por Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018). Este índice está compuesto por 29 indicadores contenidos en seis categorías (humano, natural, socioeconómico, institucional, grupos vulnerables e infraestructura) y tres dimensiones (vulnerabilidad, falta de capacidad de respuesta, y peligro y exposición) de acuerdo al marco metodológico planteado por las Naciones Unidas y la Unión Europea (De Groeve *et al.*, 2014).

El índice de peligro y exposición promedio de la cuenca hidrográfica del río Naranjo es de categoría media (4.6–5.7). En esta unidad natural, el 52.5 % de la superficie presenta un índice medio, un 28.8 % bajo, 14.2 % muy alto, y 4.2 % alto.

En cuanto a los municipios que conforman la cuenca, el 52.0 % presenta índice medio, 22.0 % bajo, 13.0 % alto y 13.0 % muy alto. Entre los municipios con índice de peligro bajo están San Martín Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez y Nuevo Progreso; mientras que los que tienen un índice muy alto son Coatepeque, Colomba Costa Cuca y San Marcos (Figura 55).

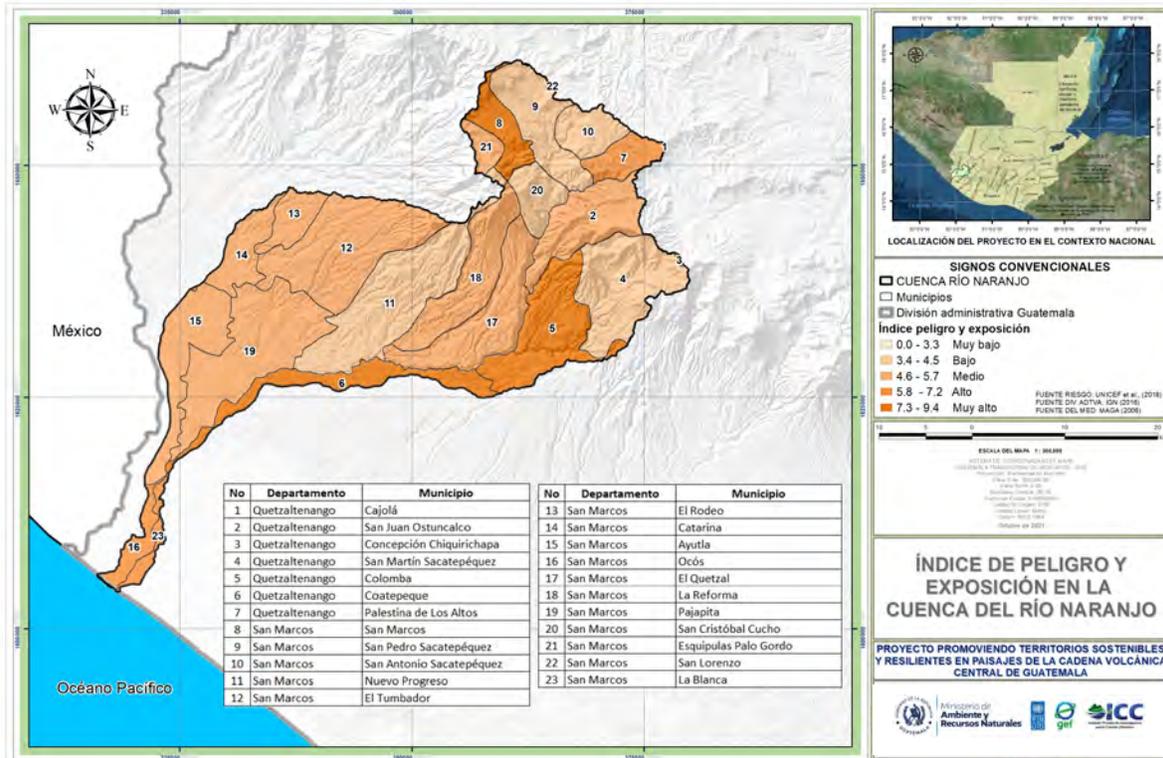


Figura 55. Índice de peligro y exposición a desastres en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

En la cuenca del río Naranjo la dimensión de vulnerabilidad se ubica en promedio en el límite superior de la categoría baja (2.6–3.6). Del total de su superficie, un 46.1 % presenta índice bajo, 36.7 % medio, 11.4 % alto y 5.8 % muy bajo. El 39.1 % de los municipios ubicados dentro de la superficie de la cuenca tiene un índice bajo y otro 39.1 % índice medio. El resto de los municipios cuenta con índices alto (17.4 %, que corresponden a Palestina de Los Altos, Cajolá, El Quetzal y El Rodeo); y muy bajo (4.3 %) en el caso de Ayutla (Figura 56).

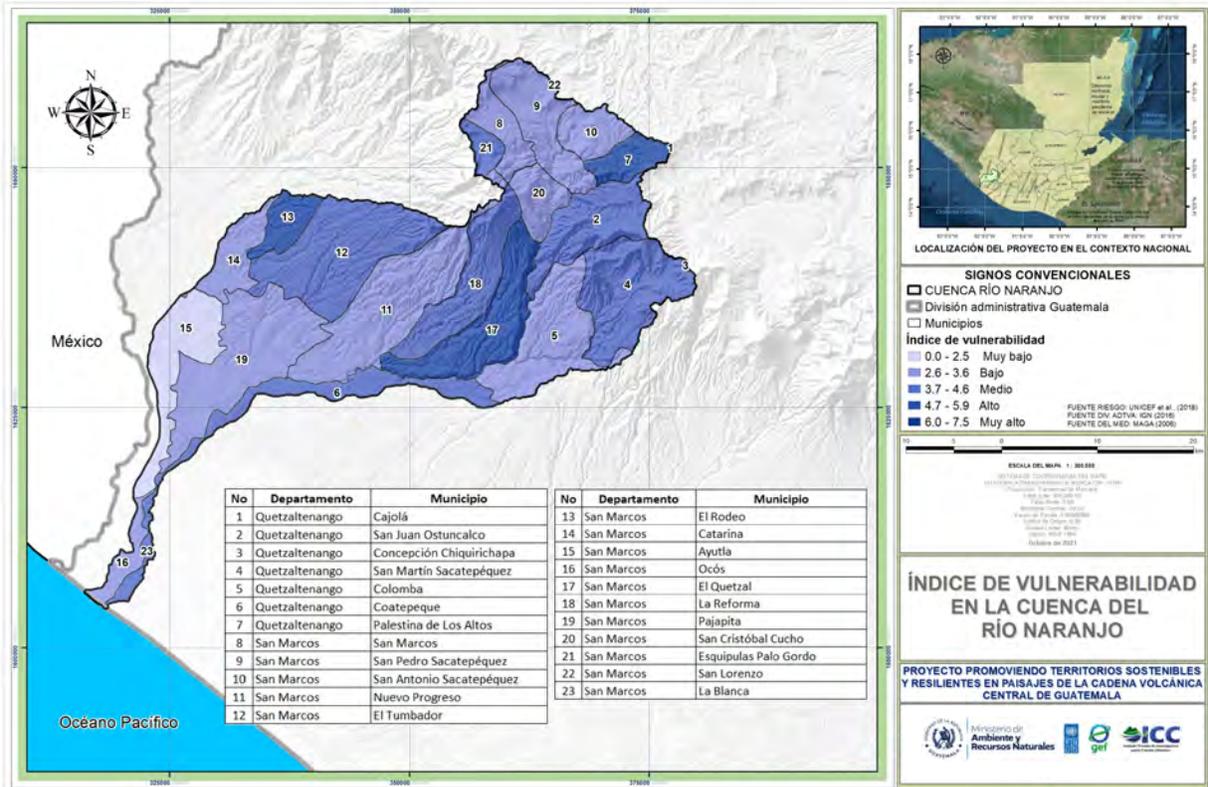


Figura 56. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Naranjo
Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

Con relación a la dimensión de falta de capacidad de respuesta, la cuenca presenta un índice promedio alto (5.8-6.5). El 49.9 % de su superficie tiene un índice alto, 30.1 % medio, 13.2 % muy alto, 4.2 % muy bajo y 2.6 % bajo. El 43.5 % de los municipios tiene un índice alto de esta dimensión, 30.4 % medio, 17.4 % muy alto y 4.3 % por igual para bajo y muy bajo. El municipio de Coatepeque presenta el índice más bajo (0-3.7 %), mientras que los valores más altos se reportan en La Blanca, Ocós, Pajapita y Cajolá (6.6-8.0 %) (Figura 57).

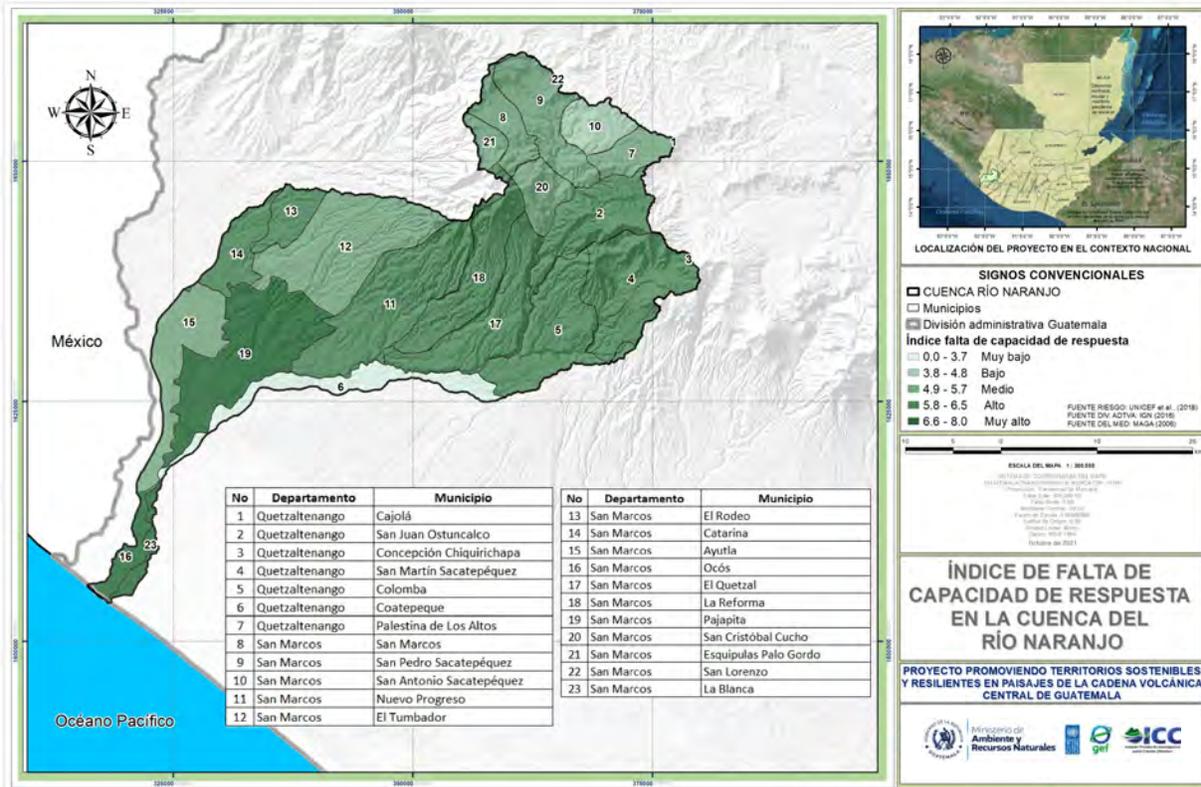


Figura 57. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

Considerando las tres dimensiones anteriores, el índice de riesgo promedio en la cuenca hidrográfica del río Naranjo es igual a 4.7, lo cual corresponde a la categoría media. El 57.7 % de su territorio se encuentra bajo riesgo medio, en el 19.6 % es bajo, en el 10.3 % es muy bajo, en el 10.3 % es muy alto y en el 2.2 % es alto. Un total de 11 municipios de los 23 presentes en la cuenca tienen riesgo medio (47.8 %), en el 17.4 % es muy alto, en el 13.0 % es muy bajo, en el 13.0 % es bajo y en el 8.7 % es alto. Los municipios con mayor riesgo (alto y muy alto) son La Blanca, Palestina de Los Altos, Cajolá, El Quetzal, El Rodeo y Concepción Chiquirichapa. No obstante, Ayutla, San Cristóbal Cucho, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, Nuevo Progreso y Catarina, presentan riesgo entre muy bajo a bajo (Figura 58).

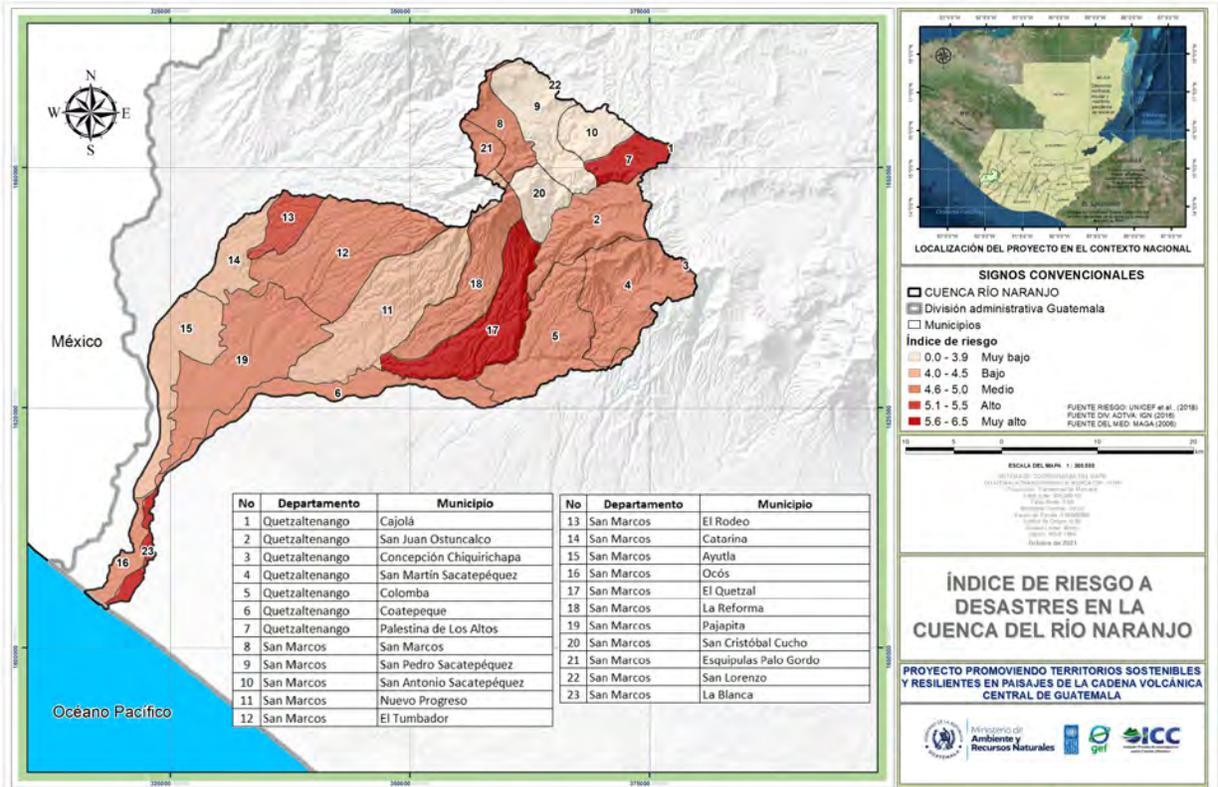


Figura 58. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Naranjo
 Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al (2018).

19 TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021) identificó 71 tiraderos de desechos sólidos en la cuenca hidrográfica del río Naranjo, 63 se ubican en el departamento de San Marcos y el resto en Quetzaltenango. La mayoría son de tipo clandestino y se localizan adyacentes a los ríos Naranjo, Nahuatán y Meléndrez. Únicamente los vertederos municipales de El Quetzal y San Pedro Sacatepéquez cuentan con instrumento ambiental. Meijer *et al.* (2021), estimaron que la carga de plásticos mal manejados en la cuenca es de 9123 toneladas métricas al año, y 545 t/año de plásticos llegan al mar a través del río Naranjo de (Figura 59).

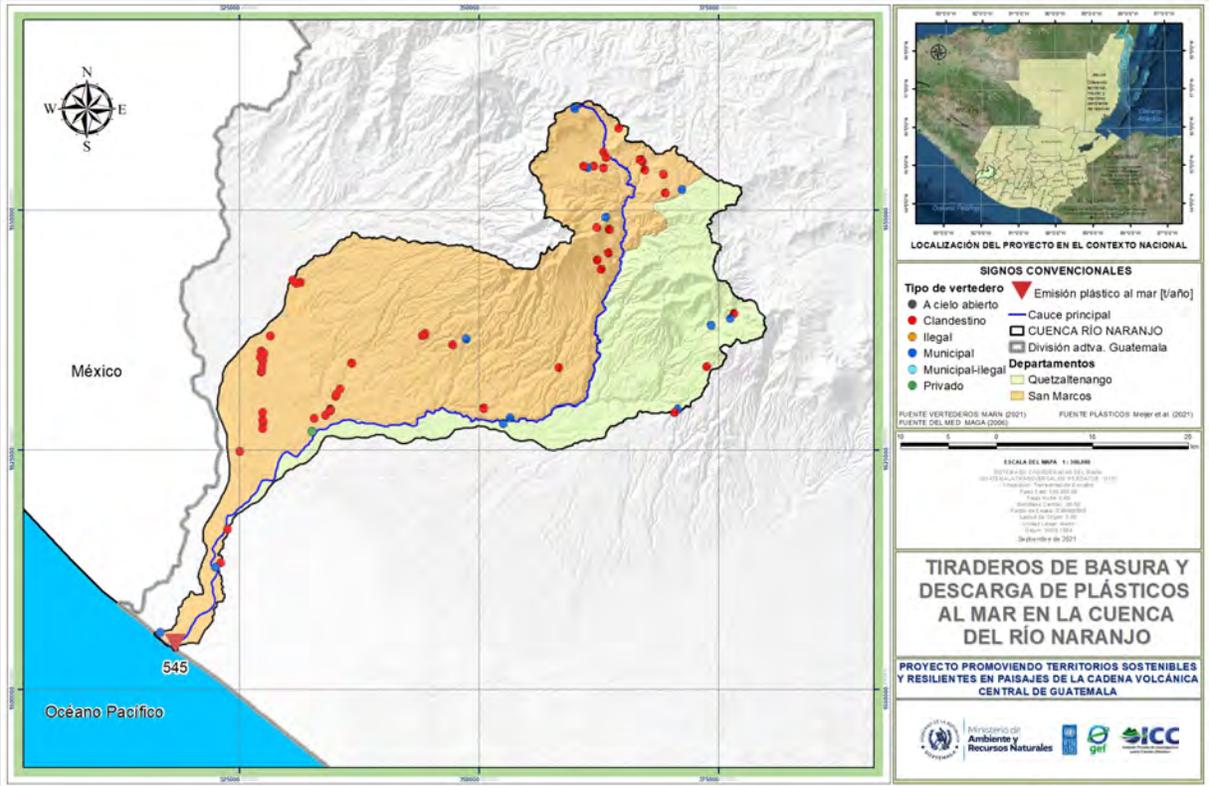


Figura 59. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Meijer *et al.* (2021); Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

20 APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

Según el registro de centrales hidroeléctricas que se encuentran en operación del Ministerio de Energía y Minas (2021), en la cuenca hidrográfica del río Naranjo existen cinco centrales hidroeléctricas que representan una capacidad instalada total de 9.71 megavatios (MW). En general, se trata de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada menor o igual a 5 MW (Tabla 8 y Figura 60).

Tabla 8. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Naranjo

n.º	Nombre	Capacidad instalada (MW)
1	Hidroeléctrica El Ixtalito	1.49
2	Hidroeléctrica Los Patos	4.99
3	Hidroeléctrica La Ceiba I	0.64
4	Pequeña hidroeléctrica Xolhuitz	2.30
5	Readecuación mini hidroeléctrica La Vía	0.29

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021).

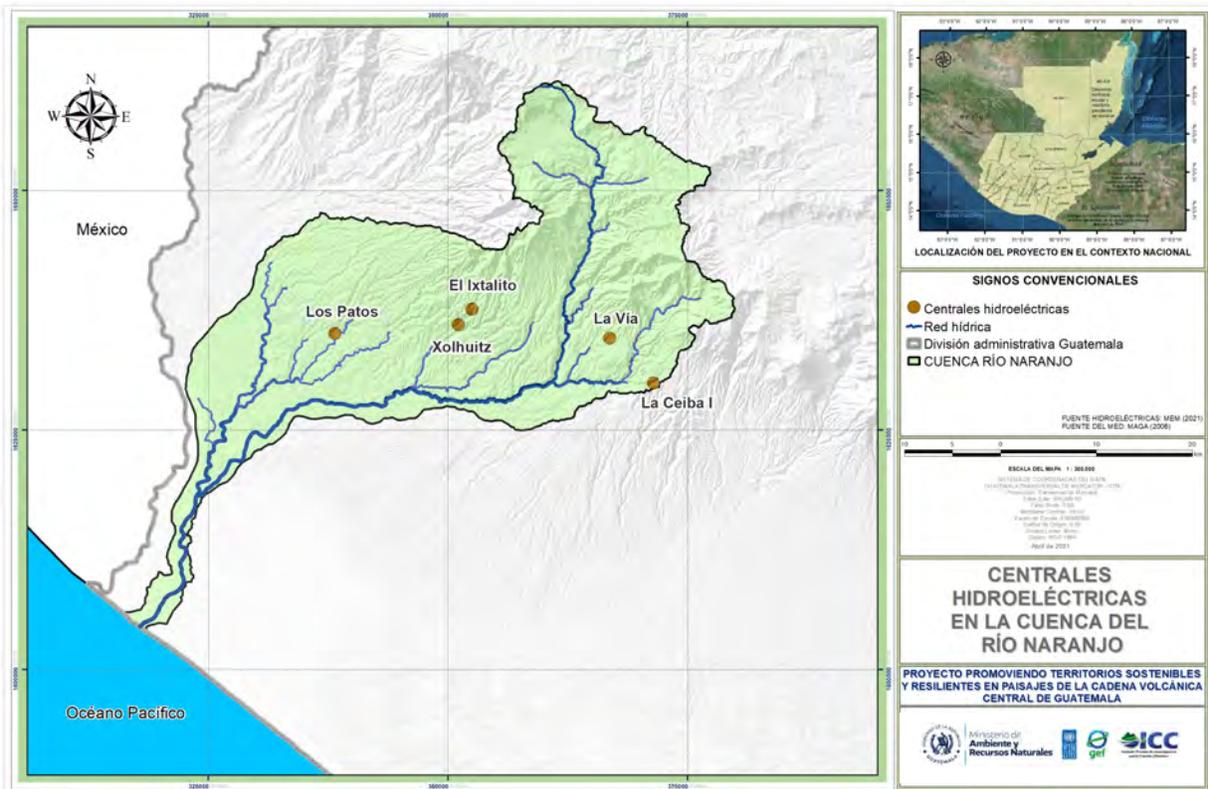


Figura 60. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Naranjo

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021).

21 SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

La cuenca hidrográfica del río Naranjo tiene forma alargada y una superficie igual a 1242.6 km². Debido a sus aspectos morfológicos, muestra un alto potencial de producción de escorrentía superficial y bajo potencial de recarga hídrica. Dada su relieve abrupta e irregular, es susceptible a la erosión hídrica y es vulnerable a inundaciones en su parte más baja, adicionalmente su corriente principal mantiene alta potencia para el transporte de sedimentos.

La precipitación media anual multianual (1991-2020) equivale a 2674.7 ± 872.2 mm y la temperatura media anual es de 22.3 ± 4.8 °C. La evapotranspiración potencial estimada durante el período 2000-2013 es de 1972 ± 159 mm. La variabilidad de la época lluviosa revela dos zonas diferenciadas de inicio (25 abril al 17 de mayo, y 18 al 27 de mayo) y final (10 al 24 de octubre, y 25 de octubre al 13 de noviembre), mientras que su duración tiene poca o nula variabilidad espacial. La amenaza por sequía en su mayoría es muy baja. La duración de la canícula fue principalmente de 26 a 35 días en el periodo 1980-2019, con intensidades entre -50 a 50 mm, y precipitación pluvial media en el rango de los 100 a 200 mm. En comparación con el período 1991-2020, las proyecciones de cambio climático (RCP 4.5 y 8.5) prevén que en la cuenca baja disminuya la precipitación media anual, se mantenga en la cuenca media, e incremente en la cuenca alta. Mientras, la temperatura media anual disminuiría en una porción de la cuenca baja, y se mantendría en la cuenca alta.

Se estima que la disponibilidad hídrica específica es predominantemente superior a 2 millones de metros cúbicos por kilómetro cuadrado por año. En dos puntos del cauce principal del río Naranjo durante la época seca (2016-2021), el caudal medio en la sección de desembocadura fue igual a 9.35 m³/s, y en un punto de mayor elevación (municipio de Coatepeque) fue de 12.81 m³/s. El potencial de aguas subterráneas es moderado. La recarga hídrica es principalmente muy alta (55 %).

Los usos de la tierra más importantes para el año 2020, según el área que ocupan, fueron: café (29.12 %), bosque (21.30 %), hule (9.16 %), granos básicos (8.14 %) y pastos (7.13 %). La dinámica forestal presentó un cambio neto de +4.6 % entre 2010 y 2016, lo que representó una cobertura forestal del 25.7 % de su superficie al 2016. La mayor porción de su superficie presenta aptitud forestal (46.7%), con menor aptitud agrícola (25.3 %). Predomina el sobreuso de la tierra (50.5 %), seguido del uso correcto (39.7 %). La tasa de erosión media anual es de 232 t/ha/año. El 31 % de la superficie de la cuenca del río Naranjo presenta erosión alta (50-200 t/ha/año) y el 29 % muy alta (> 200 t/ha/año).

La cuenca tiene alto riesgo a deslizamientos y existen zonas vulnerables a inundación en la parte más baja y próxima a su desembocadura. El 42 % de su superficie tiene riesgo alto a amenazas climáticas. Adicionalmente, el índice para la gestión del riesgo es de tipo medio: el peligro y la exposición son medios, la vulnerabilidad es baja, y la falta de capacidad de respuesta es alta.

Por otro lado, se registraron 71 tiraderos de desechos sólidos al 2021, siendo en su mayoría clandestinos y próximos a los ríos Naranjo, Nahuatán y Meléndrez. Únicamente los vertederos de El Quetzal y San Pedro Sacatepéquez cuentan con instrumento ambiental. La descarga anual de plásticos al mar que llegan a través de su red hídrica se estima en 545 toneladas métricas. Por su parte, la capacidad instalada de las centrales hidroeléctricas en la cuenca es igual a 9.71 megavatios (MW), las cuales se ubican en la cuenca media-alta.

En cuanto a las zonas de vida y ecosistemas, en la cuenca del río Naranjo predomina el bosque muy húmedo tropical en el 24.3 % de su territorio, el bosque muy húmedo premontano tropical (23.3 %) y el bosque muy húmedo montano tropical (18.0 %). En el 7 % de la superficie de la cuenca existen áreas protegidas de las siguientes categorías: zona de veda definitiva de los volcanes Chicabal, Lacandón y Siete Orejas (51 %); reserva natural privada (39 %); y parque regional municipal (10 %). Durante el período 2010-2021 se registraron más de diez mil avistamientos de flora (0.7 %) y fauna (99.3 %), de los cuales la mayoría corresponde a avifauna (94.8 %).

REFERENCIAS

- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio. (2010). *Áreas con riesgo a deslizamientos República de Guatemala* [mapa digital].
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2020). *Capa digital del Sistema guatemalteco de áreas protegidas* [mapa digital].
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2015). *Amenaza por inundaciones TERRAHYDRO 4.2.2* [mapa digital].
- Cordillera S. A., Asociación para el Manejo Sostenible de los Recursos Kársticos y Espeleológicos y Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2010). *Evaluación del potencial de aguas subterráneas de la República de Guatemala a escala (1:250,000), como apoyo al desarrollo del riego para la producción agrícola en comunidades de pequeños y medianos productores. Informe del proyecto*. Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Dahlgren, R. A., Macías, F., Camps, M., Chesworth, W., Wayne, P. R., Bache, B. W., Emerson, W. W., Hartmann, R., Kostic, N., Spaargaren, O. y Arnalds, O. (2008). Andosols. En *Encyclopedia of soil science* (W. Chesworth, ed., pp. 39-46). Springer Netherlands.
- De Groeve, T., Vernaccini, L. y Poljanšek, K. (2014). *Index for risk management-INFORM: concept and methodology, version 2015*. EUR 26894. Publications Office of the European Union.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2006). *Modelo de elevación digital de Guatemala a 20 metros* [mapa digital]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2013). *Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala* (vol. 1). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2021). *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra República de Guatemala año 2020* [mapa digital]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa Mundial de Alimentos, Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios y

- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2018). *Índice para la gestión de riesgo*.
- Gallopín, G. C. (2006). *Sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: cifras y tendencias, Honduras*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- García-Oliva, L. C. y Pazos, E. (2021). The mid-summer drought spatial variability over Mesoamerica. *Atmósfera*, 34(2), 227-232.
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento informativo*.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2015). *Mapa de ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto Geográfico Nacional. (1970). *Mapa geológico de la República de Guatemala a escala 1:500,000* [material cartográfico].
- Instituto Geográfico Nacional. (2016a). *Hidrografía lineal que representa los ríos perennes o intermitentes de la República de Guatemala* [mapa digital].
- Instituto Geográfico Nacional. (2016b). *Las masas de agua y ríos de agua abierta* [mapa digital].
- Instituto Geográfico Nacional. (2016c). *Mapa de división político-administrativa de la República de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la República de Guatemala*.

- Instituto Nacional de Bosques. (2001). *Especies vegetales frecuentes en los ecosistemas de Guatemala* [manuscrito sin publicar].
- Instituto Nacional de Bosques. (2005). *Programa de investigación de hidrología forestal*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017a). *Mapa de parte alta, media y baja de las cuencas de la República de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017b). *Mapa de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica de la República de Guatemala* [mapa digital].
- Instituto Nacional de Bosques, Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. (2019). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016, escala 1:50,000* [mapa digital].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2003). *Red Hidrométrica Nacional* [mapa digital].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2019a). *Escenarios de cambio climático RCP 4.5 y 8.5 para los períodos 2010-2039 y 2040-2069* [conjunto de datos].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2019b). *Proyecciones de cambio climático en Guatemala: reducción dinámica*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2021). *Caudales de estaciones hidrométricas* [conjunto de datos].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Información de estaciones meteorológicas de la vertiente del Pacífico, para el período 1991 a 2020* [conjunto de datos].
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Mapa de zonas de inundación en la vertiente del Pacífico de Guatemala, cuencas Ocosito a María Linda*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020a). *Precipitación pluvial y temperatura media bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y 8.5 de los períodos 2010-2039 y 2040-2069* [mapas].
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020b). *Resumen*

meteorológico 2019.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021a). *Erosión hídrica de la vertiente del Pacífico de Guatemala* [mapa digital].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021b). *Resumen meteorológico 2020 del sur de Guatemala.*

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021c). *Síntesis del sistema de información de los ríos de la costa Sur de Guatemala: promedio de caudales comparativos en la temporada seca de los años 2017-2021.*

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Precipitación acumulada anual, temperatura media anual, isoyetas e isotermas para el período 1991-2020, para la vertiente del Pacífico* [mapa digital].

Kettler, T., & Zanner, B. (2021). Soil and development, lesson 5 - Soil classification and geography. *Plant & Soil Sciences eLibrary*. <https://passel2.unl.edu/view/lesson/2eafec8dd762/10>

Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. y Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80 % of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 1-13. doi: 10.1126/sciadv.aaz5803

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. (2015). *Mapa de amenaza por sequía, República de Guatemala.*

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2005). *Mapa de clasificación taxonómica de suelos, primera aproximación* [material cartográfico].

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2001). *Memoria técnica del mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000.*

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Información de vertederos de las delegaciones de Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos* [conjunto de datos].

Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Centrales hidroeléctricas y sus cuencas.*

Mu, Q., Zhao, M. y Running, S. W. (2011). Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. *Remote Sensing of Environment*,

115(8), 1781-1800.

- Natural Resources Conservation Service. (2021). *Ultisols*. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/maps/?cid=nrcs142p2_053609
- Numerical Terradynamic Simulation Group. (2014). *MODIS Global Evapotranspiration Project (MOD16): MOD16A3* [conjunto de datos]. University of Montana. <http://www.ntsug.umd.edu/project/mod16>
- Orrego León, E. O., González Batres, N. C. y Hernández Quevedo, M. P. (2022). La canícula y su comportamiento en Guatemala (en prensa). *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*.
- Orrego León, E. O., Hernández Quevedo, M. P. y Gómez Jordán, R. C. (2021). Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 5(1).
- Pérez, G. y Gálvez, J. (2020). *Bases conceptuales y metodológicas para el análisis territorial del riesgo en Guatemala: énfasis en vulnerabilidad sistémica y amenazas climáticas*. Editorial Cara Parens, Universidad Rafael Landívar.
- Pfafstetter, O. (1989). *Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação* [manuscrito sin publicar]. Departamento Nacional de Obras de Saneamento.
- QGIS Development Team. (2019). *QGIS Geographic Information System (Version 3.10.11-A Coruña)*.
- Richters, E. J. (1995). *Manejo del uso de la tierra en América Central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala. (2021). *Registros de ocurrencia* [conjunto de datos]. <https://snib.conap.gob.gt/>
- Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture y National Resources Conservation Service. (2010). *Keys to soil taxonomy* (11.^a ed.). Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture y National Resources Conservation Service.
- Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, G. (2019). *Ajustes y correcciones del mapa del Sistema Guatemalteco de*

Áreas Protegidas-SIGAP. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Universidad Rafael Landívar.

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2016). *Mapa de capacidad de uso de la tierra de la República de Guatemala. Metodología INAB* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019a). *Mapa de amenazas climáticas* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/antes>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019b). *Mapa de intensidad de uso de la tierra* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019c). *Mapa de riesgo a amenazas climáticas* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019d). *Mapa de vulnerabilidad sistémica de Guatemala* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo. (2009). *Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50,000, República de Guatemala, método Pfafstetter (primera aproximación)*. Instituto Geográfico Nacional.

Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. Memoria técnica*. Unidad de Políticas e Información Estratégica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Banco Interamericano de Desarrollo.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Naranjo

Capítulo II. Caracterización socioeconómica



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica
Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Capítulo II

Caracterización socioeconómica

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Capítulo II: Caracterización socioeconómica*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA	2
1.1 Métodos para realizar las estimaciones	4
2 TERRITORIO.....	5
3 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN	6
3.1 Población urbana/rural	8
3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero	9
3.3 Población maya por comunidades lingüísticas	9
3.4 Pobreza	10
4 SALUD.....	13
4.1 Natalidad y fecundidad	13
4.2 Defunciones.....	13
4.3 Morbilidad	15
4.4 Servicios externos e internos.....	16
4.5 Inmunizaciones	17
4.6 Desnutrición	17
4.7 Infraestructura de salud.....	18
5 EDUCACIÓN	19
5.1 Alfabetismo	20
5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet.....	21
5.3 Establecimientos educativos.....	22
6 HOGARES Y VIVIENDA.....	23
6.1 Hogares.....	23
6.2 Vivienda	25
7 SERVICIOS BÁSICOS.....	27
7.1 Servicio sanitario	27
7.2 Cobertura eléctrica	27
7.3 Principales fuentes de energía para cocinar	29
7.4 Formas de eliminación de la basura	31

8	USO DEL AGUA.....	32
8.1	Fuente principal de agua para consumo en el hogar.....	32
9	INFRAESTRUCTURA VIAL	34
10	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	37
10.1	Actividades económicas del departamento de Quetzaltenango	37
10.2	Actividades económicas del departamento de San Marcos.....	38
10.3	Empresas por tamaño.....	38
10.4	Parque vehicular	39
10.5	Ocupación hotelera.....	40
10.6	Migración	40
10.7	Remesas.....	41
10.8	Índice de precios del consumidor (IPC) de la región VI.....	42
10.9	Población en edad de trabajar	43
11	INSTITUCIONALIDAD	45
11.1	Instituciones presentes	45
11.2	Aspectos de seguridad y justicia	46
12	FORMAS DE ORGANIZACIÓN.....	48
12.1	Otras organizaciones.....	48
12.2	Organización política	48
12.3	Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.....	50
13	GOBERNANZA	54
13.1	Agua.....	54
13.2	Bosques.....	55
13.3	Suelos.....	56
14	HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES	59
14.1	Historia.....	59
14.2	Aspectos culturales.....	60
15	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	62
	REFERENCIAS	64

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la población en la cuenca del río Naranjo	8
Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Naranjo, año 2018.....	9
Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2014	11
Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Inform (2018) por total del municipio	12
Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas de los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019.....	15
Tabla 6. Programas de vacunación en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019.....	17
Tabla 7. Tipo de servicio de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019.....	18
Tabla 8. Población de cuatro años y más, según nivel educativo en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2018	19
Tabla 9. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de San Marcos para el año 2010.....	22
Tabla 10. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018	30
Tabla 11. Longitud de las carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2010 (kilómetros).....	36
Tabla 12. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2015	39
Tabla 13. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Naranjo	48
Tabla 14. Diputados distritales de los departamentos de la cuenca del río Naranjo	49
Tabla 15. Distribución de miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas.....	49
Tabla 16. Marco legal del agua en Guatemala	54
Tabla 17. Marco legal forestal en Guatemala	55
Tabla 18. Marco legal de los suelos en Guatemala	56

Índice de figuras

Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Naranjo .5	5
Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Naranjo, año 20186	6
Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Naranjo, año 20187	7
Figura 4. Población relativa maya por comunidad lingüística en la cuenca del río Naranjo, año 2018 10	10
Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2014 (en porcentaje) 11	11
Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Naranjo al año 2020 13	13
Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Quetzaltenango, año 2020 14	14
Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de San Marcos, año 2020 15	15
Figura 9. Causas de inasistencia a establecimientos educativos en la población entre 4 y 29 años de la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)..... 20	20
Figura 10. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (porcentaje) 20	20
Figura 11. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 21	21
Figura 12. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Naranjo, año 2018 23	23
Figura 13. Porcentaje de hogares en los municipios ubicados en la cuenca del río Naranjo, año 2018..... 24	24
Figura 14. Tipo de hogares en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 25	25
Figura 15. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 26	26
Figura 16. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 27	27
Figura 17. Cobertura eléctrica por departamento, incluye sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 28	28
Figura 18. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 28	28
Figura 19. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 29	29
Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 30	30
Figura 21. Principales formas de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)..... 31	31
Figura 22. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje) 32	32

Figura 23. Fuentes principales de agua para consumo por municipio con lugares poblados dentro de la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)	33
Figura 24. Mapa vial del departamento de Quetzaltenango	35
Figura 25. Mapa vial del departamento de San Marcos.....	36
Figura 26. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2015.....	39
Figura 27. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021	42
Figura 28. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021.....	43
Figura 29. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2018	44
Figura 30. Tasa de víctimas a causa de la comisión de un delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2020 (por cada 100 000 habitantes)	47
Figura 31. Sistema de consejos de desarrollo urbano y rural.....	52

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CAP	Centro de Atención Permanente
CAT	comadronas adiestradas tradicionales
CDAG	Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Cocode	consejo comunitario de desarrollo
Codede	consejo departamental de desarrollo
Codema	Comisión Departamental de Medio Ambiente
Codesán	Comisión Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional
COE	centro de operaciones de emergencia
Comude	Consejo Municipal de Desarrollo
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
DAS	Dirección de Área de Salud
Dinese	Directorio Nacional Estadístico de Empresas
DMP	Dirección Municipal de Planificación
EMA	Programa Enfermedad, Maternidad y Accidentes
IDH	índice de desarrollo humano
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
INAB	Instituto Nacional de Bosques
Inacop	Instituto Nacional de Cooperativas
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inguat	Instituto Guatemalteco de Turismo

Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
Intecap	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
IPC	índice de precios del consumidor
IVS	Programa Invalidez, Vejez y Supervivencia
kWh	kilovatio hora
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
Micude	Ministerio de Cultura y Deportes
Mindef	Ministerio de la Defensa
Mineco	Ministerio de Economía
Mineduc	Ministerio de Educación
Mingob	Ministerio de Gobernación
Mintrab	Ministerio de Trabajo
Mipyme	micro, pequeña y mediana empresa
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
ONG	organización no gubernamental
PDD	plan de desarrollo departamental
PDH	Procuraduría de los Derechos Humanos
PDM	plan de desarrollo municipal
PEA	población económicamente activa
PNC	Policía Nacional Civil
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POT	plan de ordenamiento territorial
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
SCEP	Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

Seprem	Secretaría Presidencial de la Mujer
Sesán	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Sigsa	Sistema de Información Gerencial en Salud
Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
Usaid	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VIH/SIDA	virus de inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Coyolate fue elaborado en cuatro fases, publicadas en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral

El presente documento corresponde al capítulo II, que se refiere a la caracterización socioeconómica de la cuenca. Para ello, se utilizó información cuantitativa y cualitativa, obtenida principalmente de fuentes secundarias. Los componentes analizados fueron: territorio, composición de la población, salud, educación, hogar y vivienda, servicios básicos, uso del agua, estructura vial, actividades económicas, institucionalidad, formas de organización, historia y aspectos culturales. Asimismo, se abordan aspectos de inclusión social y pueblos indígenas.

La caracterización socioeconómica de una cuenca hidrográfica es un elemento base que, en conjunto con otras descripciones, aporta a su planificación, ya que permite describir las condiciones de sus habitantes. De allí que proporciona información sobre la dimensión social, debido a que los cambios en la sociedad —que es constante y dinámica—, tienen una influencia directa o indirecta en el uso, estado y deterioro de los ecosistemas que interactúan en la cuenca hidrográfica, donde el agua es aquel recurso estrechamente relacionado con el desarrollo sostenible. Además, se complementa con la descripción de las siguientes dimensiones: económica, humana, cultural, política y construida.

1 METODOLOGÍA

Fase I:

Para la elaboración de la caracterización socioeconómica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se recopiló, sistematizó y analizó información primaria y secundaria; utilizando un enfoque de género, inclusión social y participación de pueblos indígenas. Se usó información disponible de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística (INE), la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán), el Tribunal Supremo Electoral (TSE), entre otras.

Fase II:

Para poder sistematizar y analizar la información recopilada durante la fase I, se obtuvieron las bases de datos de los censos de población 2002 y 2018 y sus informes finales, y se clasificaron según la temática considerada para la caracterización. Posteriormente, se filtraron y adecuaron según los territorios delimitados y se aplicaron los métodos definidos para realizar una interpolación y las estimaciones correspondientes. Los resultados obtenidos se complementaron con información proveniente de las caracterizaciones departamentales generadas por el INE en el 2013, de los planes de desarrollo departamental y de ordenamiento municipal, y de otros documentos.

Fase III:

La unidad de estudio utilizada fue la cuenca hidrográfica y fue abordada de manera integral, ya que sustenta la vida de las comunidades y de sus habitantes. El enfoque de cuenca es otra forma de observar cómo las actividades del ser humano intervienen con el funcionamiento hidrológico y se interrelacionan en su parte alta, media y baja.

Se realizó una revisión bibliográfica que permitió definir 14 aspectos que brindan una visión sobre los lugares poblados, las actividades económicas que se desarrollan y otros temas. La descripción de las variables de cada subtema se consignó de manera que mostrara su interrelación con la cuenca hidrográfica en cuanto al nivel de uso de los recursos naturales, administración y toma de decisiones; se abordan a nivel de región, departamento, municipio, lugar poblado y cuenca según la disponibilidad de información, y resaltando los datos encontrados en el proceso. En cada apartado se describen los datos, se explican conceptos, y se presentan mapas, gráficas y tablas.

La delimitación del territorio se basó en lo establecido en el marco legal vigente, el cual señala que Guatemala ha organizado su territorio administrativamente en regiones conformadas por uno o más departamentos que reúnen características similares. Como primer orden de división se han demarcado los departamentos, que están integrados por municipios (Constitución Política de la República de Guatemala, 1985), en los que se han registrado lugares poblados que, según el Instituto Nacional de Estadística (2018), se han categorizado como aldeas y caseríos, y define como: “toda localidad, urbana o rural, que responde a un nombre localmente conocido por autoridades y vecinos y que, al momento del Censo, fue nombrado por el informante; forma parte de un municipio; no tiene límites diferenciados reconocidos; y es habitado por personas” (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

Además, para las descripciones específicas de los departamentos se utilizará la subdivisión departamental que elaboró la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán) en el 2007, para abordar algunos aspectos de salud, actividades económicas, educación, infraestructura vial y otros. La distribución de municipios en cada departamento es la siguiente:

1. Quetzaltenango

- Subregión 1: San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Ostuncalco, San Miguel Sigüilá, Cajolá y Palestina de Los Altos.
- Subregión 2: Cantel, Salcajá, Quetzaltenango, San Mateo, La Esperanza, Olinstepeque.
- Subregión 3: Zunil y Almolonga.
- Subregión 4: San Carlos Sija, Sibilia y San Francisco La Unión.
- Subregión 5: Génova, Flores Costa Cuca, Coatepeque, Colomba Costa Cuca y El Palmar.
- Subregión 6: Cabricán y Huitán.

2. San Marcos

- Altiplano: San Lorenzo, Río Blanco, Comitancillo, Ixchiguán, Tajumulco, San José Ojetenam, Sibinal, Tacaná, Tejutla, Concepción Tutuapa, San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa.
- Valle: San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho y Esquipulas Palo Gordo.
- Bocacosta: San Rafael Pie de la Cuesta, San José El Rodeo, San Pablo, El Tumbador, Nuevo Progreso, El Quetzal y La Reforma.
- Costa: Malacatán, Catarina, Ayutla, Ocós y Pajapita (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

1.1 Métodos para realizar las estimaciones

El método utilizado para estimar la población en la cuenca hidrográfica del río Naranjo partió del *XI Censo de Población* que realizó el Instituto Nacional de Estadística (2002), que contabiliza un total de 926 poblados en la cuenca, donde habitaban 309 430 personas al año 2002. Debido a que el *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda* presenta datos a nivel municipal (y no de lugares poblados), fue necesario realizar una interpolación intercensal con los datos de los dos últimos censos, con el fin de estimar la población a escala de lugar poblado al año 2018. Se utilizaron diferentes modelos matemáticos para poder estimar la población total de los municipios con mayor exactitud.

Mediante un modelo aritmético se calculó la tasa de crecimiento anual, la cual fue aplicada por igual a todos los lugares poblados de un municipio. La estimación se validó cuando al sumar la población de los lugares poblados de algunos municipios, la población total era igual a la reportada para el municipio en el último censo (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Para calcular el porcentaje de población por categoría (edad, sexo, pueblo, etc.) a nivel de municipio se utilizó la información del Censo 2018. La tasa obtenida se aplicó a la población de los municipios presentes en la superficie de la cuenca, con lo cual se logró tener una aproximación de la población por cualquiera de sus categorías. Ejemplo de lo antes expuesto es la estimación por sexo para el municipio de San Pedro Sacatepéquez, en el cual la población total de mujeres es de 41 448, lo cual representa un 52 %. Al aplicar esta tasa a la población de la cuenca, se estima que la población femenina es de 33 873.

Por último, el Censo del 2018 recopiló datos sobre los hogares y sus diversas características. Esta información fue procesada para todo el municipio, omitiendo aquellos en los que la población de la cuenca fuera de cero, lo cual permitió obtener una aproximación general.

2 TERRITORIO

Los departamentos que tienen superficie o área dentro de la cuenca hidrográfica del río Naranjo son Quetzaltenango y San Marcos de la región VI (Figura 1), donde 23 municipios tienen superficie parcial o total en la cuenca, y se identificaron 926 poblados según el listado del *XI Censo de Población* (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

El 28 % del área de la cuenca se encuentra en el departamento de Quetzaltenango, incluyendo siete municipios: San Juan Ostuncalco, San Martín Sacatepéquez, Colomba Costa Cuca, Coatepeque y Palestina de Los Altos; mientras que una mínima parte de la cuenca se encuentra en los municipios de Cajolá y Concepción Chiquirichapa.

El 72 % de la superficie de la cuenca corresponde a dieciséis municipios del departamento de San Marcos: San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, Nuevo Progreso, El Tumbador, El Rodeo, Catarina, Ayutla, Ocos, El Quetzal, La Reforma, Pajapita, San Cristóbal Cucho, Esquipulas Palo Gordo y La Blanca¹; y una mínima parte se encuentra en el municipio de San Lorenzo.

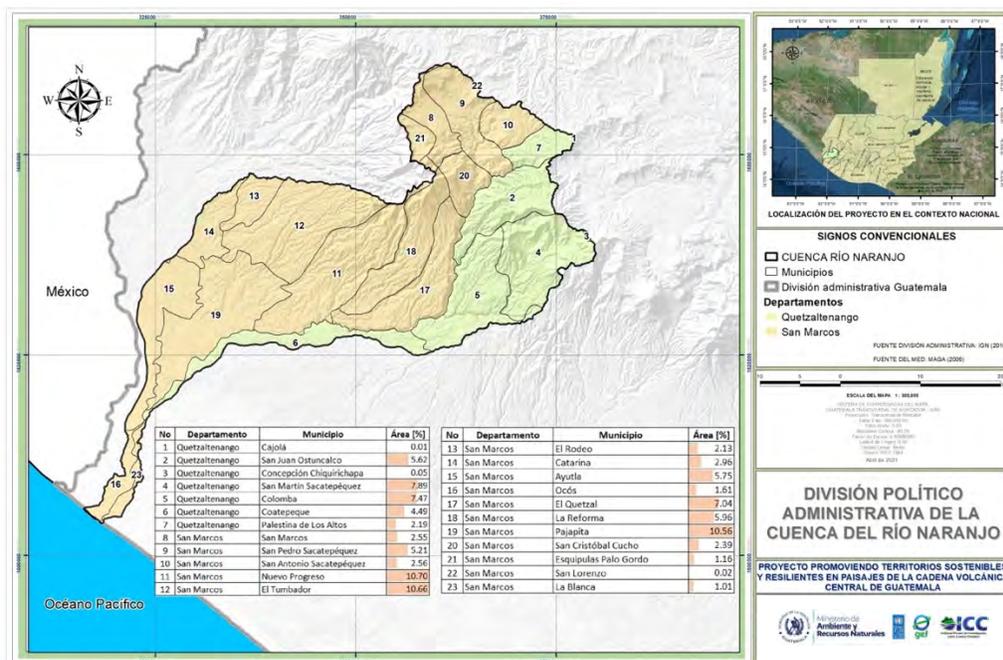


Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2003).

¹ Para fines de esta caracterización se debe tener conocimiento de que el municipio de La Blanca fue creado en enero de 2014, según el Decreto n.º 1-2014 (Congreso de la República de Guatemala, 2014), por lo cual se le adjudicaron lugares poblados que, previo a dicha fecha, pertenecían al municipio de Ocos.

3 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

Con base en la interpolación realizada, se estima que la población que habitaba en esta cuenca en el 2018 era de 399 652 personas. Entre los años 2002 y 2018, la densidad poblacional pasó de 249 a 322 personas por kilómetro cuadrado (personas/km²). Al 2018, del total de la población en la cuenca, el 18 % habitaba en el departamento de Quetzaltenango y el 82 % en San Marcos (Figura 2).

En los siete municipios de Quetzaltenango que se encuentran en el área de cobertura existen 241 lugares poblados; sin embargo, no hay ninguno en los municipios de Cajolá (área en la cuenca 0.01 %) y Concepción Chiquirichapa (área en la cuenca 0.05 %). En los 16 municipios de San Marcos que se encuentran en el área de cobertura hay 685 lugares poblados, a excepción del municipio de San Lorenzo donde no hay ninguno (área en la cuenca 0.02 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

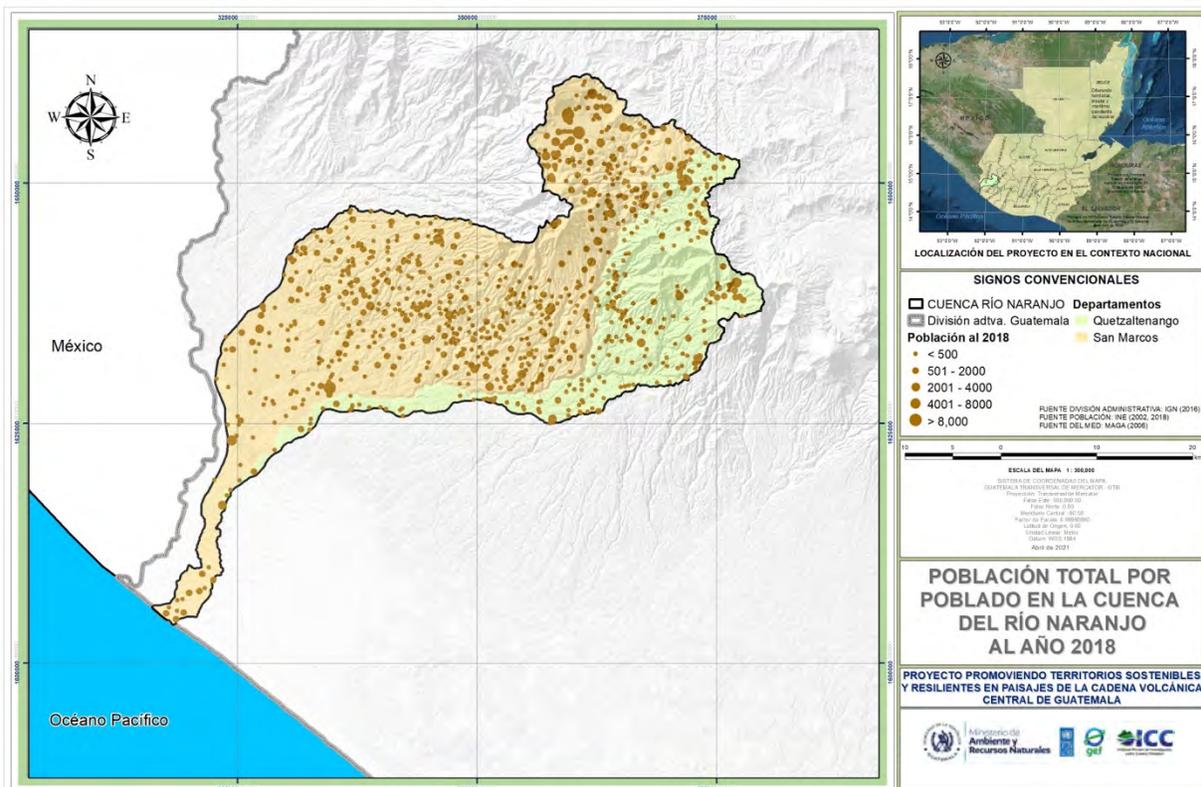


Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Naranjo, año 2018
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2002, 2018).

Para poder conocer las características de la población en la cuenca relacionadas con edad, sexo, estado conyugal, urbano/rural, pueblo y comunidad lingüística, se realizó una interpolación de la población utilizando el *XXII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda (2018)*, mediante lo cual se obtuvieron estimaciones por municipio según los lugares poblados identificados en el *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación (2002)*.

Los grupos etarios identificados en la cuenca del río Naranjo son los siguientes: (1) Menores de edad (19 años o menos): 45 %; (2) 20-34 años: 24 %; (3) 35-59 años: 22 % y (4) personas de la tercera edad (mayores a 60 años): 9 %. Se observa que la población en la cuenca es altamente joven, ya que está conformada por menores de edad y adultos jóvenes (69 %).

Se estima que el 52 % de la población total es femenina y el 48 % masculina. En los municipios de Quetzaltenango el 54 % de la población corresponde a mujeres y 46 % a hombres; mientras que en los municipios de San Marcos estos valores son de 52 % y 48 %, respectivamente (Instituto Nacional de Estadística, 2018). En la Figura 3 se observa la ocupación de hombres y mujeres en los municipios con lugares poblados en la cuenca.

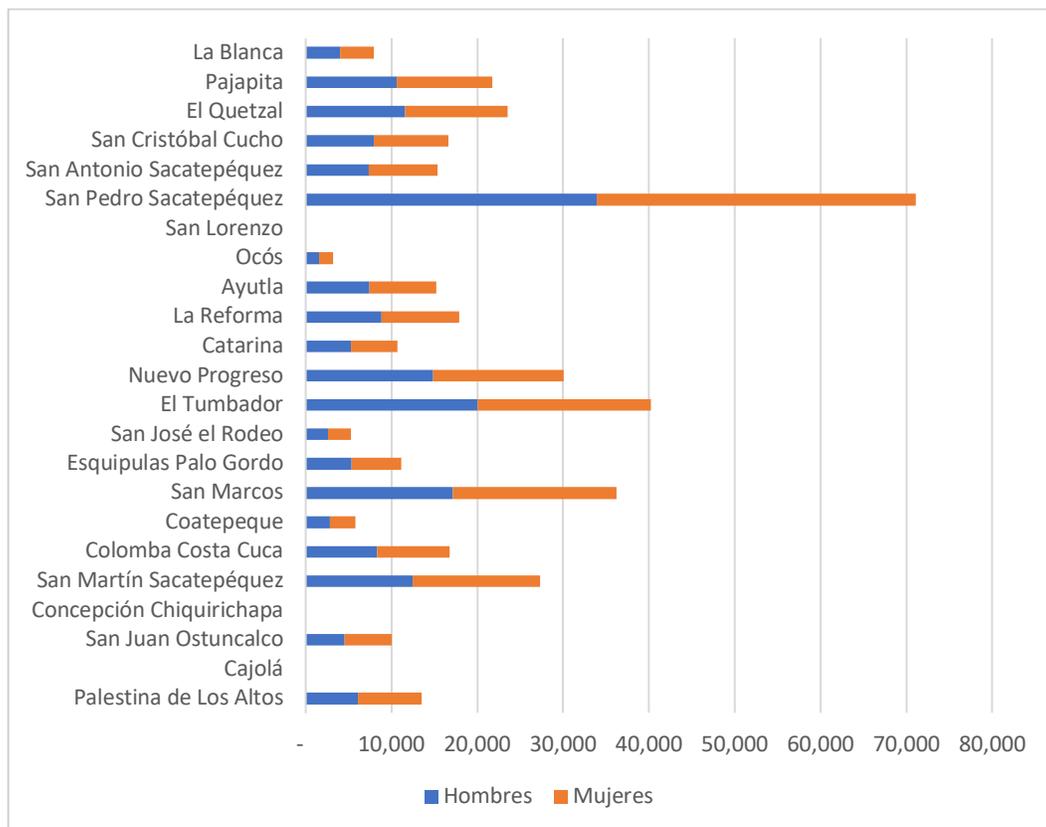


Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Naranjo, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En cuanto al estado conyugal, el Censo 2018 considera la situación de la población de 10 años o más, lo que permitió identificar que: 42 % se declara estar soltero, 51 % se encuentra unido o casado, 2 % separado o divorciado y 4 % es viudo.

3.1 Población urbana/rural

Según la categorización del último censo de población, se estima que el total de población urbana en la cuenca hidrográfica del río Naranjo es de 40 % y la rural de 60 % (considerando que 20 de los 23 municipios con superficie en la cuenca aportan población) (Tabla 1). De la población que vive dentro de la cuenca, en Quetzaltenango 30 % habita en el área urbana y 70 % en la rural, mientras que en San Marcos 43 % se encuentra en el área urbana y 57 % en la rural (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Tabla 1. Composición de la población en la cuenca del río Naranjo

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
Quetzaltenango	Palestina de Los Altos	2.19	13 515	12	88
	Cajolá	0.01	-	-	-
	San Juan Ostuncalco	5.62	10 042	40	60
	Concepción Chiquirichapa	0.05	-	-	-
	San Martín Sacatepéquez	7.89	27 315	15	85
	Colomba Costa Cuca	7.47	16 761	60	40
	Coatepeque	4.49	5777	35	65
San Marcos	San Marcos	2.55	36 229	100	-
	Esquipulas Palo Gordo	1.16	11 147	31	69
	San José el Rodeo	2.13	5275	13	87
	El Tumbador	10.66	40 243	20	80
	Nuevo Progreso	10.7	30 067	9	91
	Catarina	2.96	10 702	11	89
	La Reforma	5.96	17 918	21	79
	Ayutla	5.75	15 204	64	36
	Ocós	1.61	3167	41	59
	San Lorenzo	0.02	-	-	-
San Pedro Sacatepéquez	5.21	71 104	63	37	

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
	San Antonio Sacatepéquez	2.56	15 360	9	91
	San Cristóbal Cucho	2.39	16 619	33	67
	El Quetzal	7.04	23 511	45	55
	Pajapita	10.56	21 725	31	69
	La Blanca	1.01	7970	48	52
Total		100	399 652	40	60

Nota. * Población estimada mediante interpolación intercensal con base en los lugares poblados por municipio. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero

Según el Instituto Nacional de Estadística (2018), la población de Guatemala se clasifica en los siguientes pueblos: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero. En la Tabla 2 se observa el detalle correspondiente a la población que habita en la cuenca.

Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Naranjo, año 2018

n.º	Pueblo	Población relativa (%)
1	Maya	16.65
2	Garífuna	0.08
3	Xinka	0.01
4	Afrodescendiente/creole/afromestizo	0.04
5	Ladino	83.09
6	Extranjero	0.13

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.3 Población maya por comunidades lingüísticas

El total de la población maya en la cuenca es del 16.65 %. De las 22 comunidades lingüísticas mayas presentes en el país, las siguientes se registran en los municipios ubicados dentro de la cuenca (en un porcentaje mayor a 1 %): chalchiteka (1 %), k'iche' (2 %) y mam (96 %) (Figura 4). Predomina la población hablante de mam, ya que se encuentra en 20 municipios de los 23 que tienen lugares poblados en la cuenca (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Un alto porcentaje de la población del departamento de Quetzaltenango habla mam. Más del 90 % de la población maya de los siguientes municipios habla este idioma: San Martín Sacatepéquez, San Juan Ostuncalco y Palestina de Los Altos. En el departamento de San Marcos, los municipios con más hablantes de mam son: San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez y San Cristóbal Cucho.

La segunda mayor comunidad lingüística presente en la cuenca es la k'iche'. Los porcentajes más altos de población que habla este idioma están en el municipio de Coatepeque (50 %) del departamento de Quetzaltenango y en los siguientes municipios del departamento de San Marcos: Ayutla (50 %), Ocos (43 %) y La Blanca (40 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

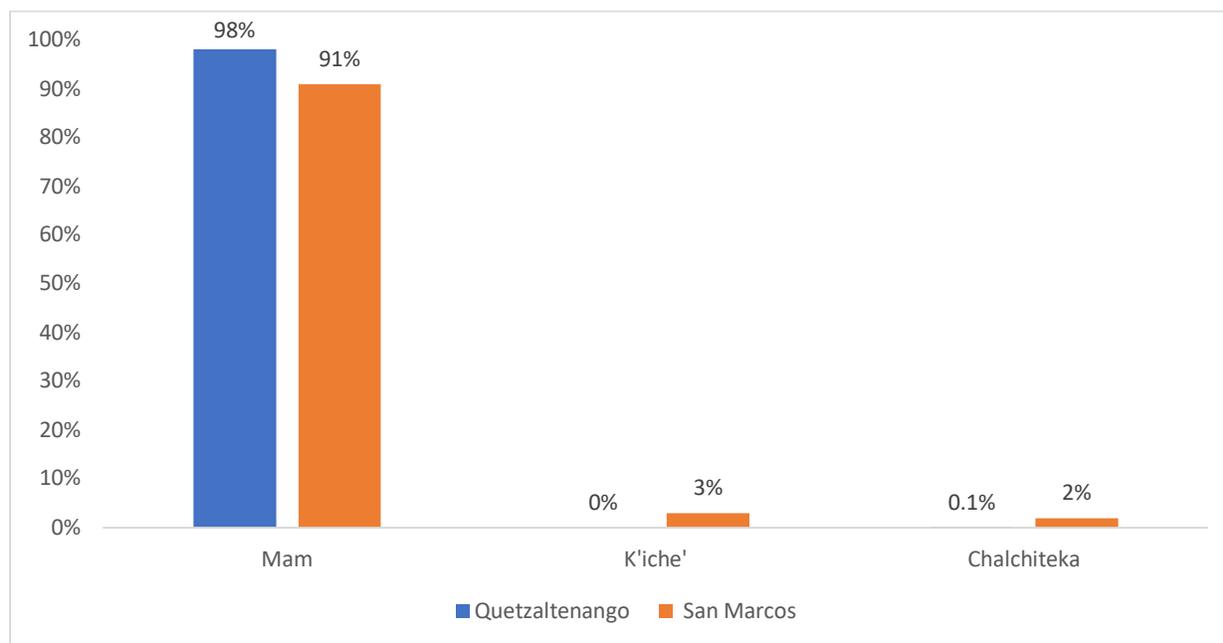


Figura 4. Población relativa maya por comunidad lingüística en la cuenca del río Naranjo, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.4 Pobreza

Según la *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida* (Encovi) (Instituto Nacional de Estadística, 2014), el 59.4 % de la población que habita en la cuenca es pobre (Tabla 3), de la cual el 21.0 % vive en pobreza extrema y 38.4 % en pobreza no extrema (Figura 5).

Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2014

Departamento	Pobreza (%)		
	Extrema	No extrema	Total
Quetzaltenango	16.7	39.4	56.1
San Marcos	22.0	38.2	60.2
Total	21.0	38.4	59.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

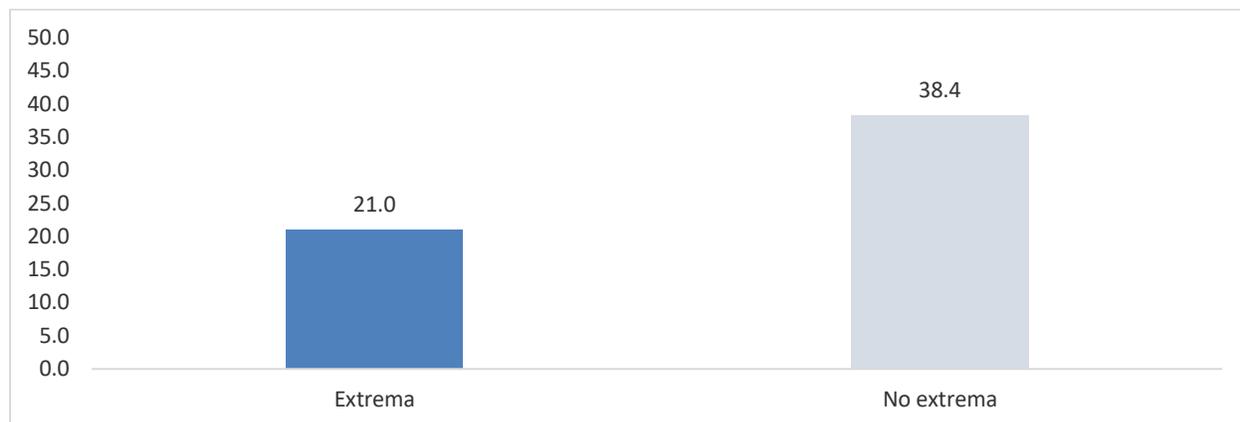


Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2014 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

Según el componente de desarrollo y pobreza del Inform (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, 2018)², los departamentos ubicados en la cuenca tienen un riesgo de categoría bajo, medio y alto. Así, de los 23 municipios con presencia en la cuenca, 17 % presenta una condición de vulnerabilidad socioeconómica de bajo riesgo en el departamento de San Marcos. El 57 % de los municipios con presencia en la cuenca de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos vive en condición de mediano riesgo y 26 % de alto riesgo, de los cuales el 22 % se ubica en el departamento de San Marcos.

² El informe del índice para la gestión del riesgo en Guatemala (Inform, por sus siglas en inglés) (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, 2018) se divide en tres dimensiones: peligro y exposición, vulnerabilidad y falta de capacidad de respuesta. Para este apartado se consideró la dimensión de *vulnerabilidad* en la categoría socioeconómica, que tiene los componentes de desarrollo y pobreza en donde los indicadores se convierten en índices (con rango 0 a 10). Esto significa que los rangos (0 = muy bajo, 10 = muy alto) permiten hacer una comparación entre los municipios. La categoría de vulnerabilidad socioeconómica es aquella en la que no se cuenta con condiciones de vida y bienestar seguro y resiliente. Los indicadores que se utilizan en el componente son: (a) índice de desarrollo humano (IDH), (b) condiciones de vida (vivienda) y (c) pobreza en Guatemala.

Los municipios con lugares poblados en la cuenca que más llaman la atención por su situación de vulnerabilidad socioeconómica son: San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, Ayutla y Coatepeque (por su riesgo bajo); mientras que los municipios con alto riesgo son El Tumbador, La Reforma, San José El Rodeo, Nuevo Progreso, El Quetzal y Cajolá (Tabla 4).

Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Informe (2018) por total del municipio

n.º	Departamento	Municipio	Informe socioeconómico	Nivel de riesgo
1	San Marcos	San Pedro Sacatepéquez	2.9	Bajo
2	San Marcos	San Marcos	3.2	
3	San Marcos	Ayutla	3.3	
4	Quetzaltenango	Coatepeque	3.4	
5	Quetzaltenango	Colomba Costa Cuca	3.6	Medio
6	San Marcos	Esquipulas Palo Gordo	3.6	
7	Quetzaltenango	Concepción Chiquirichapa	4.1	
8	San Marcos	La Blanca	4.2	
9	Quetzaltenango	San Martín Sacatepéquez	4.3	
10	San Marcos	San Cristóbal Cucho	4.3	
11	Quetzaltenango	San Juan Ostuncalco	4.4	
12	San Marcos	Catarina	4.4	
13	San Marcos	San Lorenzo	4.4	
14	San Marcos	San Antonio Sacatepéquez	4.5	
15	San Marcos	Ocós	4.5	
16	San Marcos	Pajapita	4.5	
17	Quetzaltenango	Palestina de Los Altos	4.6	
18	San Marcos	El Tumbador	4.7	Alto
19	San Marcos	La Reforma	4.7	
20	San Marcos	San José El Rodeo	4.8	
21	San Marcos	Nuevo Progreso	4.9	
22	San Marcos	El Quetzal	4.9	
23	Quetzaltenango	Cajolá	5.4	

Nota. Clasificación según su nivel de riesgo: 0-2.5= muy bajo, 2.6-3.5= bajo, 3.6-4.6= medio, 4.7-5.9= alto y 6-7.5= muy alto. Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

4 SALUD

4.1 Natalidad y fecundidad

El número de nacimientos registrados en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo son: 17 911 en Quetzaltenango (con una variación del año anterior de -8.7 %) y 26 191 en San Marcos (con una variación del año anterior de -4.8 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020d).

La fecundidad mide la cantidad de hijos (as) nacidos vivos que han tenido las mujeres. El promedio de hijos o hijas por mujer en edad fértil en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo fue de 2.1 en Quetzaltenango y 2.7 en San Marcos (Instituto Nacional de Estadística, 2020f) (Figura 6).

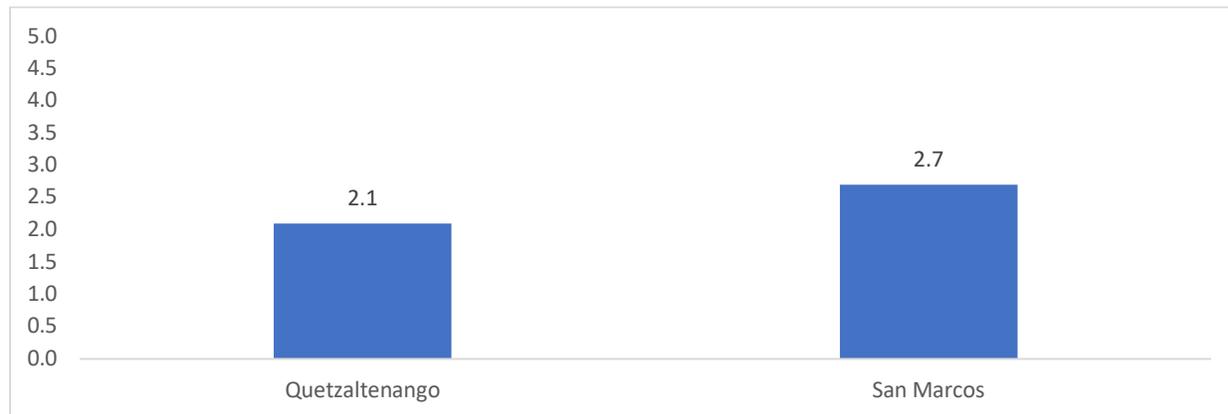


Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Naranjo al año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020f).

4.2 Defunciones

En el departamento de Quetzaltenango se registraron 5616 defunciones. En promedio murieron 15.4 personas al día, y fallecieron más hombres (56.7 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por "otras causas" (45 %), seguida en orden de importancia por: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (13 %) y COVID-19 (10 %) (Figura 7) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

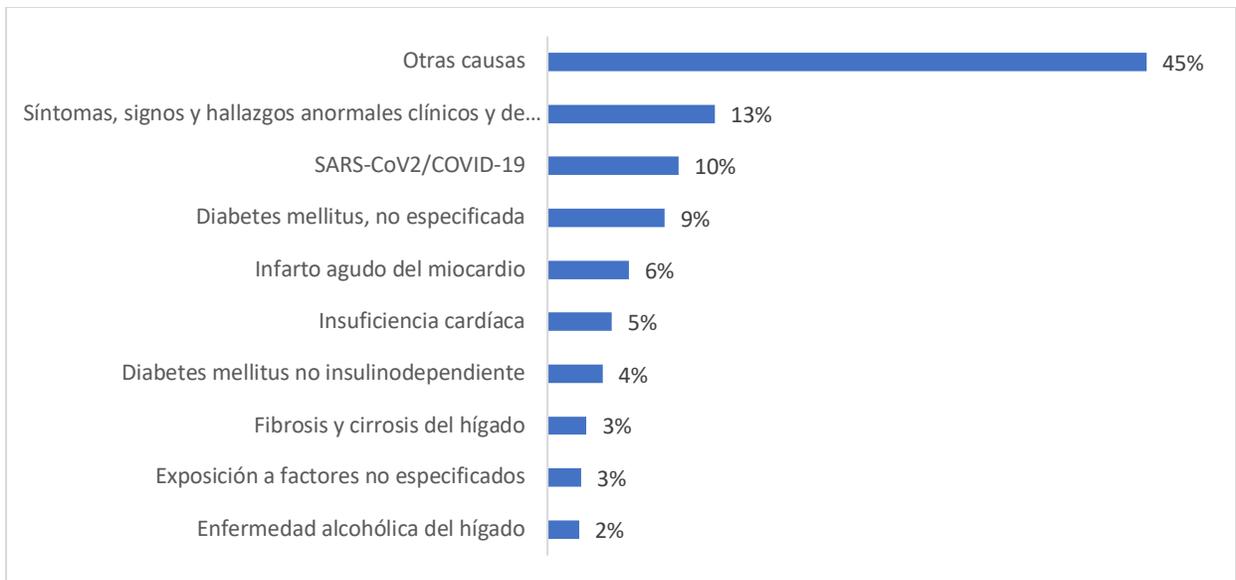


Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Quetzaltenango, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

En el departamento de San Marcos se registraron 5654 defunciones. En promedio murieron 15.5 personas al día, y fallecieron más hombres (58.8 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por "otras causas" (46 %), seguida en orden de importancia de infarto agudo de miocardio, así como síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte, y neumonía con un 11 % (Figura 8) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).



Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de San Marcos, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

4.3 Morbilidad

La morbilidad se refiere a la cantidad de personas que enferman en un lugar y un período de tiempo determinados con relación al total de la población. Para el año 2019, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) identificó las siguientes causas principales de morbilidad, lo cual se consideró relevante porque se evidencian algunas enfermedades relacionadas con el consumo de agua (Tabla 5).

Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas de los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019

n.º	Causa de morbilidad general	Quetzaltenango	San Marcos
1	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	94 461	204 172
2	Gastritis	29 706	73 130
3	Infección de vías urinarias	25 101	56 926

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

Otras causas de morbilidad en Quetzaltenango son: amigdalitis aguda (63 236 personas) y diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (24 762 personas). En San Marcos, se reportaron las siguientes causas: amigdalitis aguda (135 547 personas), parasitosis intestinal (90 216 personas), trastornos de la piel y tejidos subcutáneos (80 158 personas) y diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (77 298 personas) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019).

4.4 Servicios externos e internos

En cuanto a las consultas externas³, los centros hospitalarios privados brindaron atención a 52 679 personas en el departamento de Quetzaltenango. La mayor demanda de servicios fue por: enfermedad renal crónica (32.1 % del total de casos atendidos); otras causas (26.5 %); supervisión de embarazo normal (6.3 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (4.2 %); otros trastornos del sistema urinario (3.3 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En el departamento de San Marcos los centros hospitalarios privados brindaron consultas externas a 57 124 personas. Las principales causas de asistencia fueron: enfermedad renal crónica (14.9 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (7.9 %); supervisión de embarazo normal (4.8 %); y otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (4.6 %). Un 29.8 % asistió por otras causas (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En cuanto a los servicios internos⁴, los centros hospitalarios privados del departamento de Quetzaltenango brindaron atención a 10 070 personas en 2020. Las principales causas de asistencia fueron: parto único por cesárea (13.4 %) y nacidos vivos según lugar de nacimiento (13.3 %). Un 35 % del total de los casos atendidos pertenece a la categoría de "otras causas" (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

En el departamento de San Marcos se brindaron servicios internos a 9286 personas. Las principales causas de asistencia fueron: parto único por cesárea (11.7 %) y nacidos vivos según lugar de nacimiento (10.9 %). Un 30.4 % del

³ Servicios externos: atención de pacientes ambulatorios, que asisten a consulta médica, fuera de las áreas de hospitalización.

⁴ Servicios internos: atención de pacientes que ingresan en una sala interna para ser atendidos médica, quirúrgica u obstéticamente.

total de servicios brindados pertenece a la categoría de “otras causas” (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

4.5 Inmunizaciones

Con relación a los programas de inmunizaciones, la *Memoria de Estadísticas Vitales y Vigilancia Epidemiológica 2019* reportó las siguientes coberturas en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019) (Tabla 6).

Tabla 6. Programas de vacunación en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019

n.º	Departamento	Quetzaltenango	San Marcos
	Población infantil menor de 1 año	20 819	25 002
	Vacunas	(%)	
1	Tuberculosis	61	86
2	Hepatitis B	40	58
3	Pentavalente*	70	104
4	Antipoliomielítica*	54	108
5	Rotavirus**	71	103
6	Influenza	27	66
7	Neumococo**	71	105
8	Sarampión, paperas y rubeola***	88	86

Nota. *Aplicación de tres dosis, **Aplicación de dos dosis, ***Aplicación de dosis a niños entre 1 a 2 años. Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

4.6 Desnutrición

Según el *Cuarto Censo Nacional de Talla en Escolares (2015)*, en la región VI (a la que pertenecen los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos) se identificó que de 96 918 niños censados⁵, 58.4 % se encuentra en estado nutricional normal y 41.6 % tiene retardo de talla, de los cuales 31.5 % está en un estado nutricional moderado y 10.1 % en un estado nutricional severo, por lo que su categoría de vulnerabilidad nutricional se ubica en alta (Ministerio de Educación, 2015).

En lo que se refiere a la clasificación de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de retardo en talla o desnutrición crónica, el departamento de Quetzaltenango tiene valores altos (35.1) % y San Marcos muy altos (44.8 %) (Ministerio de Educación, 2015).

⁵ Niños censados: niños y niñas asistentes a primer grado del sector público, comprendidos entre las edades de seis años con cero meses a nueve años con once meses (niños nacidos entre julio de 2005 a julio 2009).

4.7 Infraestructura de salud

Según datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019), la distribución de infraestructura de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo se describe en la Tabla 7.

Tabla 7. Tipo de servicio de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2019

n.º	Tipo de servicio de salud	Quetzaltenango	San Marcos	Total
1	Hospitales	3	2	5
2	CAP	7	16	23
3	Caimi	1	2	3
4	Cenapa	0	0	0
5	Puesto de salud fortalecido	0	14	14
6	Centros de salud tipo "A"	0	0	0
7	Centros de salud tipo "B"	16	6	22
8	Puestos de salud	75	64	139
9	Maternidades cantonales	0	91	91
10	Centros de urgencias 24 horas	0	11	11
11	Clínicas periféricas	2	1	3
12	Centros de convergencia	59	244	303
13	Unidades notificadoras	102	193	295
14	Clínicas médicas particulares	42	144	186
15	Hospitales y/o sanatorios privados	25	8	33
16	Farmacias	82	101	183
17	IGSS	Institución presente en cada departamento de la cuenca, pero no se cuenta con información a detalle sobre sus instalaciones.		

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

5 EDUCACIÓN

Los porcentajes de cada nivel educativo de la población mayor de cuatro años en la cuenca hidrográfica del río Naranjo son los siguientes: (1) nivel preprimario, 5 %; (2) nivel primario, 46 %; (3) nivel medio, 26 % y (4) nivel superior, 5 % (licenciatura, maestría y doctorado). El restante 18 % de la población no cuenta con ningún nivel de formación educativa (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La población del municipio de Palestina de Los Altos del departamento de Quetzaltenango cuenta con el mayor porcentaje de la población (37 %) sin ningún nivel de formación educativa. Al contrario, el municipio de San Marcos del departamento de San Marcos cuenta con la población con mayor nivel educativo superior a nivel licenciatura (11 % de su población).

En el departamento de Quetzaltenango se estima que, de la población en la cuenca mayor de cuatro años, el 70 % ha estudiado a nivel preprimario y primario, y sobresale que a nivel superior se reporta un 2 %. Se estima que el 50 % de la población del departamento de San Marcos ha estudiado los niveles de preprimaria y primaria (Tabla 8).

Tabla 8. Población de cuatro años y más, según nivel educativo en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2018

Departamento	Población relativa (%)			
	Ninguno	Preprimario y primario	Medio	Superior
Quetzaltenango	27	51	20	2
San Marcos	17	50	27	6
Total	18	51	26	5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Del 18 % de la población de entre 4 a 29 años que no ha recibido ninguna educación en cada departamento, los principales factores sociales que provocan su inasistencia a los establecimientos educativos son (Figura 9): falta de dinero (17 %), tener que trabajar (26 %), no hay escuela, instituto o universidad (20 %) y falta de gusto o deseo de asistir (11 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

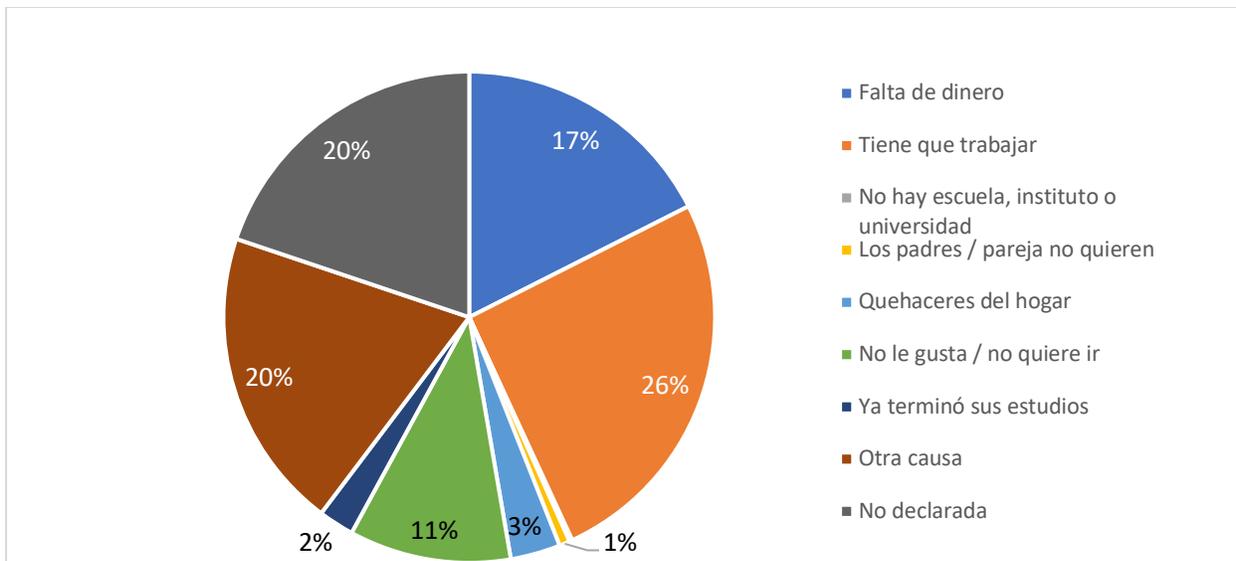


Figura 9. Causas de inasistencia a establecimientos educativos en la población entre 4 y 29 años de la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.1 Alfabetismo

El 92 % de la población que habita la cuenca del río Naranjo es mayor de siete años, de la cual el 84 % es alfabeta (sabe leer y escribir) y el 16 % analfabeta (Figura 10). Se estima que 29 % asiste a un establecimiento educativo y 71 % no asiste. De la población que asiste, 84 % estudia en su mismo municipio y el resto ha salido de este para acceder a educación. Sobresalen los municipios de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez con los porcentajes más altos de alfabetismo, 90 % y 88 % respectivamente (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

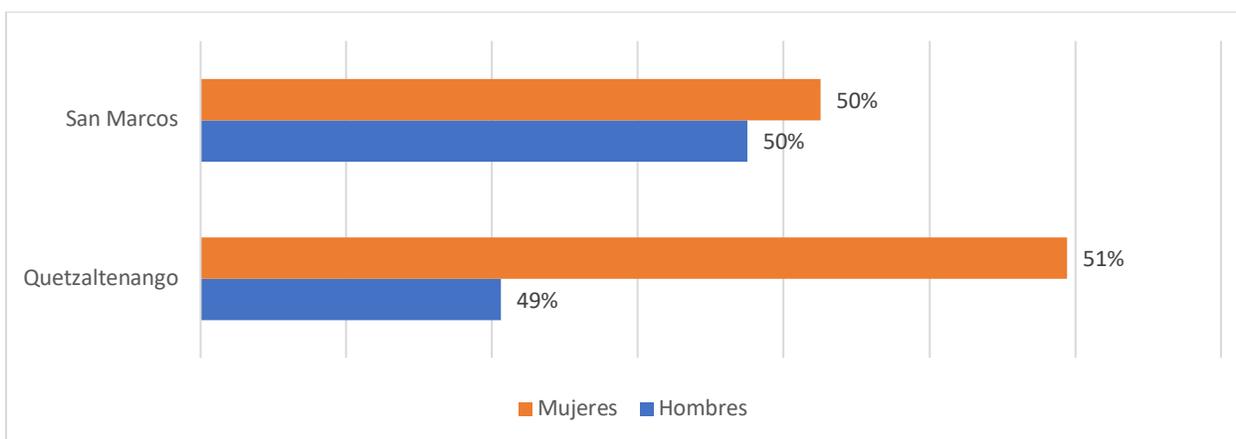


Figura 10. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet

El uso de nuevas tecnologías ha permitido acelerar el acceso a herramientas de estudio y ha agilizado la comunicación, con lo cual actualmente la población tiene a su disposición información de forma más ágil y directa. El uso del celular es el más común y un 63 % de la población relativa de la cuenca del río Naranjo mayor a siete años tiene acceso a dicho dispositivo. Sin embargo, 36 % de la población aun lo no utiliza en su diario vivir (Figura 11) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La computadora es el segundo dispositivo más popular, 1.8 de cada 10 personas en la cuenca la utiliza, por lo que un 81 % de la población no tiene acceso o usa este dispositivo digital (Instituto Nacional de Estadística, 2018), a pesar de que es una importante herramienta de información, comunicación y estudio.

Guatemala cuenta con una red de internet nacional, pero el uso de dicho servicio implica tener un dispositivo digital. Al respecto, se ha estimado que, de la población mayor a siete años en la cuenca, solo un 26 % usa internet, 73 % no lo utiliza en su día a día y del 1 % restante no se conoce si tiene acceso y/o utiliza el servicio. Los municipios de cada departamento con mayor acceso y uso de internet son Coatepeque en Quetzaltenango y San Marcos en San Marcos (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

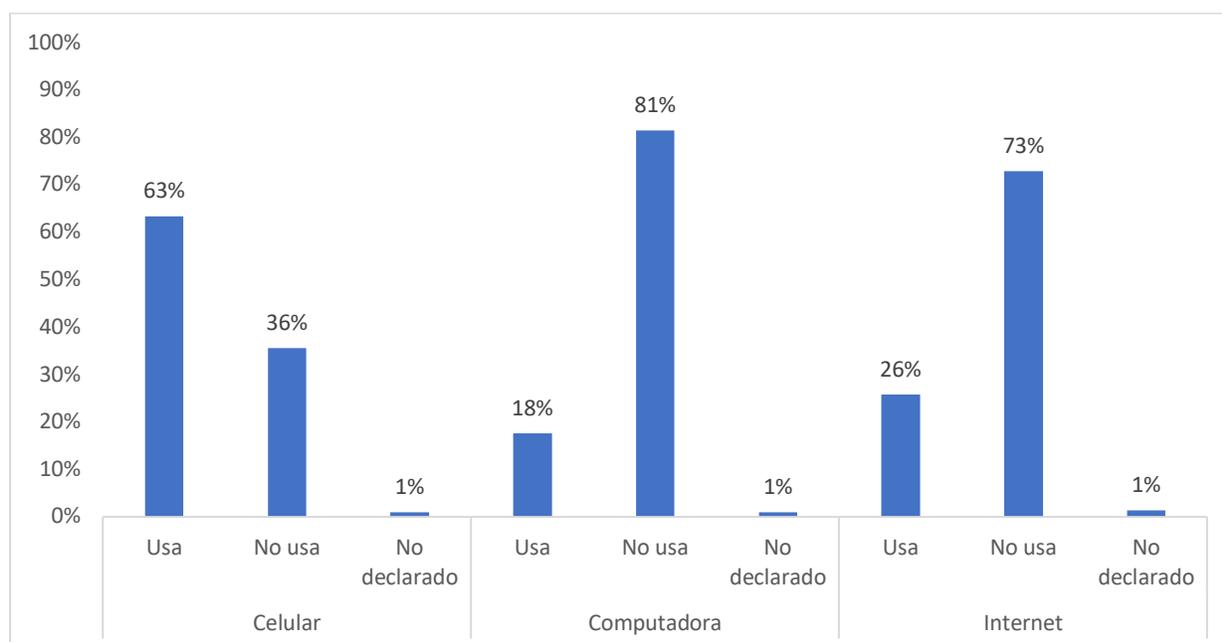


Figura 11. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.3 Establecimientos educativos

La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011a), identificó los siguientes establecimientos educativos en las subregiones con municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo del departamento de Quetzaltenango:

- En la subregión 2 se concentran principalmente alrededor de la cabecera municipal de Quetzaltenango. En comparación con Olintepeque, La Esperanza y San Mateo; los municipios de Quetzaltenango, Salcajá y Cantel presentan menos escuelas.
- El Palmar es el municipio con menor cantidad de escuelas en la subregión 5. Por otra parte, Coatepeque y Génova presentan el mayor número de establecimientos educativos en la subregión.

En la Tabla 9 se muestran los establecimientos educativos identificados por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011b).

Tabla 9. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de San Marcos para el año 2010

n.º	Nivel	Públicos/Privados
1	Preprimaria bilingüe	136
2	Preprimaria	1047
3	Primaria	1523
4	Primaria adultos	13
5	Básico	482
6	Diversificado	142
Total		3343

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011b).

Con relación a las universidades, en la cuenca del río Naranjo se cuenta con las siguientes: Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Cunoc), Universidad Rafael Landívar (URL), Universidad Mariano Gálvez (UMG), Universidad Mesoamericana, Universidad Galileo, Universidad Rural y Universidad de Occidente-Panamericana (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a, b).

6 HOGARES Y VIVIENDA

6.1 Hogares

En este caso no fue posible interpolar los datos sobre los hogares ubicados en todos los municipios de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos que tienen lugares poblados ubicados dentro de la cuenca del río Coyolate según el Censo 2018, debido a que no se contó con información sobre el número de hogares en cada lugar poblado en la cuenca.

En el caso de los municipios que no tienen población dentro del área de la cuenca, los datos sobre hogares se dejaron a cero. La distribución de los hogares por departamentos se muestra en la Figura 12.

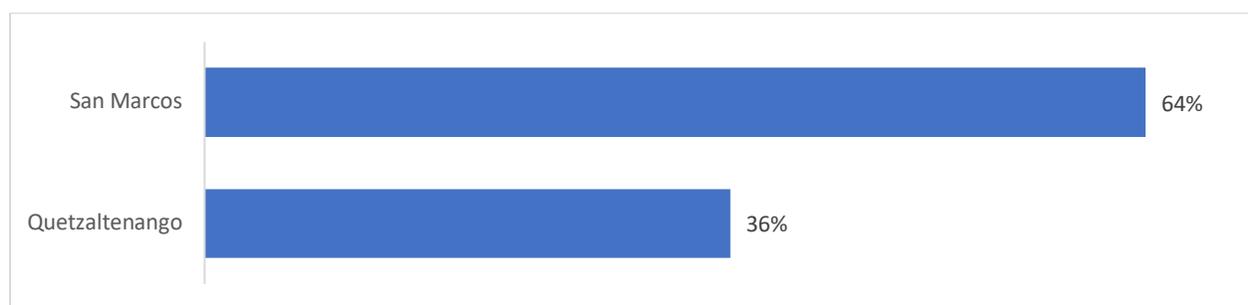


Figura 12. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Naranjo, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios con más hogares en todo el territorio de la cuenca son: Coatepeque (16 %) en Quetzaltenango y San Pedro Sacatepéquez (12 %) en San Marcos (Figura 13).

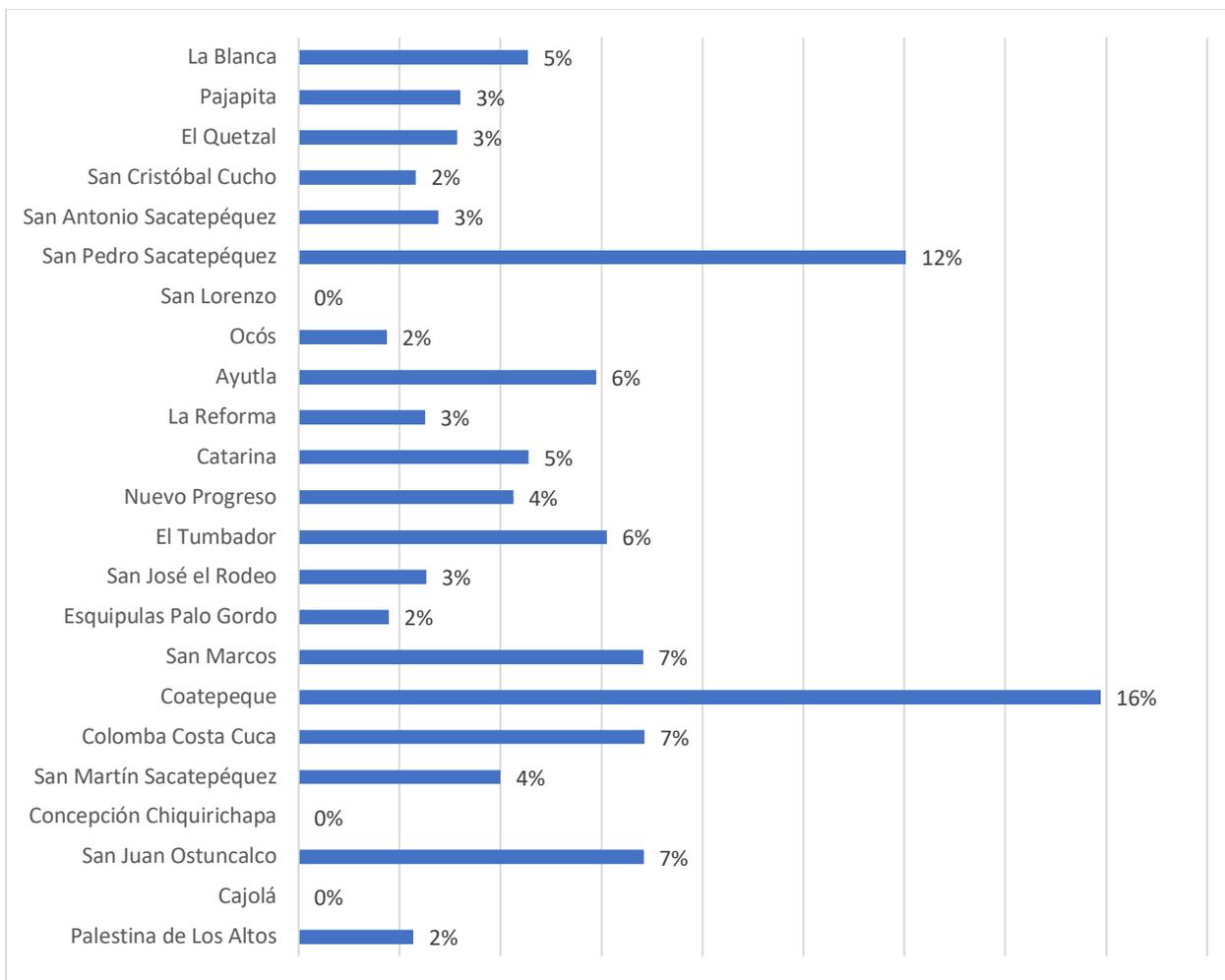


Figura 13. Porcentaje de hogares en los municipios ubicados en la cuenca del río Naranjo, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Según el Censo 2018, los hogares poseen las siguientes características:

- a. Unipersonal: integrado por una sola persona (jefe de hogar), exclusivamente.
- b. Nuclear: conformado por un núcleo conyugal primario (jefe del hogar y cónyuge sin hijos, o jefe y cónyuge con hijos, o jefe con hijos), exclusivamente.
- c. Extensa: conformado por una familia nuclear más otros parientes no nucleares, exclusivamente.
- d. Compuesta: conformado por una familia nuclear o una familia extensa más otros no parientes.
- e. Coresidentes: conformado por el jefe de hogar y otros no parientes.

En los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo, el 57 % de los hogares es nuclear y el 35 % es extendido (Figura 14).

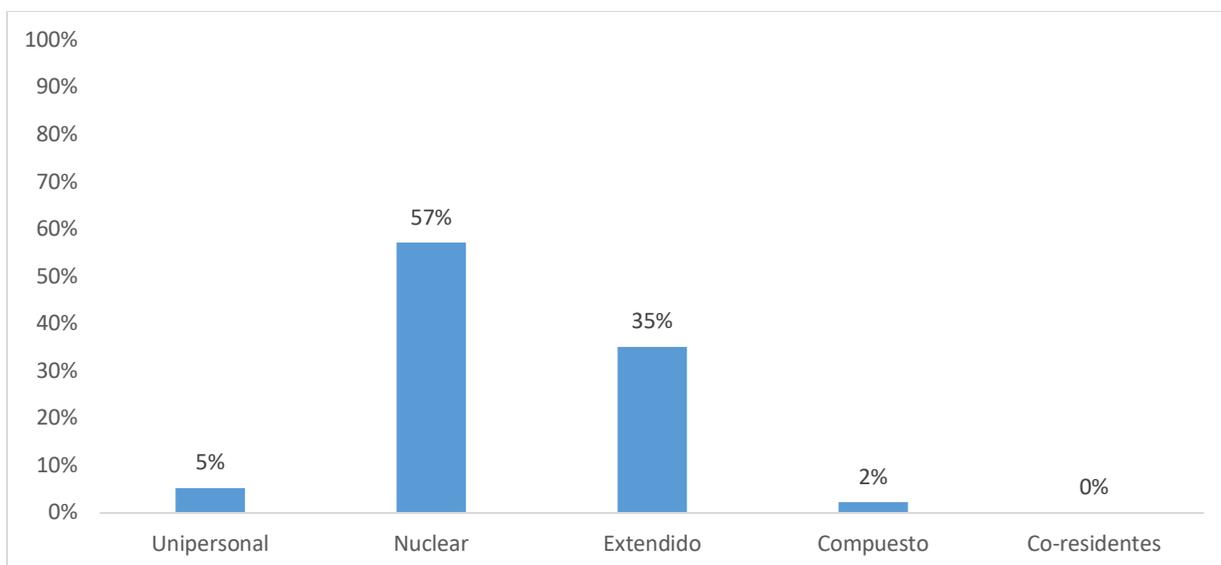


Figura 14. Tipo de hogares en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Según el Censo 2018, la distribución de la tenencia de la vivienda de la población en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo es la siguiente: 82 % declara ser propietario, 8 % alquila y 10 % tiene vivienda cedida o prestada (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En lo que se refiere al sexo del propietario de la vivienda, según el Censo 2018 el 60 % de los propietarios de la vivienda corresponde a hombres y 27 % a mujeres, un 11 % corresponde a ambos y el resto no quiso dar a conocer el sexo del propietario. En cuanto a la toma de decisiones en el hogar, 25 % es ejercida por hombres, 19 % por mujeres y 55 % por ambos (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

6.2 Vivienda

Según el Censo 2018, de las viviendas ubicadas en los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca del río Naranjo, el 97.2 % es formal, 0.3 % es apartamento, 0.5 % es cuarto en casa de vecindad, 0.9 % es rancho, 0.8 % es improvisada y el resto corresponde a otro tipo de vivienda. La condición de ocupación de las viviendas particulares es la siguiente: 77 % ocupada, 1 % de uso temporal, 20 % desocupada y 2 % otros (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 15).

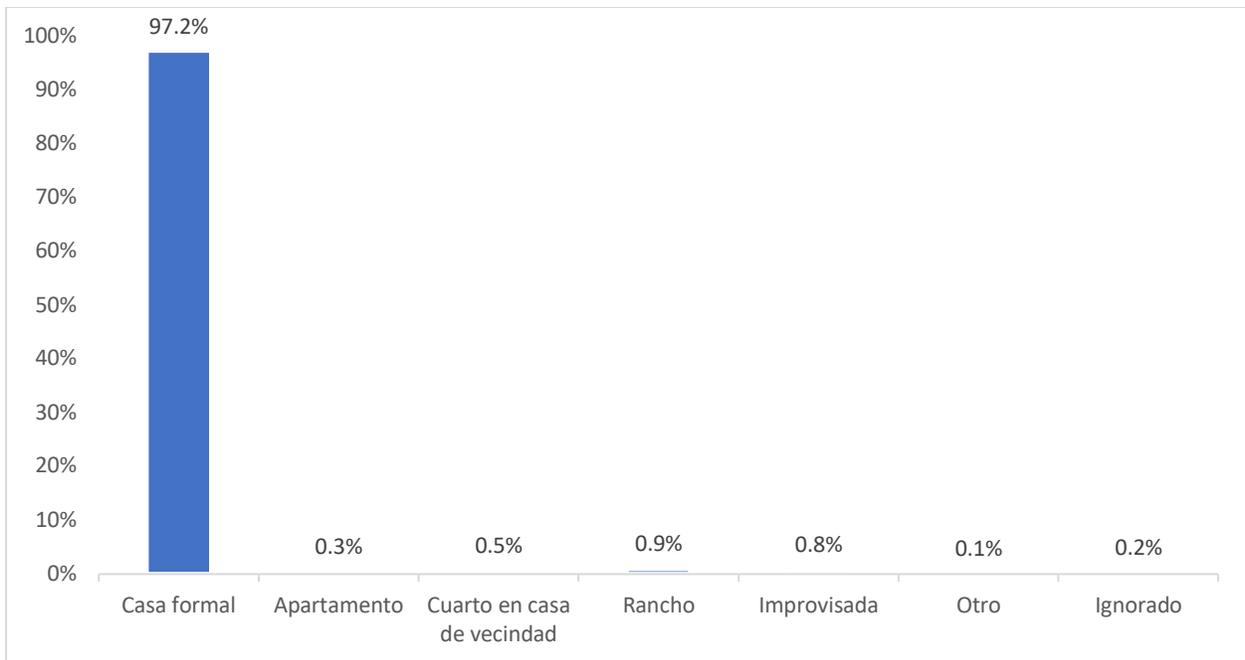


Figura 15. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7 SERVICIOS BÁSICOS

7.1 Servicio sanitario

Los hogares ubicados en los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca hidrográfica del río Naranjo en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos utilizan los siguientes tipos de servicio sanitario: inodoro conectado a red de drenajes (42 %), inodoro conectado a fosa séptica (8 %), excusado lavable (8 %), letrina o pozo ciego (40 %) y 1 % no tiene acceso a servicio sanitario (Figura 16) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Se estima que el municipio de Palestina de Los Altos tiene el mayor porcentaje de uso de letrina o pozo ciego (80 %) en el departamento de Quetzaltenango, seguido de San Juan Ostuncalco con 47 %. En el caso del departamento de San Marcos, los municipios con mayor porcentaje de uso de letrina o pozo ciego son: San Antonio Sacatepéquez (70 %) y Esquipulas Palo Gordo (67 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

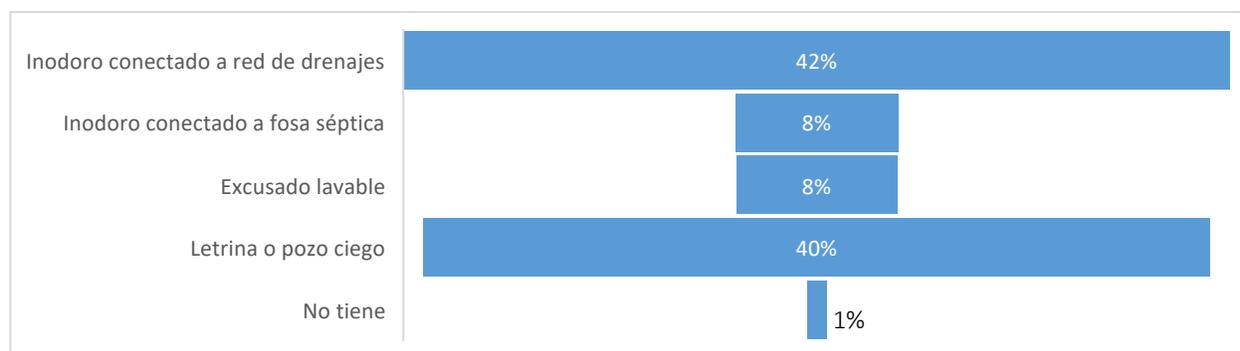


Figura 16. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.2 Cobertura eléctrica

Los hogares en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos utilizan el siguiente tipo de alumbrado: red de energía eléctrica (95 %), panel solar o eólico (0.5 %), gas corriente (0.1 %), candela (4 %) y otros medios de alumbrado (0.3 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Quetzaltenango, un 94 % del total de los hogares en los municipios tiene acceso a la red de energía eléctrica, mientras que un 5 % usa candela y 0.3 % utiliza panel solar o eólico.

En el caso del departamento de San Marcos, un 95 % del total de los hogares en los municipios tiene acceso a la red de energía eléctrica, 4 % utiliza candela

y 0.6 % usa panel solar o eólico (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 17).

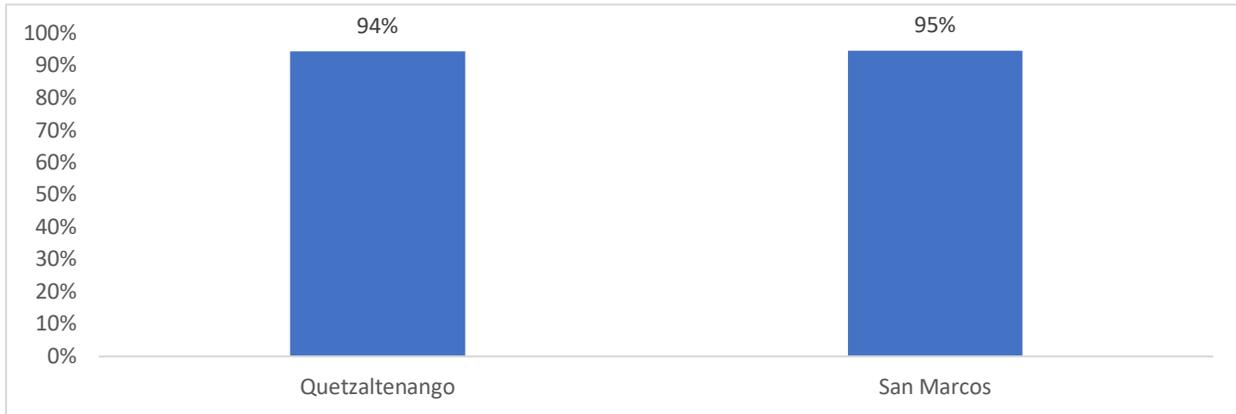


Figura 17. Cobertura eléctrica por departamento, incluye sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

El municipio con menor cobertura de energía eléctrica en el departamento de Quetzaltenango es Colomba Costa Cuca (93 %), mientras que en el departamento de San Marcos es La Reforma con 89 % (Figura 18).

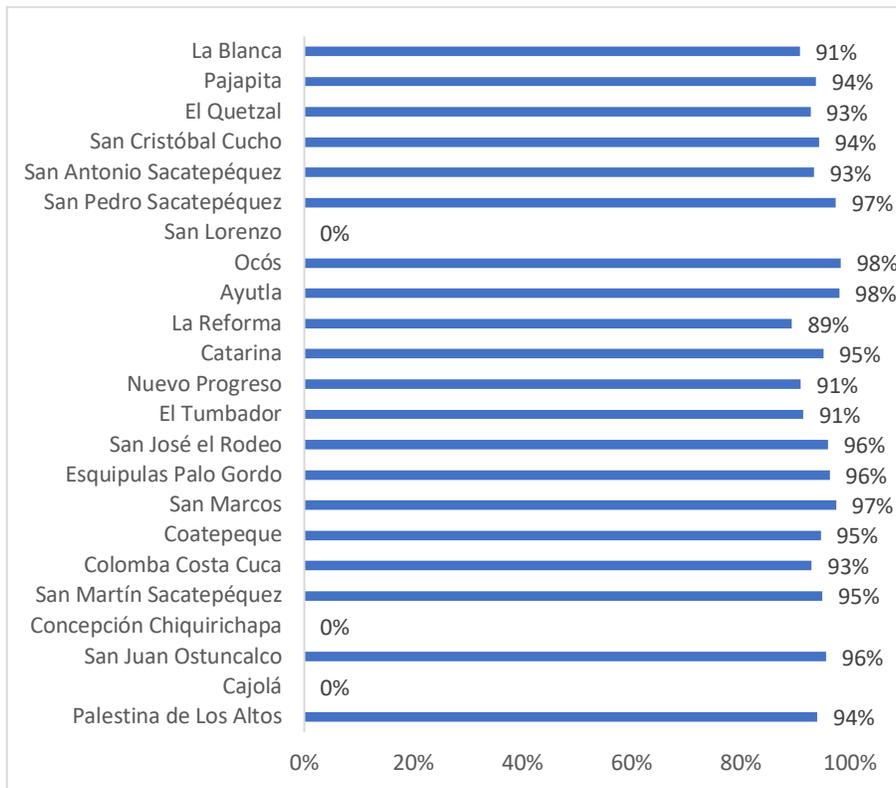


Figura 18. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.3 Principales fuentes de energía para cocinar

En los hogares de los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo, las principales fuentes de energía para cocinar son: leña (67 %), gas propano (32 %), electricidad (0.2 %) y 1 % no cocina. El 71 % de los hogares cuenta con un cuarto exclusivo para cocinar, mientras que el 29 % no, lo que implica que en un mismo espacio se realizan muchas actividades del hogar, incluyendo posiblemente dormir (Figura 19) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

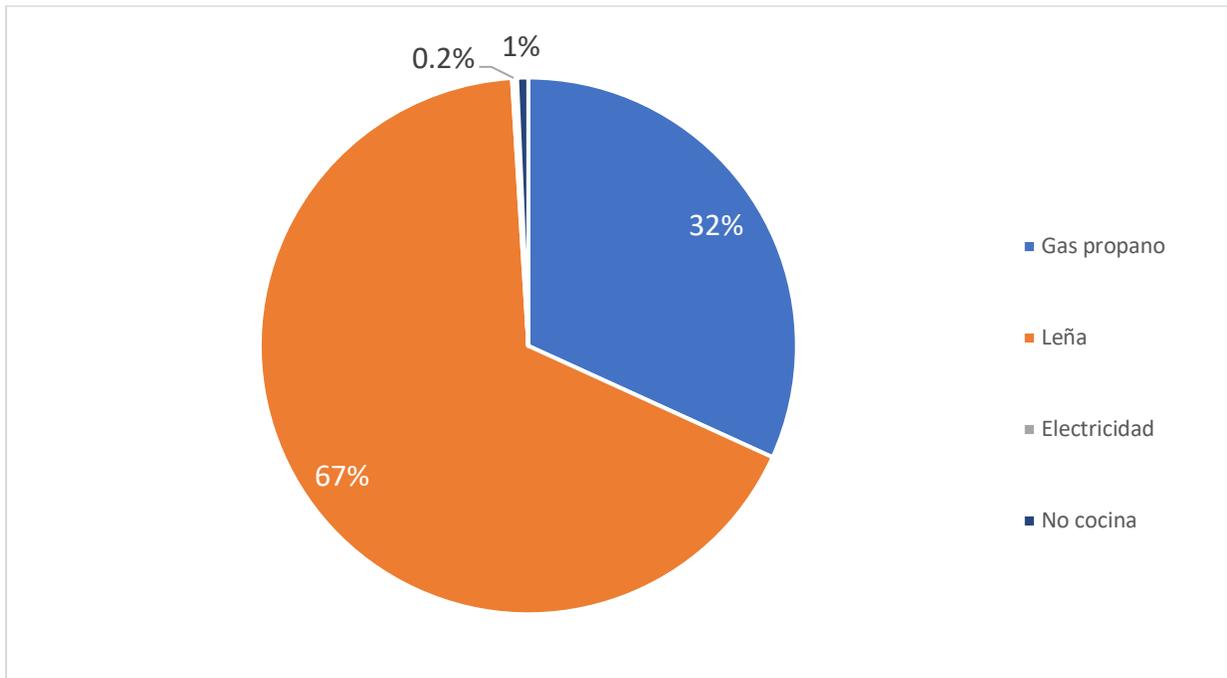


Figura 19. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En la Tabla 10 y Figura 20 se detalla el uso de las fuentes de energía para cocinar en los municipios de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo con lugares poblados.

Tabla 10. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018

Departamento	Fuente de energía para cocinar (%)				
	Gas propano	Leña	Electricidad	Carbón	Gas corriente
Quetzaltenango	31	68	0.2	0.0	0.2
San Marcos	32	67	0.2	0.0	0.0
Total	32	67	0.2	0	0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de Quetzaltenango, los municipios donde los hogares más emplean leña para cocinar son Palestina de Los Altos (93 %) y San Martín Sacatepéquez (92 %); mientras que en el departamento de San Marcos son San Cristóbal Cucho (94 %), Nuevo Progreso (89 %) y El Quetzal (87 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Quetzaltenango, los municipios con los hogares que más usan gas propano como fuente principal para cocinar son Coatepeque (46 %) y Colomba Costa Cuca (27 %); mientras que en San Marcos estos porcentajes son de 63 % en Ayutla y 54 % en San Marcos (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

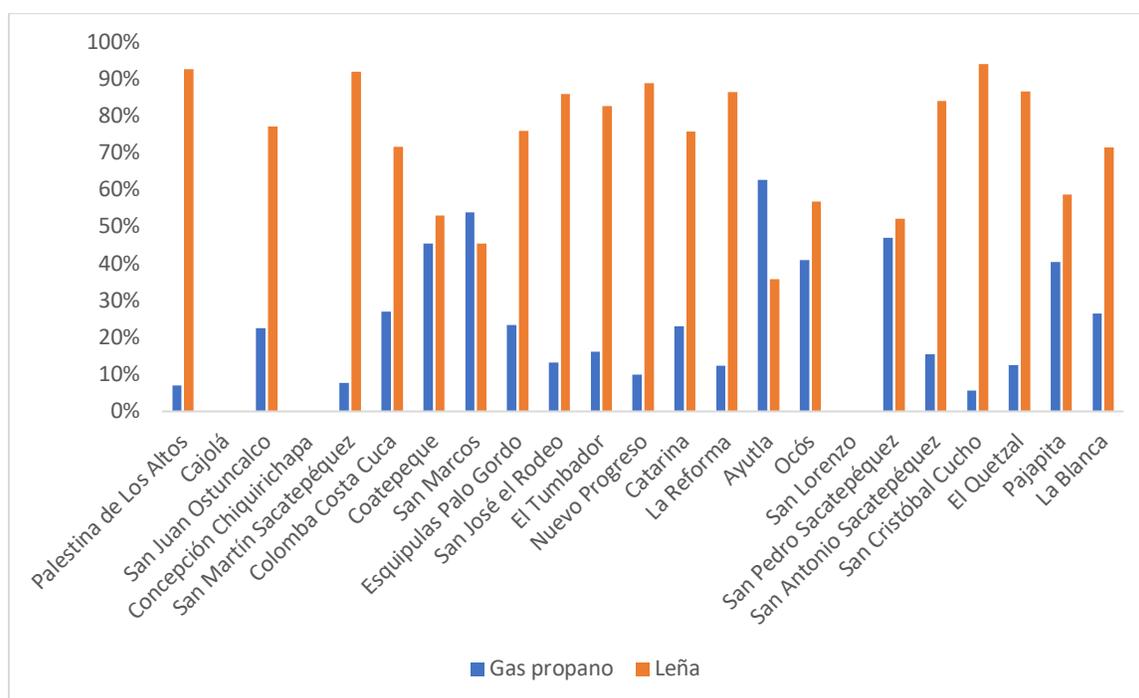


Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.4 Formas de eliminación de la basura

Los hogares de los departamentos con presencia en la cuenca utilizan como principal forma de eliminación de la basura la quema (51 %), el servicio municipal (20 %), el servicio privado (9 %), la abonera o reciclar (11 %), la entierran (4 %), la tiran en ríos, quebradas o mar (2 %) y el resto usa otros medios (Figura 21).

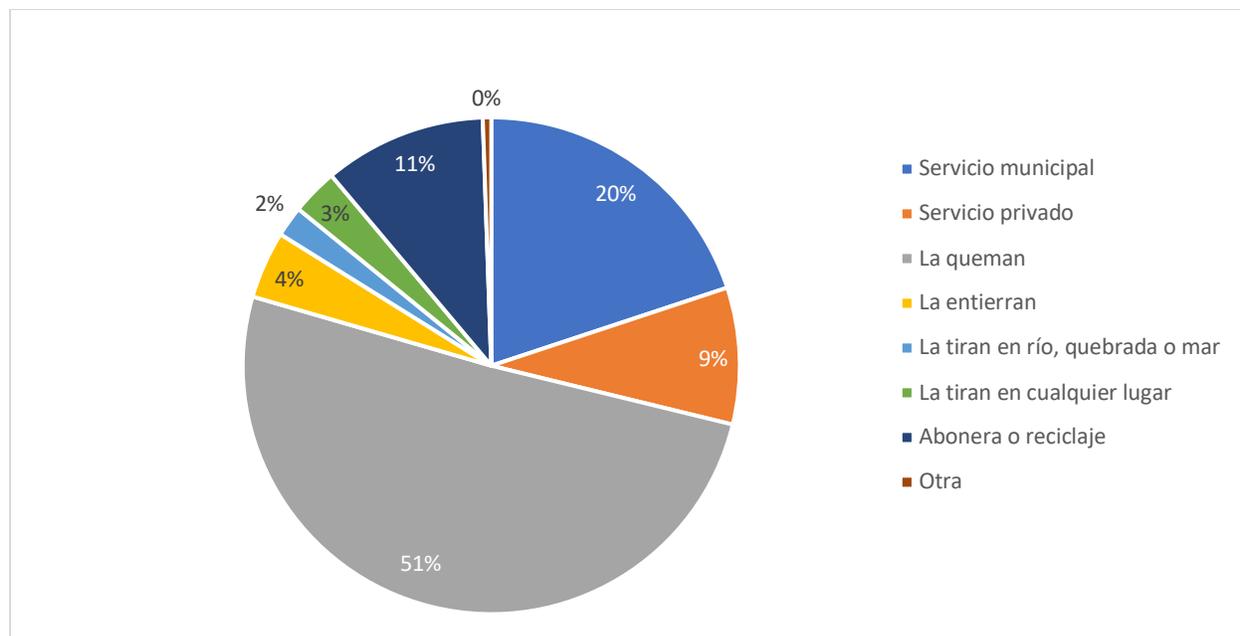


Figura 21. Principales formas de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

El manejo de los desechos sólidos en el departamento de Quetzaltenango es un problema evidente, debido a que ningún municipio maneja adecuadamente la basura y los desechos líquidos. Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011a) es uno de los cinco departamentos más contaminados del país.

En el caso del departamento de San Marcos únicamente el municipio de San Marcos cuenta con reglamento de desechos sólidos, que fue aplicado luego de haber sido aprobado por el concejo municipal y publicado en el diario oficial. En el departamento proliferan los basureros clandestinos a cielo abierto, debido a la falta de sistemas de recolección de basura y de lugares adecuados para su disposición final (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

8 USO DEL AGUA

8.1 Fuente principal de agua para consumo en el hogar

Con base en el Censo 2018, se procesó la información sobre la fuente principal de agua para consumo en el total de los hogares del municipio, y se omitieron aquellos que no tenían población en la cuenca. El 59 % de los hogares en los municipios de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos que tienen presencia en la cuenca declara como fuente principal de agua para consumo la que llega por medio de tubería en la vivienda, seguido de pozo perforado (23 %), tuberías fuera de la vivienda (10 %) y chorro público (2 %) (Figura 22) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

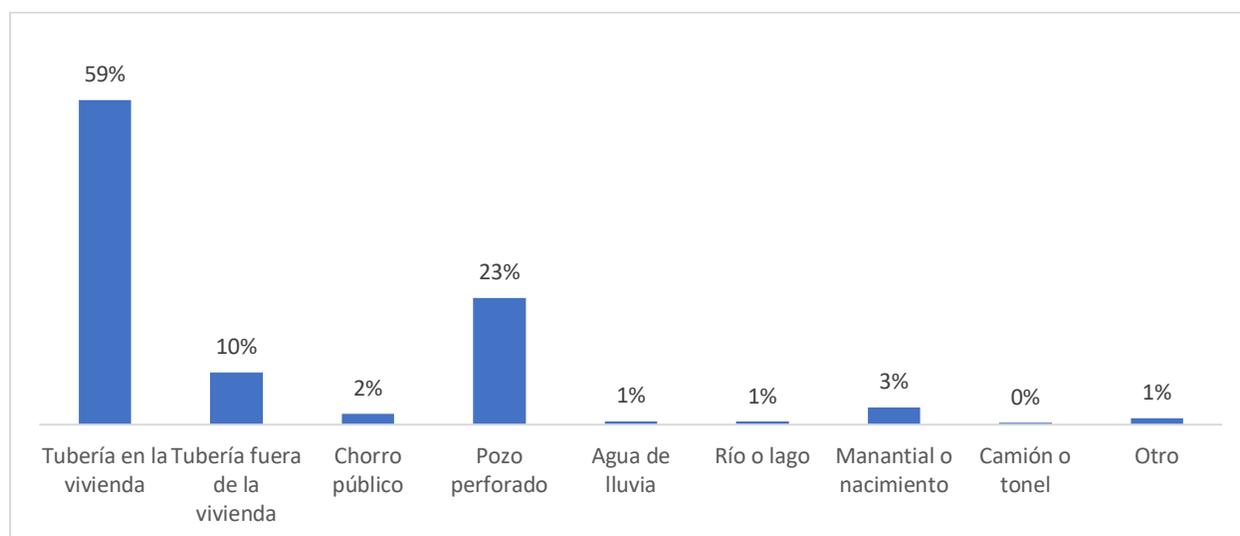


Figura 22. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Las principales fuentes de acceso a agua para consumo en los hogares en el departamento de Quetzaltenango son: tubería en la vivienda (53 %), pozo perforado (27 %) y tubería fuera de la vivienda (13 %). Los municipios que usan la tubería como fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda son: San Juan Ostuncalco (60 %) y San Martín Sacatepéquez (68 %). En el municipio de Coatepeque (48 %) la principal fuente de acceso a agua en la vivienda es el pozo perforado (Figura 23) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Las principales fuentes de acceso a agua para consumo en los hogares en el departamento de San Marcos son: tubería en la vivienda (63 %), pozo perforado (21 %) y tubería fuera de la vivienda (7 %). Los municipios que utilizan la tubería como fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda son: San Marcos (87 %), San Pedro Sacatepéquez (85 %) y San Cristóbal Cucho (81 %). El pozo perforado es la fuente principal de agua en la vivienda en los municipios de Catarina (75 %), Ocós (64 %) y La Blanca (54 %) (Figura 23) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

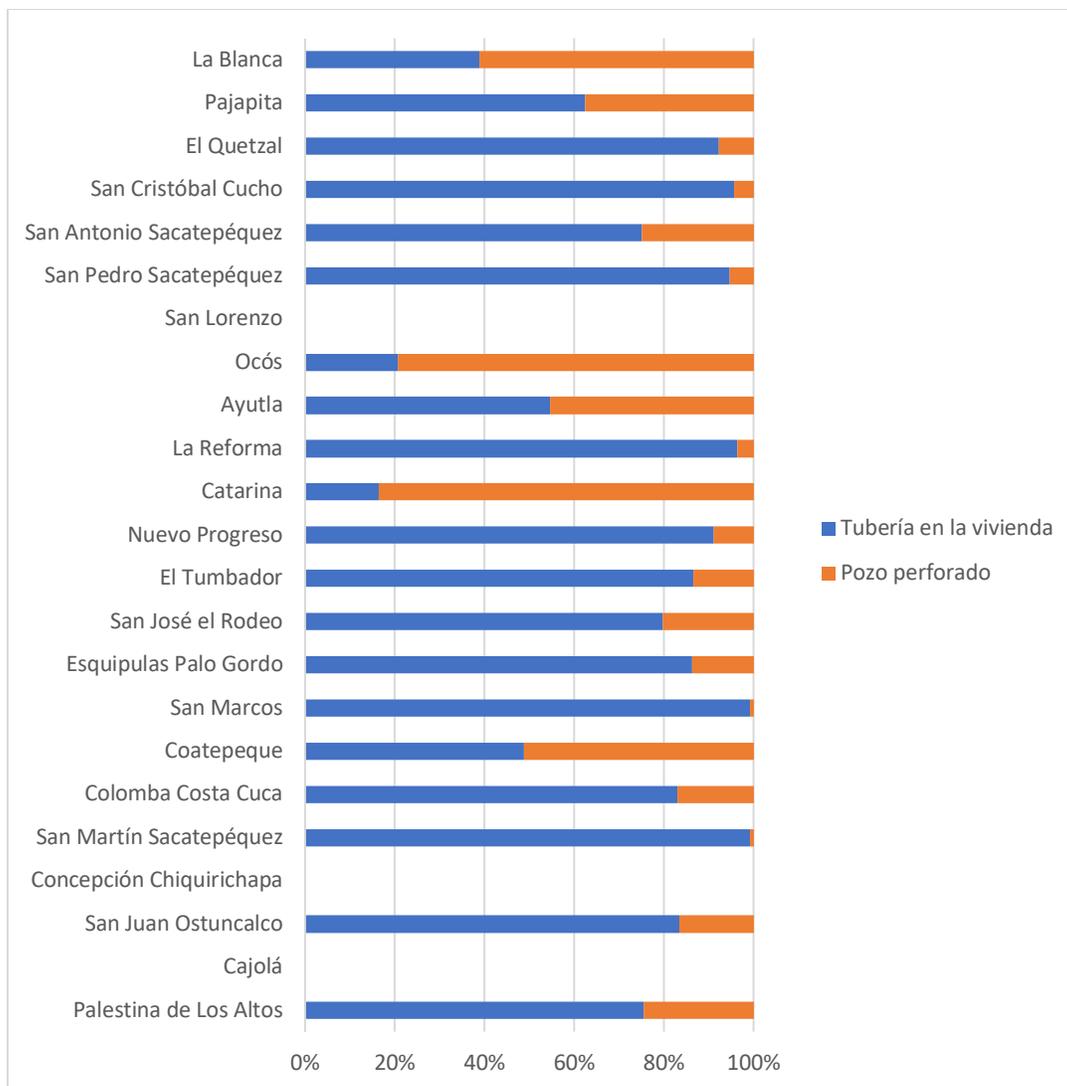


Figura 23. Fuentes principales de agua para consumo por municipio con lugares poblados dentro de la cuenca del río Naranjo, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

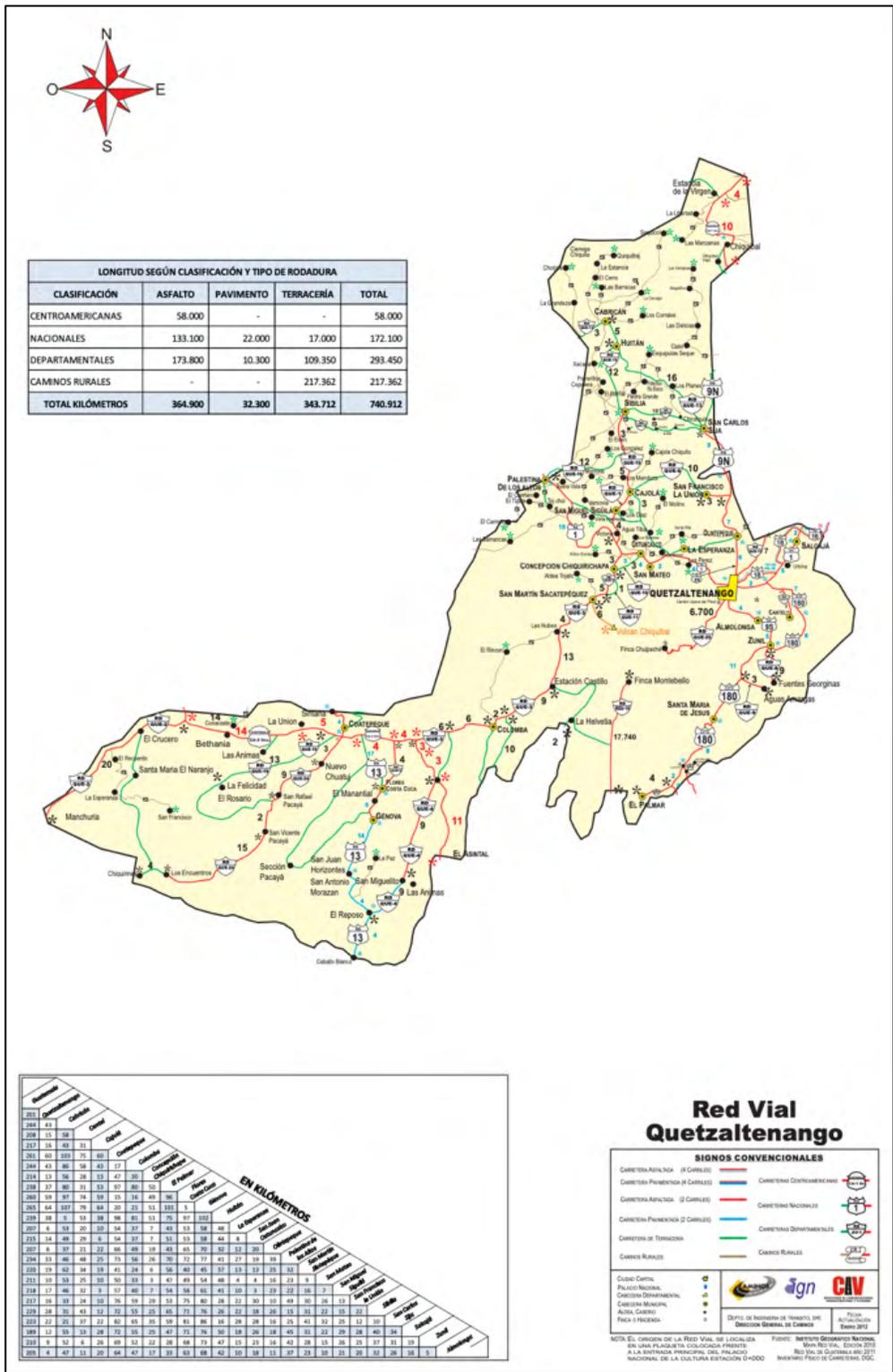
9 INFRAESTRUCTURA VIAL

En el departamento de Quetzaltenango el acceso vial se genera desde San Marcos, Totonicapán, Huehuetenango, Chimaltenango y Guatemala vía Cuatro Caminos. La conectividad hacia las comunidades, cantones y caseríos de los municipios generalmente ocurre desde las cabeceras municipales.

Con relación a la infraestructura de carreteras, en Quetzaltenango se dispone de vías asfaltadas que interconectan a la mayor parte de los municipios, exceptuando Huitán y Cabricán, que todavía cuentan con carretera de terracería. Se conecta por carretera con todos los departamentos de la región occidental y el resto de la República. Entre las principales rutas nacionales se encuentran las siguientes: ruta nacional 1, que conduce a la frontera con México desde la ciudad capital de Guatemala, atravesando el departamento de este a oeste; la ruta nacional 9-S que conduce a Retalhuleu, donde entronca con la carretera internacional del Pacífico CA-2; la ruta nacional 9-N hacia Totonicapán y Huehuetenango; la ruta nacional 12-S que enlaza al oeste del departamento con el de San Marcos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a) (Figura 24).

La distribución geográfica de la red vial en el departamento de San Marcos muestra que la construcción de carreteras asfaltadas ha sido mayor en las regiones del valle y la costa, mientras que en la parte del altiplano solamente las cabeceras municipales de Sibinal y Río Blanco carecen de carretera asfaltada. El altiplano registra más caminos de terracería que las otras regiones (Figura 25) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Al recorrer longitudinalmente la red vial que conecta a los dos departamentos —y, en la medida de lo posible de forma paralela al cauce principal de la cuenca—, se evidencia la dinámica del paisaje desde su cabecera hasta la desembocadura (Tabla 11).



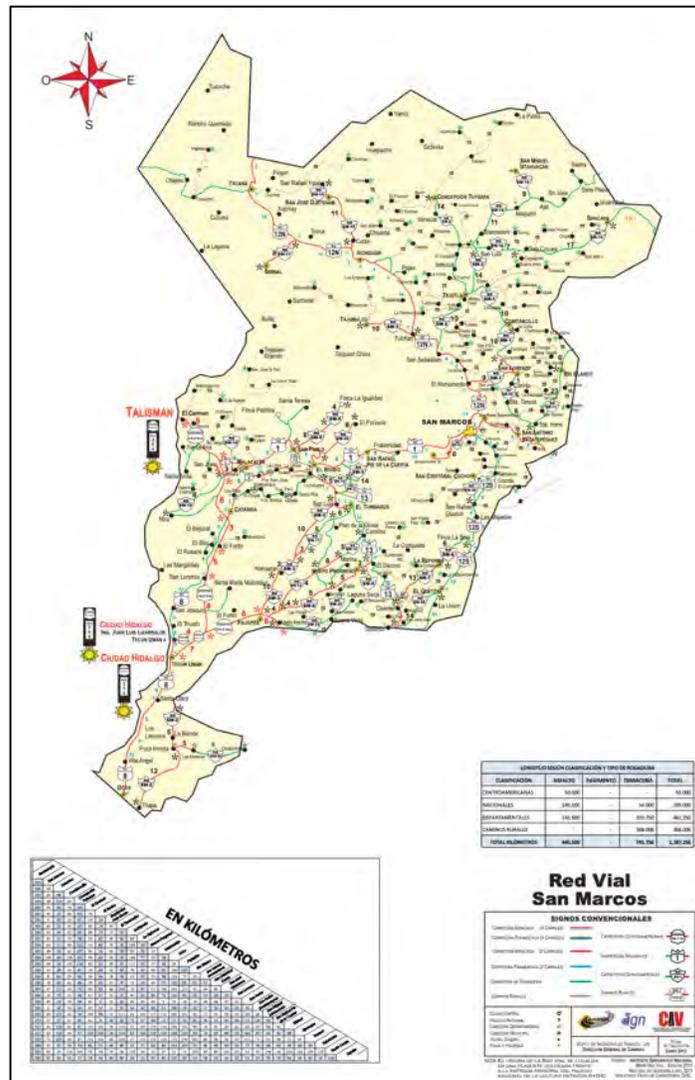


Figura 25. Mapa vial del departamento de San Marcos
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

Tabla 11. Longitud de las carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2010 (kilómetros)

Longitud según clasificación y tipo de rodadura					
Departamento	Clasificación	Asfalto	Pavimento	Terracería	Total
Quetzaltenango	Centroamericanas	58 000	0	0	58 000
	Nacionales	133 100	22 000	17 000	172 100
	Departamentales	173 800	10 300	109 350	293 450
	Caminos rurales	0	0	217 362	217 362
San Marcos	Centroamericanas	27 000	0	0	27 000
	Nacionales	72 000	0	0	72 000
	Departamentales	76 515	0	54 000	130 515
	Caminos rurales	0	0	71 200	71 200
Total de kilómetros		540 415	32 300	468 912	1 041 627

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

10.1 Actividades económicas del departamento de Quetzaltenango

El desarrollo económico del departamento de Quetzaltenango se caracteriza porque en los municipios de Coatepeque, Génova y Palestina de los Altos la producción de café, banano y cítricos propios de las zonas cálidas es importante. El café se cultiva en los límites de la región de la bocacosta, específicamente en los municipios de Colomba Costa Cuca, El Palmar y Coatepeque, pero recientemente se ha sustituido por la siembra de caña de azúcar, hule, palma africana, piña, horticultura y otros cultivos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Existen pequeños empresarios que se han dedicado a la crianza del ganado porcino en Coatepeque, Flores Costa Cuca y Génova. También es importante la producción de gallinas de engorde y ponedoras en menor escala, en diferentes municipios de Quetzaltenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

El sector industrial en el departamento es bastante variado e incluye las siguientes actividades empresariales: procesamiento a través de varias tenerías, fabricación de calzado, fabricación de derivados de pieles, procesamiento de harina y producción de textiles. La construcción es una de las ramas más dinámicas de la economía urbana, se fundamenta en el crecimiento de las cabeceras departamentales y municipales, especialmente Quetzaltenango, en donde destaca la construcción de viviendas, locales comerciales y pequeños edificios, además de la inversión en infraestructura urbana que realizan los fondos sociales y las municipalidades (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Las actividades comerciales, tanto formales como informales, se centran en las cabeceras de los municipios de Quetzaltenango y Coatepeque y, en menor escala, en San Juan Ostuncalco. El comercio de las hortalizas y papas se realiza mediante un sistema de articulación de la economía campesina que se caracteriza porque los productores, además de producir, captan y comercializan la producción, acercándola a los intermediarios, no directamente al consumidor final (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

La economía de Quetzaltenango es pujante, la cabecera está considerada como la segunda ciudad más importante del país. El sector primario ocupa el primer lugar en importancia a nivel del departamento en cuanto a

productividad y generación de trabajo. En la cabecera y los cascos urbanos municipales resalta la tercerización de la economía, y sobresale una estructura empresarial significativa basada en la existencia de infraestructura del sistema bancario con fuerte presencia en la cabecera, pero también en las cabeceras municipales como Coatepeque, San Juan Ostuncalco y Salcajá. El comercio es floreciente y dinámico, se cuenta con infraestructura moderna para los servicios educativos de nivel primaria y medio (ciclos básico y diversificado), así como el superior (que atrae a estudiantes de los municipios y departamentos circunvecinos). En la cabecera departamental hay alta presencia de comercio de boutiques, almacenes y grandes supermercados, mientras que en las cabeceras municipales los cascos urbanos mantienen un comercio diverso al por mayor y menor, turismo local, servicios de comunicación y centros hoteleros, además de centros y hospitales médicos competitivos a nivel nacional e internacional. Esas condiciones generan encadenamientos a nivel de sus municipios y de otros departamentos como San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

10.2 Actividades económicas del departamento de San Marcos

En el departamento predomina el sector primario para el cultivo de café y banano destinados al mercado externo, principalmente en la costa y bocacosta (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En el caso de la costa, la actividad económica está vinculada a la agroexportación, particularmente en los municipios de Malacatán, Catarina, Ayutla y Ocos, con la producción de banano, plátano, aceite (palma africana), hule y tabaco. También existe un sector dedicado a la ganadería. El principal mercado de destino de los productos es Estados Unidos de Norteamérica; como en el caso del banano de las marcas Dole y Chiquita (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Una característica importante en estas subregiones es que la mayor parte de las familias producen para el autoconsumo, mientras que los excedentes son comercializados en los días de plaza de cada municipio (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

10.3 Empresas por tamaño

En el 2015, el 96.6 % de las empresas registradas en la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas (OCSE-Mipyme) en el departamento de

Quetzaltenango se catalogó como micro. En el departamento de San Marcos el 98.1 % corresponde a microempresas (Tabla 12) y las empresas clasificadas como grandes y medianas tuvieron una menor participación (Ministerio de Economía, 2015).

Tabla 12. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2015

n.º	Empresas por tamaño	Quetzaltenango	San Marcos
1	Grandes	35	6
2	Medianas	136	27
3	Pequeñas	1410	488
4	Micro	45 017	27 620
Total de empresas		46 598	28 141

Nota. Está definido por los factores de ingresos y capital reportados. Fuente: Ministerio de Economía (2015).

Al aplicar la tasa a nivel nacional, del total de empresas clasificadas en Quetzaltenango y San Marcos se estima que el 32.5 % se dedicó a actividades inmobiliarias, empresariales y de alquileres; le siguieron en orden de importancia con 25.1 % el comercio al por mayor y menor, y la reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos. El 7.67 % corresponde a transporte, almacenamiento y comunicaciones y el restante porcentaje a "otros" (Figura 26).

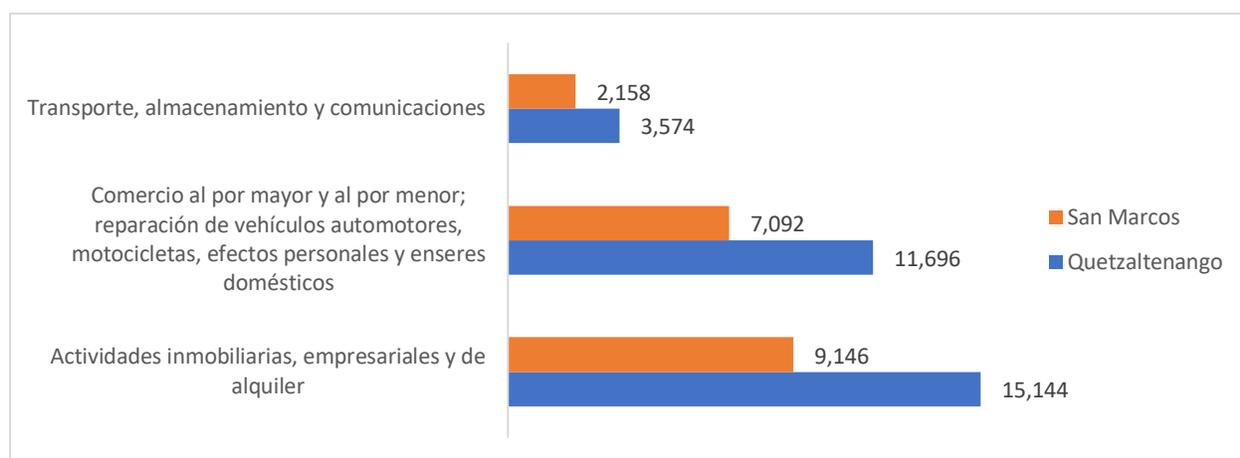


Figura 26. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2015

Fuente: Ministerio de Economía (2015).

10.4 Parque vehicular

El parque vehicular en el departamento de Quetzaltenango durante el 2020 fue de 3 307 625, cifra que representó el 6.9 % del total nacional. En el

departamento de San Marcos, y en el mismo año, fue de 2 160 454, lo cual representa el 4.5 % del total nacional (Instituto Nacional de Estadística, 2020e).

10.5 Ocupación hotelera

En 2013, el mayor nivel de ocupación hotelera en el departamento de Quetzaltenango se alcanzó en septiembre (47.5 %), mientras que el menor nivel fue en marzo (16.6 %). En el caso del departamento de San Marcos, el mayor nivel de ocupación hotelera ocurrió en noviembre (27.7 %), mientras que el menor nivel en marzo (18.0 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013 a y b).

10.6 Migración⁶

Según la *Encuesta sobre Migración Internacional de Personas Guatemaltecas y Remesas en Guatemala*, en el 2016 existían 5 532 683 personas de siete años y más con familiares en el exterior con intención de emigrar, de las cuales los siguientes porcentajes corresponden a los departamentos de la cuenca del río Naranjo (con relación al total nacional): 6.2 % a Quetzaltenango y 9.5 % a San Marcos. El principal país de destino es Estados Unidos, seguido de México y Canadá.

El INE registró que la emigración de las personas guatemaltecas de los departamentos de la cuenca del río Naranjo, según solicitud de pasaporte, fue de 25 396 personas de Quetzaltenango y 33 560 de San Marcos, quienes tuvieron como destino principal Estados Unidos y, en una menor proporción, Canadá y México (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Por otro lado, se registraron 123 213 personas retornadas de siete años y más de edad, de las cuales los siguientes porcentajes se ubican en la cuenca del río Naranjo: 7.79 % en Quetzaltenango y 14.51 % en San Marcos (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

Según la Arquidiócesis de Los Altos, Quetzaltenango-Totonicapán, las principales causas de la migración son: pobreza, falta de fuentes de trabajo, problemas familiares, falta de tierras para cultivar, salarios injustos, despidos masivos e indirectos por la caída del precio del café, deseos de superación, búsqueda de centro educativos, decaimiento de las artesanías y crecimiento

⁶ a) La migración es el desplazamiento de una persona producido por un cambio de residencia, b) la emigración es la migración de una persona desde un territorio hacia el exterior y c) la inmigración es la migración de una persona desde el exterior hacia este territorio.

demográfico. Los que más migran son hombres, jóvenes y del área rural (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Las categorías de migrantes internos son: temporeros, emigrantes, comerciantes, desplazados, empleadas domésticas, inmigrantes, deportados, retornados, refugiados, desmovilizados. También hay migración interna hacia la capital de Guatemala, la cabecera de Quetzaltenango, Almolonga, San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa, Zunil, San Francisco el Alto (Totonicapán) y hacia los departamentos de oriente (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

La migración en el departamento de San Marcos es de dos tipos: interna y externa. En el primer caso, la migración está ligada al ciclo agrícola y ocurre durante los meses de octubre a febrero con la cosecha de café; está dirigida hacia las fincas de la bocacosta y la costa, y parte hacia el Estado de Chiapas, México. La población que se moviliza proviene de las regiones del altiplano y el Valle. La principal causa de esta migración es la falta de empleo. Esta mano de obra principalmente se inserta en el sector agrícola, servicios o comercio de los países a los que migran (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

10.7 Remesas

Según la *Encuesta sobre Migración Internacional de Personas Guatemaltecas y Remesas*, de las 1 860 287 personas residentes en el exterior de Guatemala que enviaron remesas a sus departamentos de origen, el 7.1 % corresponde a Quetzaltenango y el 9.3 % a San Marcos (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

De las 516 243 personas receptoras de remesas en Guatemala, 6.3 % corresponde a Quetzaltenango y 6.5 % a San Marcos, con relación al total nacional (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

El volumen de remesas que se recibió en el país fue de USD 7 164 908 055 en el año 2016. A través de bancos el monto fue de USD 5 273 946 718, de los cuales los departamentos en la cuenca del río Naranjo recibieron USD 412 996 733 en Quetzaltenango (7.83 % del total nacional) y USD 449 962 361 en San Marcos (8.53 % del total nacional). La distribución del gasto proveniente de remesas fue el siguiente: 34.68 % para consumo (alimentos, vestuario y calzados, equipamiento del hogar, mantenimiento de la vivienda y otros); 7.72 % para consumo intermedio (producción, alquiler de instalaciones y otros); 49.84 % para inversión y ahorro (compra,

reparación y construcción de vivienda, terrenos, ahorro e inversión en seguros) y 7.74 % para inversión social (gastos en salud y educación) (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

10.8 Índice de precios del consumidor (IPC) de la región VI

El índice de precios del consumidor (IPC) se utiliza para medir el comportamiento del nivel general de precios de la economía del país. En la región VI (en la que tienen presencia los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos), el IPC registró una variación interanual de 3.28 % en el 2021. Durante el periodo 2017-2021 (Figura 27), la variación más alta se registró en 2017 cuando alcanzó 4.31 %, mientras que en 2018 ocurrió la variación más baja de la región (0.92 %) (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2022).

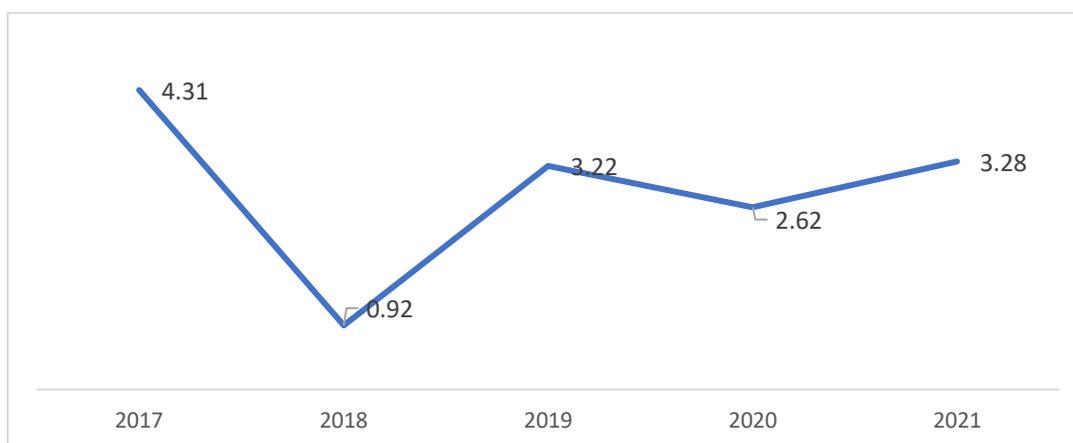


Figura 27. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2022).

De las doce divisiones del gasto que integran el IPC (Figura 28), las mayores variaciones en 2021 las presentaron el transporte (7.38 %) y la vivienda, agua, gas y electricidad (4.47 %). Por otra parte, la división de educación presentó la variación negativa más baja, con -0.20 % (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2022).

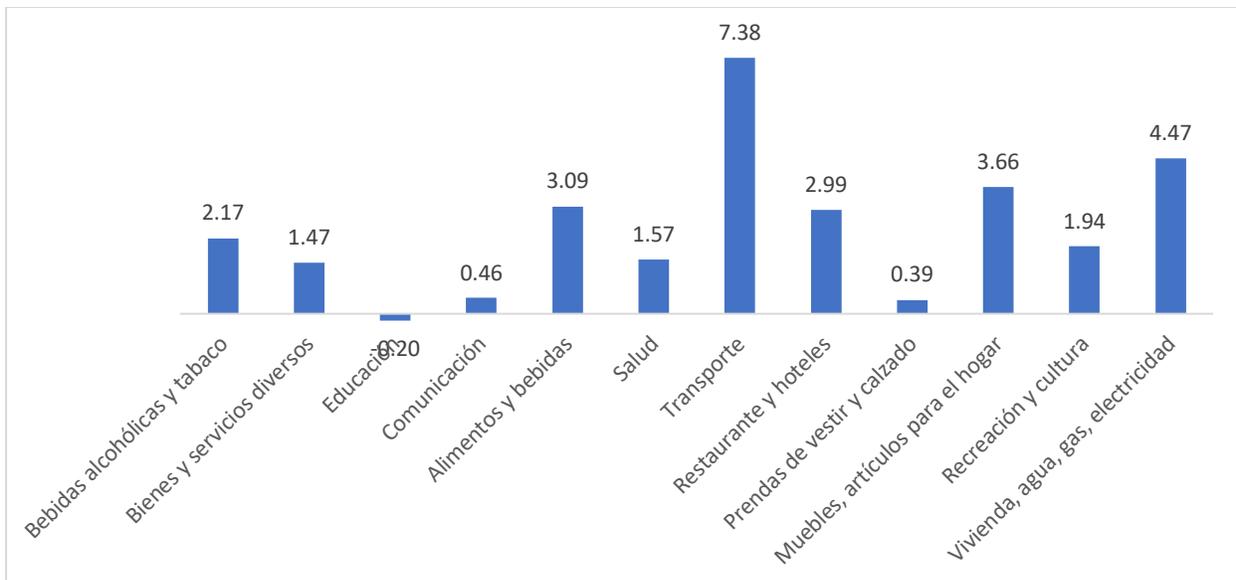


Figura 28. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2021).

Según el informe de la canasta básica alimentaria (CBA) y ampliada (CA) (2022), a febrero de 2022 la tortilla presentó un precio promedio por libra de Q3.61, en comparación con diciembre de 2012, donde fue de Q3.62. En las mismas fechas el precio medio por libra de pollo varió de Q13.06 a Q12.71, y el de la carne de res con hueso de Q17.13 a Q10.86 (Instituto Nacional de Estadística, febrero de 2022).

10.9 Población en edad de trabajar

Con base en el Censo 2018, se estimó que el 47 % (8 % pertenece a Quetzaltenango y 39 % a San Marcos) de la población de 15 años o más en la cuenca hidrográfica del río Naranjo es económicamente activa (PEA). La población se categoriza en: ocupada⁷ (46 %) y desocupada⁸ (1 %) —de estos últimos el 0.5 % es cesante⁹ y el 0.3 % aspirante¹⁰. Entre las otras categorías se estima que el 53 % (9 % pertenece a Quetzaltenango y 45 % a San Marcos) de la población se califica como económicamente inactiva, de la cual el 9 % se encuentra estudiando, 33 % realiza quehaceres del hogar, 2 %

⁷ Ocupada: población de 15 años o más que, durante la semana de referencia y en al menos una hora al día, llevaron a cabo alguna actividad económica a cambio de un ingreso, salario, ganancia u otro tipo de remuneración en dinero y/o especie, ya fuera de beneficio individual o familiar. Se consideraron también a las personas que, sin recibir remuneración, participaron o ayudaron en la elaboración o venta de productos agrícolas, ganaderas o de autoconsumo o en alguna otra actividad económica.

⁸ Desocupada: personas disponibles para trabajar que hicieron gestiones para encontrar un trabajo.

⁹ Cesante: quienes buscaron trabajo y ya tienen experiencia laboral.

¹⁰ Aspirante: quienes buscan trabajo por primera vez.

corresponde a jubilados y el otro 9 % realiza otras actividades o se desconoce su actividad económica. El 36 % de las personas económicamente activas labora en el mismo municipio, 6 % fuera del municipio o país y el resto no declaró (Figura 29) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

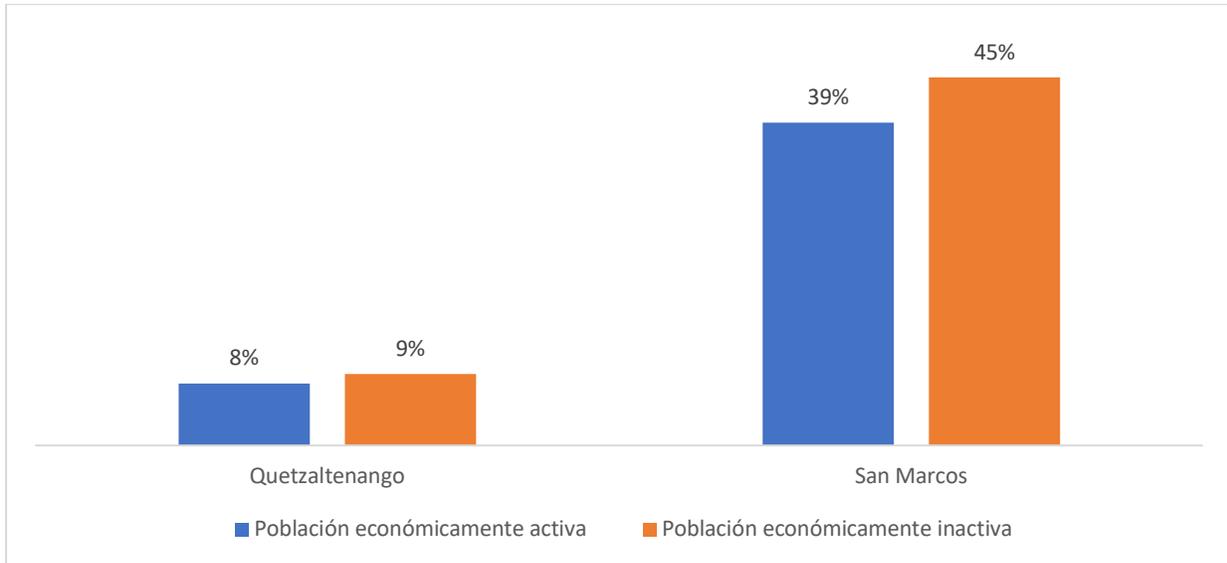


Figura 29. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Naranjo, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

11 INSTITUCIONALIDAD

11.1 Instituciones presentes

En cuanto a la presencia de entidades públicas en Quetzaltenango y San Marcos, se han identificado delegaciones ubicadas en las cabeceras departamentales que les dan cobertura a los municipios. Las que se relacionan por su quehacer en el territorio con la cuenca hidrográfica del río Naranjo son:

Área de Salud de la Dirección Departamental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS); Delegación Departamental de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), quien además se encarga del Centro de Operaciones de Emergencia (COE); Instituto Nacional de Estadística (INE); Instituto Nacional de Bosques (INAB); Coordinación Departamental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA); Delegación Departamental y Regional del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN); Delegación Regional del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap); Dirección Departamental del Ministerio de Educación (Dideduc); Inspección de Trabajo del Ministerio de Trabajo y Previsión Social (Mintrab); Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán); Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP); Secretaría Presidencial de la Mujer (Seprem); Ministerio de Gobernación (Mingob) por medio de Gobernación Departamental, la Unidad de Prevención del Delito y Violencia (UPCV) y otros; Instituto de Fomento Municipal (Infom); Delegación Departamental del Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat); Ministerio de Economía (Mineco) por medio de la Dirección de Atención al Consumidor (Diacó); Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV), a través de la zona vial 5, la Dirección General de Aeronáutica Civil y la Dirección General de Transportes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

Otras instituciones en el departamento de Quetzaltenango son: Consejo de Coordinación y Planificación del Sector Público, Agropecuario, Forestal e hidrobiológico (Codep); Coordinación Regional del Instituto Nacional de Administración Pública (INAP); Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap), que también se encuentra en San Marcos; Dirección Regional del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA); Instituto Nacional de Cooperativas (Inacop); y Academia de las Lenguas Mayas (ALMG) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

El Registro Nacional de las Personas (Renap), el Tribunal Supremo Electoral (TSE) y la Policía Nacional Civil (PNC) tienen presencia en todos los municipios.

11.2 Aspectos de seguridad y justicia

11.2.1 Sistema de Justicia

Cada departamento cuenta con una delegación del Ministerio Público (MP). El Organismo Judicial (OJ) opera por medio de una red de juzgados que abordan diferentes temas, se ubican en las cabeceras departamentales y en ocasiones en algunos municipios; además se cuenta con juzgados de paz en cada municipio.

El sistema de justicia se auxilia de las subestaciones de la PNC, el Instituto Nacional de Ciencias Forenses, la delegación de la Procuraduría General de la Nación (PGN) y la Auxiliatura de la Procuraduría de los Derechos Humanos (PDH) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

11.2.2 Detenidos por cometer hechos delictivos

En cuanto a la detención de sospechosos de cometer algún hecho delictivo, en 2020 la PNC detuvo a 4671 personas en Quetzaltenango. Del total de delitos, el 49.6 % corresponde a otras causas, le siguieron en orden de importancia: amenazas (13.6 %) y lesiones leves (13.7 %). En San Marcos se detuvo a 3949 personas y, del total de delitos, el 57.0 % corresponde a otras causas. Le siguieron en orden de importancia: amenazas (16.8 %) y hurto (6.1 %) (Instituto Nacional de Estadísticas, enero de 2021).

En el 2020¹¹, la PNC reportó 1191 víctimas de hechos delictivos en el departamento de Quetzaltenango, el 66 % de los casos correspondió a hombres y el 34 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 11.3 por cada 100 000 habitantes. En el departamento de San Marcos la cantidad de víctimas de hechos delictivos fue de 714 en 2020, 65 % correspondió a hombres y 35 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 5.1 por cada 100 000 habitantes (Figura 30) (Instituto Nacional Estadística, enero de 2021).

¹¹ Datos de la Unidad de Estadísticas Socioculturales y de Seguridad del Instituto Nacional de Estadística (INE), con información de la Policía Nacional Civil (PNC).

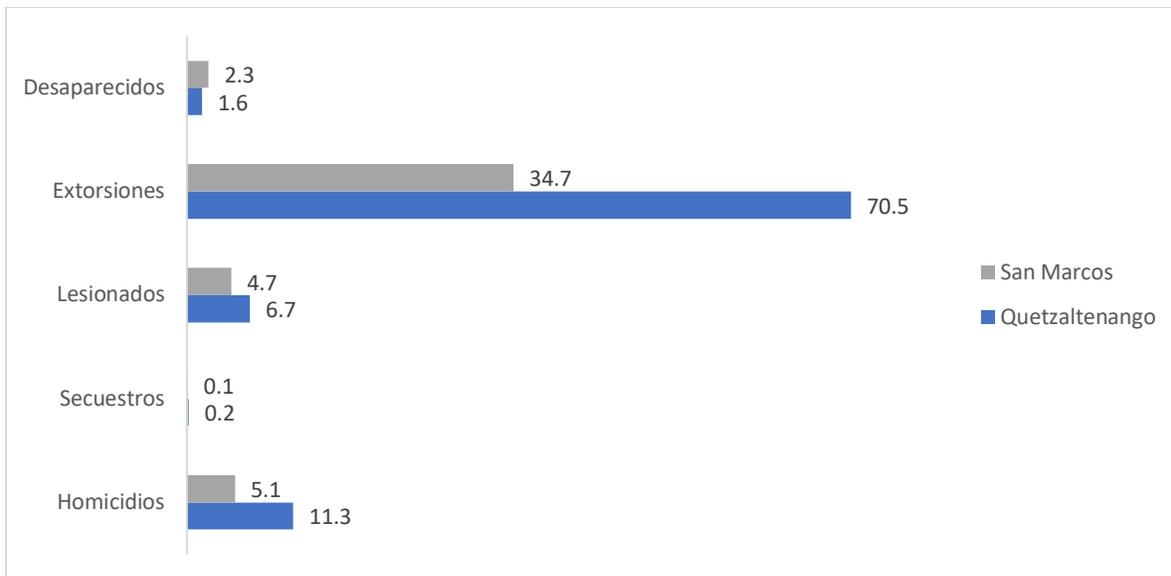


Figura 30. Tasa de víctimas a causa de la comisión de un delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Naranjo, año 2020 (*por cada 100 000 habitantes*)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2021).

12 FORMAS DE ORGANIZACIÓN

12.1 Otras organizaciones

El departamento de Quetzaltenango es sede de organizaciones no gubernamentales (ONG) de diversa expresión y rol que articulan lo público y lo privado, como la Mesa de Competitividad y los Grupos Gestores; así como de organismos internacionales (como los consulados de México y de Italia) que se ubican principalmente en la cabecera departamental, aunque algunas sedes se encuentran en distintos municipios. En el departamento se establecieron desde hace varios años la Cámara de Comercio, la Cámara de Industria y la Cámara de Turismo. Asimismo, el sector privado tiene otras formas de organización como la Asociación de Empresarios de Quetzaltenango y la Asociación de Gerentes de Quetzaltenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En el departamento de San Marcos existen organizaciones que han logrado construir espacios de incidencia, tales como las pastorales y el Movimiento de Trabajadores Campesinos (MTC). A nivel municipal, se encuentran organizaciones como asociaciones, cooperativas, comités y grupos organizados de la mujer y jóvenes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

12.2 Organización política

Según la *Memoria de Elecciones 2019*, el padrón electoral de las últimas elecciones en los departamentos con presencia en la cuenca hidrográfica del río Naranjo fue de 54.5 % mujeres y 45.5 % hombres (Tabla 13) (Tribunal Supremo Electoral, 2020).

Tabla 13. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Naranjo

n.º	Departamento	Mujeres empadronadas (%)	Hombres empadronados (%)
1	Quetzaltenango	55.9	44.1
2	San Marcos	53.4	46.6
Total		54.5	45.5

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

En lo que se refiere a los diputados distritales de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, se eligieron dieciséis representantes de los cuales dos fueron mujeres. De los representantes elegidos, 19 % corresponde al partido político UNE, 19 % al partido Vamos, 13 % al partido PHG y el resto

se distribuyó en los siguientes partidos políticos: Valor, Winaq, VIVA, FCN-Nación, CREO, UCN y BIEN (Tabla 14).

Tabla 14. Diputados distritales de los departamentos de la cuenca del río Naranjo

n.º	Quetzaltenango	San Marcos
1	Duay Antoni Martínez y Aree Alvin Aguilar (Vamos)	Guillermo Alberto Cifuentes (Vamos)
2	Rubén Misael Escobar (UNE)	Mario Ernesto Gálvez, Lesly Valenzuela de Paz y Ángel Iván Girón (UNE)
3	Emilio de Jesús Maldonado (PHG)	Douglas Rivero Mérida (PHG)
4	Adán Pérez y Pérez (Winaq), Nery Rene Mazariegos (VIVA) y Gerardín Ariel Díaz (Valor)	Julio César Longo (FCN-Nación), Luis Alberto Contreras (CREO), Vivian Beatriz Preciado (UCN) y Sabino Sebastián Velásquez (BIEN)

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

Las veintitrés corporaciones municipales están integradas por 247 miembros distribuidos en los puestos de alcalde, síndicos, concejales y suplentes. De los alcaldes, 22 son hombres y una es mujer, y del total de los electos el 13 % corresponde a mujeres y el 87 % a hombres.

Los partidos políticos predominantes en la elección del 2019 fueron UNE y UCN, que ocupan cuatro de las corporaciones municipales con presencia en la cuenca, respectivamente. Le siguen FCN-Nación y CREO con tres corporaciones municipales cada uno, Vamos con dos, y una para cada uno de los siguientes partidos: VIVA, PAPA, CUM, CCAM, CCC y Todos, de los cuales cuatro corresponden a comités cívicos (Tabla 15).

Tabla 15. Distribución de miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcalde	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
Número de personas					
San Martín Sacatepéquez	11	0	11	VIVA	Vamos, Todos
Colomba Costa Cuca	11	1	10	UNE	CIP, Valor
Coatepeque	14	2	12	UNE	VIVA, Valor, HUGO, Crecer, URNG-MAIZ, Todos
Palestina de los Altos	10	1	9	UNE	Todos, CREO, BIEN

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcalde	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
		Número de personas			
Cajolá	10	0	10	FCN-Nación	Todos, UNE
San Juan Ostuncalco	11	1	10	UNE	Fuerza, CCO, Valor, PPT
Concepción Chiquirichapa	10	1	9	PAPA	DC, UNE
San Marcos	11	3	8	CUM	UNE, EG
Esquipulas Palo Gordo	10	2	8	FCN-Nación	VIVA
San José el Rodeo	10	0	10	CREO	FCN-Nación
El Tumbador	11	4	7	CREO	UCN
Nuevo Progreso	11	1	10	CCAM	UNE, Partido Comité Cívico Crecer, FCN-Nación
Catarina	11	1	10	CREO	PHG, FCN-Nación, UNE
La Reforma	10	1	9	UCN	PC, UNE
Ayutla	11	3	8	CCC	Vamos
Ocós	10	2	8	CCLP	UNE, Fuerza
La Blanca	11	3	8	UCN	UNE, Vamos
San Lorenzo	10	1	9	FCN-Nación	Unionista, CREO
San Pedro Sacatepéquez	14	1	13	Vamos	UNE, Semilla, Cocisa, PC
San Antonio Sacatepéquez	10	1	9	UCN	UNE
San Cristóbal Cucho	10	0	10	Vamos	PC, UCN
El Quetzal	10	1	9	UCN	UNE, CREO
Pajapita	10	2	8	Todos	UCN, UNE
Total	247	32	215		

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

12.3 Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural

En el marco de la creación de la Ley del Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural se consideró que los artículos 119 y 224 de la Constitución Política de la República de Guatemala (1985) se refieren a la necesidad de promover sistemáticamente la descentralización económico-administrativa como medio para promover el desarrollo integral del país, por lo que era urgente propiciar una amplia participación de todos los pueblos y sectores de la población guatemalteca en la determinación y priorización de sus necesidades y las soluciones correspondientes.

Por tal razón, se creó el Sistema de Consejos de Desarrollo que tiene por naturaleza ser el espacio de participación de la población maya, xinca, garífuna y no indígena en el que la gestión pública lleve a cabo el proceso de planificación democrática para el desarrollo, el cual tiene como objetivo organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

Los principios generales del Sistema de Consejos de Desarrollo son:

- a. El respeto a las culturas de los pueblos que conviven en Guatemala.
- b. El fomento a la armonía en las relaciones interculturales.
- c. La optimización de la eficacia y eficiencia en todos los niveles de la administración pública.
- d. La constante atención porque se asigne a cada uno de los niveles de la administración pública las funciones que por su complejidad y características pueda realizar mejor que cualquier otro nivel. La promoción de procesos de democracia participativa, en condiciones de equidad e igualdad de oportunidades de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena, sin discriminación alguna.
- e. La conservación y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano, con base en las cosmovisiones de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena.
- f. La equidad de género, entendida como la no discriminación de la mujer y la participación efectiva, tanto del hombre como de la mujer (Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, 2022).

Este sistema está integrado por cinco niveles, los cuales están previstos constitucionalmente. En lo que se refiere a lo municipal, se sustenta en el Código Municipal, y en lo comunitario, según lo contemplado en los Acuerdos de Paz —esto último debido a que en dichos acuerdos se asumieron compromisos para superar las causas que le dieron origen, entre los cuales estaba la reforma a la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural—. En la Figura 31 se describen los niveles del sistema.



Figura 31. Sistema de consejos de desarrollo urbano y rural
 Fuente: Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (2022).

El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur), que es coordinado por el presidente de la República, tiene a su cargo la formulación de las políticas de desarrollo, así como el ordenamiento territorial. Continuando con la jerarquía de este sistema escalonado se creó el Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural (Coredur) presidido por el representante del presidente de la República e integrado por los gobernadores de los departamentos que forman la región, por un representante de las corporaciones municipales de cada uno de los departamentos incluidos en la misma y por representantes de entidades públicas y privadas (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

Los gobernadores ejercen el gobierno de los departamentos. Dicho puesto es nombrado por el presidente de la República y es el encargado de presidir el Consejo Departamental de Desarrollo Urbano y Rural (Codede) que está integrado por los alcaldes de todos los municipios y representantes del sector público y privado organizado. En un siguiente escalón se encuentran los consejos municipales de desarrollo (Comude), que están integrados por el

alcalde municipal, quien lo coordina, así como por representantes de los consejos comunitarios de desarrollo y entidades públicas y civiles locales.

Por último, se encuentran los consejos comunitarios de desarrollo (Cocode) que están integrados por la Asamblea Comunitaria, la cual está formada por los residentes de una misma comunidad y son coordinados por un órgano integrado de acuerdo con lo que determine la comunidad o reglamentación municipal. Esta es la base del sistema de consejos de desarrollo, al cual se le delegan —entre sus muchas funciones— la de formular políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo de la comunidad, con base en la priorización de sus necesidades, y proponerlos al Comude para su incorporación en los planes municipales.

Además, tiene la responsabilidad de ejercer auditoría social a los proyectos u obras que se ejecuten en sus comunidades, administrar y velar por el buen uso de los recursos técnicos, financieros y de otra índole que obtenga el Cocode, por lo que debe informar constantemente a la Asamblea Comunitaria. Los Cocode tienen la representatividad legal de su aldea, debido a que deberán registrarse e inscribirse en el libro respectivo del Registro Civil de la municipalidad de su jurisdicción, con lo cual obtienen personalidad jurídica (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

La toma de decisiones en los consejos de desarrollo se realiza por consenso, pero cuando no se logre, se votará por mayoría simple. Todos los miembros participan *ad honorem* en las sesiones. Se pueden crear las comisiones de trabajo que se consideren necesarias. Sus funciones serán emitir opinión y desarrollar temas y asuntos por encargo del consejo correspondiente, ejemplo de ello son las comisiones de medio ambiente (Codema), que se han constituido en los Codede y son lideradas por los delegados del MARN.

13 GOBERNANZA

13.1 Agua

Según el Water Forum of the Americas (Serrano, 2011), la gobernanza del agua se refiere a la interacción de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que entran en juego para regular el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad. La gobernanza del agua existe donde las organizaciones estatales encargadas de la gestión del recurso establecen una política efectiva, junto con un marco legal apropiado para regular y gestionar el agua, de forma tal que responda a las necesidades ambientales, económicas, sociales y políticas del Estado, con la participación de todos los agentes sociales.

La gobernanza del agua en Guatemala se ve afectada principalmente por aspectos legales y las competencias que estas regulaciones otorgan a diferentes instituciones en el país, lo cual genera superposición de las competencias para la regulación de este recurso y, por tanto, para su gobernanza (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala, 2019).

De acuerdo con Salguero (2009), la legislación actual relativa a la gestión del recurso hídrico en Guatemala se encuentra dispersa en una serie de leyes y normas que no integran un sistema de derecho —entendido como el régimen que norma lo relativo al dominio, uso y aprovechamiento, conservación y administración del agua— (Tabla 16) (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala, 2019).

Tabla 16. Marco legal del agua en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Dominio	Registro General de la Propiedad Corte de Constitucionalidad Tribunales de Justicia	Código Procesal Civil (1992) Código Civil (1933 y 1963)
Uso común	Municipalidades MSPAS	Código Civil (1933 y 1963) Ordenanzas municipales Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento (2013)
Aprovechamientos especiales	Municipalidades MAGA MEM MSPAS	Código Municipal (2002) Reglamento de Riego (1972) Ley de Minería (1997) Código de Salud (1997)
Protección de las personas	Conred	Código Civil (1933 y 1963) Ley de la Conred (1996)

Enfoque	Institución	Legislación
Protección del recurso	MARN	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)
Zonas de producción de agua	INAB Conap	Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (2006)

Fuente: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala (2019).

Guatemala cuenta con legislación y reglamentos que atienden diferentes necesidades de sectores específicos para el uso del agua. Además, existen 36 políticas de Estado relacionadas con este tema, de las cuales no se conocen sus resultados. Tampoco se cuenta con una ley de aguas en particular, aunque sí se han discutido varios proyectos de ley en el Congreso de la República de Guatemala.

13.2 Bosques

Guatemala ha reconocido la importancia de los bosques para la sociedad y para su desarrollo económico, por lo cual ha declarado de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques (Congreso de la República de Guatemala, 1985). Esta declaración ha sido fortalecida con la promulgación de una serie de leyes ordinarias orientadas a este fin.

Tomando como referencia lo mencionado en el apartado de agua, a continuación, se presenta el marco legal relativo al tema forestal (Tabla 17).

Tabla 17. Marco legal forestal en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Conservación de los bosques	INAB Conap MARN	Ley Forestal (Decreto 101-97) Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 y sus reformas) Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, el cual propone la creación del Fondo Nacional de Cambio Climático (Decreto 7-2013)
Beneficios relacionados con la reducción de emisiones de	INAB MEM	Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep) (Decreto 51-2010)

Enfoque	Institución	Legislación
gases de efecto invernadero		Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque) (Decreto 2-2015) Reglamento del Pinfor Reglamento de la Ley Pinpep Reglamento de Ley Probosque Reglamento para la Fiscalización de Empresas Forestales Reglamento para el Aprovechamiento Forestal de Consumo Familiar Reglamento para el Transporte de Productos Forestales y su Procedencia Lícita Reglamento para el Manejo de Plantaciones y Áreas Productoras de Semilla de Pinabete Reglamento del Registro Nacional Forestal Reglamento para técnicos y profesionales que se dedican a la actividad forestal Ley Reguladora del Registro, Autorización y Uso de Motosierras Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (52-2003)

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (s. f.).

13.3 Suelos

La gestión de los suelos se encuentra dispersa en una serie de cuerpos normativos relativos a temas como actividades productivas agrícolas e industriales, actividades para consumo interno o externo, minería, generación de energía y salud. En la Tabla 18 se incluyen algunas normas relacionadas con el ordenamiento territorial y leyes que refieren a las autoridades de manejo de lagos y cuencas, reservas territoriales, y protección y conservación de suelos.

Tabla 18. Marco legal de los suelos en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Actividades productivas	MAGA	Ley del Organismo Ejecutivo (Decreto 114-1997) y sus reformas en lo conducente al MAGA Corresponde al MAGA, la Dirección y Coordinación Superior del Sector Público Agrícola, y por su medio el Gobierno de la República, aplicar la Política de Desarrollo Agrícola del País (Decreto 102-1970) y sus reformas

Enfoque	Institución	Legislación
		Reglamento de Registro Genealógico de Ganado para los Países Centroamericanos suscrito en 1965 (Decreto Ley 4-1961)
Aspectos de salud	MAGA MARN MSPAS INAB Conap MEM Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Sesán)	Ley de Sanidad Vegetal y Animal Código de Salud Ley Forestal Ley de Áreas Protegidas Ley de Minería Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Ordenamiento territorial	Conred Ministerio de Finanzas (Minfin) Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP) Municipalidades Segeplán MAGA MARN MSPAS INAB Conap MEM Sesán	Ley de creación de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado (Conred) Ley de Adjudicación de Bienes Inmuebles Propiedad del Estado, el Gobierno o la Nación, a favor de familias en situación de pobreza y extrema pobreza Ley de Desarrollo Social Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural Código Municipal Ley General de Descentralización Ley Preliminar de Urbanismo Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos Ley de Parcelamientos Urbanos Reglamento Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural Reglamento de la Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos Reglamento de la Ley de la Conred Reglamento de la Ley General de Descentralización Reglamento de la Ley Forestal Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas Reglamento de la Ley de Minería Reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores
Autoridades de manejo de lagos y cuencas	MARN	Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Izabal, el Río Dulce y su Cuenca

Enfoque	Institución	Legislación
		Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
Reservas territoriales	MAGA Ocret	Ley Reguladora de las Áreas de Reservas Territoriales del Estado de Guatemala (Decreto 126-1997)
Proteger y conservar		<p>Ley de Protección para el Cultivo del Plátano y el Banano en la República de Guatemala (Decreto 7-2020)</p> <p>Ley de Registro de Productos Agroquímicos (Decreto 5-2010)</p> <p>Donde se Acepta y Aprueba el Protocolo de Montreal Relativo a las Substancias Agotadoras de la Capa de Ozono, Suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (Decreto 34-1989) y sus reformas (Decreto 17-2001)</p> <p>Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Decreto 36-1998)</p> <p>Referido al Uso de Grasas para Uso Industrial que Deroga (Decreto 93-1995)</p> <p>Se Exonera del Pago de Derechos de Importación y Sobrecargos la Importación de Insecticidas, Fungicidas, Herbicidas y Fertilizantes Destinados a la Producción Agrícola y Ganadera (Decreto 24-1981)</p> <p>Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-1986)</p> <p>Se Aprueba el Convenio Entre el Gobierno de Guatemala y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos para Proteger las Cosechas de los Daños Causados por la Plaga de la Mosca del Mediterráneo, suscrito en la Ciudad de la Antigua Guatemala, el 15 de noviembre de 1975 (Decreto 21-1976)</p> <p>Aprobación de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria firmada por el representante de Gobierno en Roma, el 23 de abril de 1952, para prevenir la introducción de difusión de plagas y enfermedades de plantas y productos vegetales (Decreto 5-1955)</p>

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2005).

14 HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES

A pesar de estar dentro de la misma región y cuenca, cada territorio tiene aspectos históricos y culturales distintivos, los cuales se describen a continuación:

14.1 Historia

14.1.1 Quetzaltenango

En el año 1300, príncipes de la Confederación Quiché conquistaron a los mames asentados en esta región. Los quichés le dieron el nombre de *shelajúj noj*, en honor al volcán que se llamaba "lajuj noj" que significa "diez ideas"; y a los lugares que estaban al pie del volcán le llamaron *she lajuj noj*. Xelajú estaba gobernado por diez principales, cada uno con autoridad sobre 8000 viviendas con más de 300 000 habitantes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Los nahoas mexicanos que acompañaban a Pedro de Alvarado identificaron a la zona con el ideograma que se lee como "en la muralla del quetzal". Los dos nombres de Quetzaltenango son indígenas, y este último fue dado por los mexicanos que se relacionaban con los quichés de la región. Alvarado dominó militarmente a Xelajú y Olinstepeque, y dejó en la administración de los nuevos territorios al teniente Juan de León y Cardona, quien fundó la primera población de ladinos en el punto denominado "sak kaha" (que quiere decir "agua clara") el 7 de mayo de 1524, y que hasta 1806 fue conocida como San Luis Perdido (hoy Salcajá). Alvarado fundó la ciudad de Quetzaltenango de la Real Corona el 15 de mayo de 1524 (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

14.1.2 San Marcos

En 1753, durante el régimen colonial, este departamento estaba poblado por ladinos y españoles, y era conocido como "el barrio de San Marcos Sacatepéquez". En 1825, por Decreto Constituyente, le fue otorgado el título de Villa, y en su poblado principal fue levantado un templo dedicado a San Marcos Evangelista, por lo que le dieron ese nombre (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Después de la independencia de 1821, formó parte del sexto Estado de Federación Centroamericana, también conocido como Estado de los Altos, el cual vivió períodos alternativos de unión y separación con la Real Audiencia

de Guatemala, hasta su adhesión definitiva a la nación guatemalteca (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En 1849 el territorio marquense quedó como distrito independiente y en 1866 se definió el estatus jurídico de San Marcos por medio de un decreto legislativo que estableció al departamento en forma definitiva. Algunos de sus poblados se asentaron sobre comunidades prehispánicas, mientras que otros se formaron durante el régimen colonial. Hasta el período comprendido de 1870 a 1920, los asentamientos no fueron estables en la bocacosta y la costa del océano Pacífico, debido al auge del café. Por el desarrollo alcanzado, en 1957 las cabeceras departamentales obtuvieron la categoría de ciudad por medio de un acuerdo gubernativo (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

14.2 Aspectos culturales

14.2.1 Visión indígena del agua

El total de la población maya que habita en la cuenca hidrográfica del río Naranjo es de 16.65 %. De las veintidós comunidades lingüísticas existentes en el país, se registra mayor presencia de población mam (96 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Los aspectos culturales relacionados con el agua y las prácticas de su utilización, la tradición, el idioma y la forma de organización, son elementos por considerar durante el planteamiento del manejo de una cuenca (Lentini, 2010).

Debido a la concepción religioso-cultural que poseen los pueblos originarios sobre el agua, el desarrollo de los servicios para estos grupos se ha de basar en enfoques y metodologías especializadas adecuadas a las circunstancias. Según Mutz (2009), la concepción de agua para los indígenas mayas surge del hecho de que constituye un elemento sagrado dentro de la espiritualidad y consideran que el origen del agua es divino¹². En la vida cotidiana no existe una separación entre la religión y el orden social, sino que la base de su comportamiento consiste en respetar el orden establecido desde el origen y, por lo tanto, el cuidado de la naturaleza constituye un compromiso sagrado. Así, rinden culto al ciclo del agua, a la relación entre los bosques y las fuentes superficiales y subterráneas de agua. Además, la cultura indígena tiene como principio el equilibrio con la naturaleza, y el establecimiento de un balance

¹² Las aguas son consideradas como símbolo de unión entre el mundo de los vivos y los antepasados.

entre el aprovechamiento de los recursos y la protección del ambiente (Lentini, 2010).

El agua es uno de los cuatro elementos principales (fuego, tierra, agua y aire) de la naturaleza, por lo tanto, es sagrada y vital al mismo tiempo. Es un elemento que tiene vida y carácter propio, que se define mediante su espíritu o energía y tiene su guardián (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala, 2019).

Según su origen y ubicación, el agua posee diferentes energías como el agua de mar, de los lagos y lagunas, la subterránea, de los ríos, de lluvia, entre otras. Al mismo tiempo, tiene usos culturales diferentes, como su aplicación para renovar las energías de las personas, para la depresión, el susto, la regulación del sistema digestivo con la llegada de las lluvias en el mes de mayo, entre otros (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala, 2019).

15 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Se estima que la población de la cuenca hidrográfica del río Naranjo es de 399 652 personas, distribuidas en 926 lugares poblados de los siguientes departamentos (según el porcentaje de su área de la cuenca): Quetzaltenango (28 %) y San Marcos (72 %). La población es altamente joven debido a que alrededor del 69 % se encuentra entre los 0 a 34 años, y existe una ligera mayoría de mujeres (52 %) que de hombres (48 %). La población se distribuye principalmente en el área rural (60 %) en comparación con el área urbana (40 %). La mayor parte de la población corresponde al pueblo ladino (83 %) y un 17 % al maya. Las comunidades lingüísticas predominantes son: k'iche' (2 %) y mam (96 %).

Alrededor del 38 % de la población vive en pobreza y 21 % en pobreza extrema, con niveles de riesgo socioeconómico entre bajo y medio, principalmente. La tasa global de fecundidad se estima entre 2.1 a 2.7 en ambos departamentos. Algunas de las principales causas de muerte durante el año 2020 fueron: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, COVID-19, así como infarto agudo, entre otras. Las principales causas de morbilidad general son: infecciones respiratorias agudas (resfriado común), gastritis e infecciones de las vías urinarias. Otras causas de morbilidad son: amigdalitis aguda, diarrea, gastroenteritis de presunto origen infeccioso, parasitosis intestinal y trastornos de la piel y tejidos subcutáneos.

Aproximadamente el 51 % de la población ha recibido educación a nivel preprimario y primario, y alrededor de un 5 % cuenta con educación superior (licenciatura, maestría y doctorado). Entre las principales causas de inasistencia se pueden mencionar: falta de dinero; no hay escuela, instituto o universidad; no le gusta/no quiere ir y necesidad de trabajar. La tasa de alfabetismo es de más del 84 %.

La mayoría de los hogares de la cuenca hidrográfica están ubicados principalmente en la parte alta y media. Los tipos de servicio sanitario predominantes son: inodoro conectado a red de drenajes (42 %) y letrina o pozo ciego (40 %). El 95 % de los hogares dentro de la cuenca cuenta con cobertura eléctrica. Las principales fuentes de energía para cocinar son gas propano (32 %) y leña (67 %). Entre las principales formas de eliminación de la basura se pueden mencionar: servicio municipal (20 %), servicio privado (9 %), abonera o reciclaje (11 %) y quema (51 %). Las principales fuentes de agua para consumo en el hogar son: tubería en la vivienda (59 %), tubería fuera de la vivienda (10 %) y pozo perforado (23 %).

Algunas de las principales actividades económicas son: agricultura de café, banano y cítricos; agricultura a gran escala con azúcar, hule, palma, piña, horticultura y otros, y en general la agricultura para exportación y consumo local; fabricación de calzado y derivados de pieles; procesamiento de harina; producción de textiles; construcción (que es una de las ramas más dinámicas; actividades comerciales formales e informales. El 97 % de las empresas registradas está catalogada como micro. Se estima que la población económicamente activa es de alrededor del 47 % y más del 53 % califica como económicamente inactiva.

En lo que se refiere a formas de organización, en los departamentos existen algunas mancomunidades, mesas técnicas, organizaciones no gubernamentales (ONG) con fines educativos, etc. Las organizaciones políticas son diversas y las corporaciones municipales se distribuyen entre partidos políticos y comités cívicos. Los partidos políticos con mayor presencia en las corporaciones municipales son la Unidad Nacional de la Esperanza (UNE) y la Unión del Cambio Nacional (UCN). Los puestos públicos están ocupados mayoritariamente por hombres (87 % aproximadamente).

Dentro de las instituciones que atienden aspectos relacionados con la cuenca hidrográfica destacan: gobernaciones departamentales, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap). Estas entidades tienen delegaciones departamentales y/o regionales ubicadas principalmente en las cabeceras departamentales, y de esos lugares se movilizan a los municipios.

Finalmente, en lo que se refiere a la historia y aspectos culturales, se determinó que los pueblos mayas que habitan en la cuenca tienen una visión del agua que la considera de origen divino; además de que no existe una separación entre la vida cotidiana, la religión y el orden social, por lo que el cuidado de la naturaleza es un compromiso sagrado.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala. (Junio del 2019). *Gobernanza del agua desde la visión indígena*. Universidad del Valle de Guatemala
- Congreso de la República de Guatemala. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). Decreto 11-2002. Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.
- Congreso de la República de Guatemala. (23 de octubre de 2014). Decreto número 1-2014.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa Mundial de Alimentos, Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2018). *Índice para la gestión de riesgo*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2010). Mapa red vial. En *Red vial de Guatemala. Inventario vial de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2002). *Lugares poblados y vivienda. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013a). *Caracterización departamental Quetzaltenango*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013b). *Caracterización departamental San Marcos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020a). *Estadísticas hospitalarias año 2020: servicios externos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020b). *Estadísticas hospitalarias año 2020: servicios internos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020c). *Número de defunciones por departamento de residencia del difunto(a)*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020d). *Número de nacimientos por departamento de residencia de la madre*.

- Instituto Nacional de Estadística. (2020e). *Parque vehicular*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020f). *Tasa global de fecundidad por departamento*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Emigración internacional de personas guatemaltecas por país de destino*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Enero del 2021). *Índice hechos delictivos de la Policía Nacional Civil*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Enero del 2022). *Variación interanual por región*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Febrero del 2022). *Canasta Básica Alimentaria (CBA) y Ampliada (CA)*.
- Lentini, E. (Julio del 2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, M. (s. f.). MARN. [http://siredd.marn.gob.gt/marco-normativo#:~:text=Guatemala%20ha%20reconocido%20la%20importancia,bosques%20\(Constituci%C3%B3n%2C%201985\)](http://siredd.marn.gob.gt/marco-normativo#:~:text=Guatemala%20ha%20reconocido%20la%20importancia,bosques%20(Constituci%C3%B3n%2C%201985).).
- Ministerio de Economía. (2015). *Sistema Nacional de Información MIPYME Guatemala año base 2015*.
- Ministerio de Educación, Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional e Instituto Nacional de Estadística. (noviembre de 2015). *Cuarto censo nacional de talla*.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). *Memoria de estadísticas vitales y vigilancia epidemiológica*.
- Organización Internacional para las Migraciones. (2017). *Encuesta sobre migración internacional de personas guatemaltecas y remesas 2016*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2002). Acuerdo Gubernativo Número 461-2002. Reglamento de la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.
- Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia. (10 de junio del 2022). *Sistema de Consejos de Desarrollo*. <https://scep.gob.gt/consejos-de-desarrollo/>

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2005). *Análisis del marco normativo y legal relativo a la gestión de riesgo*.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011a). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento Quetzaltenango*.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011b). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento San Marcos*.

Serrano, J. D. (Diciembre del 2011). *Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos*. Water Forum of the Americas.

Tribunal Supremo Electoral. (2020). *Memoria de Elecciones 2019*.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Naranjo

Capítulo III. Mapeo de actores



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena
Volcánica Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Capítulo III

Mapeo de actores

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Capítulo III: Mapeo de actores*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
1. METODOLOGÍA.....	2
2. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES	3
2.1 Clasificación de actores por área temática	3
2.2 Categorías de análisis	3
3. PRIORIZACIÓN DE ACTORES	5
3.1 Posición	5
3.2 Interés	6
3.3 Influencia.....	7
4. AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES.....	9
REFERENCIAS.....	17

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo del sector público, privado, sociedad civil, organismos internacionales y academia.	11
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Metodología para mapeo de actores.....	2
Figura 2. Posición de los actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo.....	6
Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo.....	7
Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo ...	8
Figura 5. Mapa de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	10

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Comude	consejo municipal de desarrollo
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inguat	Instituto Guatemalteco de Turismo
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPC	índice de precios del consumidor
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
Mineduc	Ministerio de Educación
Mipyme	micro, pequeña y mediana empresa
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo se elaboró en cuatro fases, publicados en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

- Capítulo I** Caracterización biofísica
- Capítulo II** Caracterización socioeconómica
- Capítulo III** Mapeo de actores de la cuenca
- Capítulo IV** Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

El presente documento corresponde al capítulo III, que se refiere al mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo.

1. METODOLOGÍA

Para la representación gráfica o mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se definió como objetivo identificar aquellos actores relacionados con el manejo y la gestión de los recursos naturales. Se inició con la recopilación de información secundaria, principalmente de documentos generados en el territorio con información pertinente. Esta fase se completó con información primaria recopilada a través de talleres participativos, donde también se priorizó a los actores, utilizando el método del cuestionario (Chevalier, 2006; De Vaus, 2002). Seguidamente, se procesó y sistematizó la información para definir la priorización de los actores identificados, lo cual se efectuó con base en tres dimensiones o categorías: posición, interés e influencia, además de su clasificación por área temática a través de la adaptación de diferentes métodos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2014; Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021).

Posteriormente se agruparon los actores previamente priorizados para su respectiva representación gráfica o mapeo. El análisis se complementó con la inclusión de actores no mencionados durante los talleres realizados, pero que por mandato están relacionados directa o indirectamente con el manejo y/o gestión de los recursos naturales. Finalmente, con base en el mapeo de actores y su priorización, se realizó una descripción sobre su rol o mandato institucional, funciones clave y su relación con otros actores y/o con el manejo y gestión de los recursos naturales en el ámbito de la cuenca hidrográfica (Figura 1).

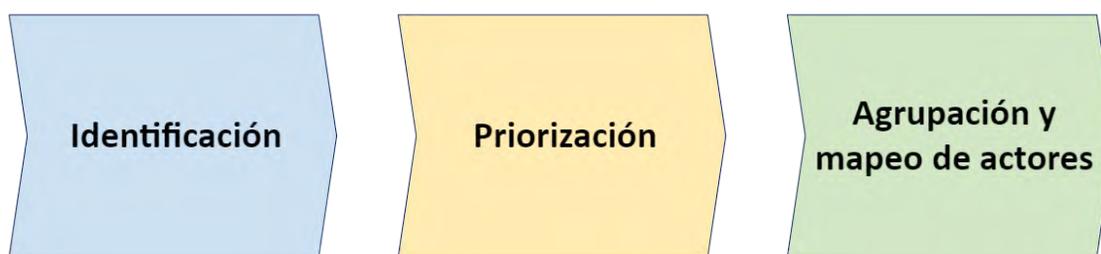


Figura 1. Metodología para realizar el mapeo de actores

Fuente: adaptado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2014).

2. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

2.1 Clasificación de actores por área temática

Se definió como actor a los grupos o instituciones públicas y/o privadas, locales, nacionales y/o internacionales, que participan o que puedan verse afectados, positiva o negativamente y directa o indirectamente con respecto al manejo y gestión de los recursos naturales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019).

Debido a la diversidad de actores que se encuentran en una cuenca hidrográfica, se clasificaron en las categorías que se describen a continuación:

1. Sector público: entidades públicas de los poderes del Estado desde el nivel local hasta el nacional. Estas fueron subclasificadas (por ejemplo, gobierno local y ejecutivo).
2. Sector privado: empresas privadas que, por su giro de negocio, se ven íntimamente relacionadas con los recursos naturales. Algunas de las subcategorías determinadas con más frecuencia fueron: industria y pequeñas y medianas empresas (pymes).
3. Sociedad civil: organizaciones, instituciones o personas individuales que no se encuentran integradas dentro del sistema político, pero que participan activamente en la defensa de los intereses de los ciudadanos, y que tienen personería jurídica o no. Se incluyen organizaciones sociales, organizaciones no gubernamentales (ONG), instituciones académicas y comunidades.
4. Organismos internacionales: instituciones y cooperantes internacionales, ya sea bilaterales o multilaterales, que se involucran en aspectos sociales y ambientales en los territorios del país según sus objetivos de acción.
5. Medios de comunicación: organizaciones, empresas privadas, instituciones y/o personas individuales que generan información que incide directa o indirectamente en los actores.

2.2 Categorías de análisis

Siguiendo la metodología definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2019), la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2021) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2014), se elaboró la siguiente clasificación que responde a los diferentes factores tanto endógenos como exógenos de cada actor, y

que se definen como aquellos criterios que permiten la aproximación a la descripción del quehacer y del perfil de cada uno de ellos.

- Posición: pensar y accionar estratégico del actor. Según este criterio, los actores pueden ubicarse en: apoyo activo, apoyo pasivo, indecisos, oposición pasiva, oposición activa y desconocida.
- Intereses: objetivos de existencia o creación de cada actor que le impulsa o motiva a interrelacionarse con la temática de esta investigación. El nivel de interés se mide de la siguiente forma: el más interesado, mucho interés, interés moderado, algún interés y poco o ninguno.
- Influencia: nivel de implicación del accionar del actor. Los niveles de influencia se clasifican en: el más influyente, mucha influencia, moderada, algo de influencia, poca o ninguna y desconocida.
- Área temática: campo de acción del actor. Algunas de las opciones son: social, político, económico y ambiental.

3. PRIORIZACIÓN DE ACTORES

La priorización de actores se realizó de forma participativa. Se calificó a cada uno según su posición, interés e influencia. Así, se presenta gráficamente la frecuencia absoluta o número de veces que un actor fue calificado dentro de las diferentes categorías de las tres dimensiones indicadas (posición, interés e influencia) y en total.

Las categorías de calificación son las siguientes: (a) posición: desconocida, oposición activa, oposición pasiva, indecisos, apoyo pasivo, apoyo activo; (b) interés: poco o ninguno, alguno, moderado, mucho y el más interesado; (c) influencia: desconocida, poca o ninguna, algo de influencia, moderada, mucha y el más influyente.

3.1 Posición

Con base en la información recopilada durante los talleres participativos, los actores más mencionados y que tuvieron mayor número de calificación dentro de las categorías de apoyo activo y pasivo, fueron: municipalidades, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), empresas y cooperación internacional (Figura 2).

Veintitrés corporaciones municipales tienen superficie en la cuenca del río Naranjo, que son las que más apoyan el manejo y gestión de los recursos naturales. Algunas tienen más interés que otras debido al área de la cuenca que se encuentra en su territorio. Dentro de las que más área tienen se pueden mencionar: Nuevo Progreso (10.70 %), El Tumbador (10.66 %) y Pajapita (10.56 %).

El MARN fue el actor considerado como el que más apoya el manejo y gestión de los recursos naturales debido a su mandato legal y liderazgo para atender las problemáticas que se presentan en la cuenca hidrográfica. Se indicó que, en parte, su apoyo es pasivo porque su accionar no es tan evidente.

Los actores que son percibidos por tener una oposición activa y pasiva son: pueblos indígenas y Ministerio de Educación (Mineduc). Otros actores que son considerados en menor medida dentro de estas categorías son: municipalidades, MARN, cooperación internacional, Instituto Nacional de Bosques (INAB) y Gobierno Central. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), la Dirección de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil (Diprona) y el Consejo Departamental de Desarrollo (Codede) se ubican en una posición desconocida. Las empresas y

asociaciones fueron ubicadas como indecisos por parte de los participantes del taller.

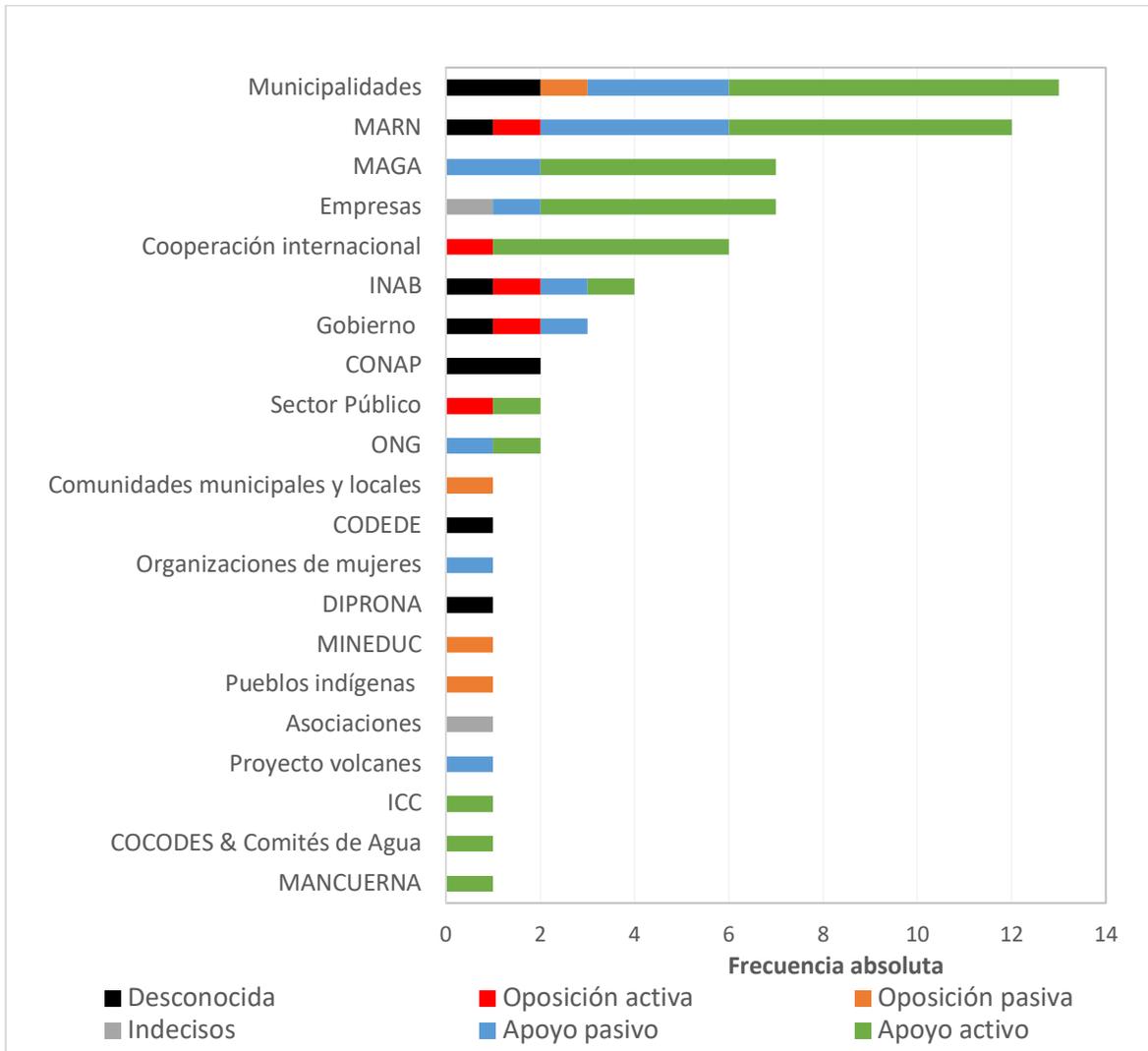


Figura 2. Posición de los actores identificados de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia (2022).

3.2 Interés

Los actores identificados dentro de la categoría de “el más interesado” fueron: municipalidades, MARN y empresas. Esto se atribuye a que su actuar en cuanto a la gestión de los recursos naturales está impulsado por sus objetivos institucionales.

Además de los anteriores, los siguientes actores fueron ubicados dentro de la categoría de mucho interés: MAGA, cooperación internacional, Gobierno Central, sector público y organizaciones no gubernamentales (ONG). En la categoría de interés moderado o de algún interés se ubicó a Diprona, a los pueblos indígenas, Mineduc, Codede y organizaciones de mujeres. Con poco o ningún interés se categorizó a las municipalidades, el MARN y Conap (Figura 3).

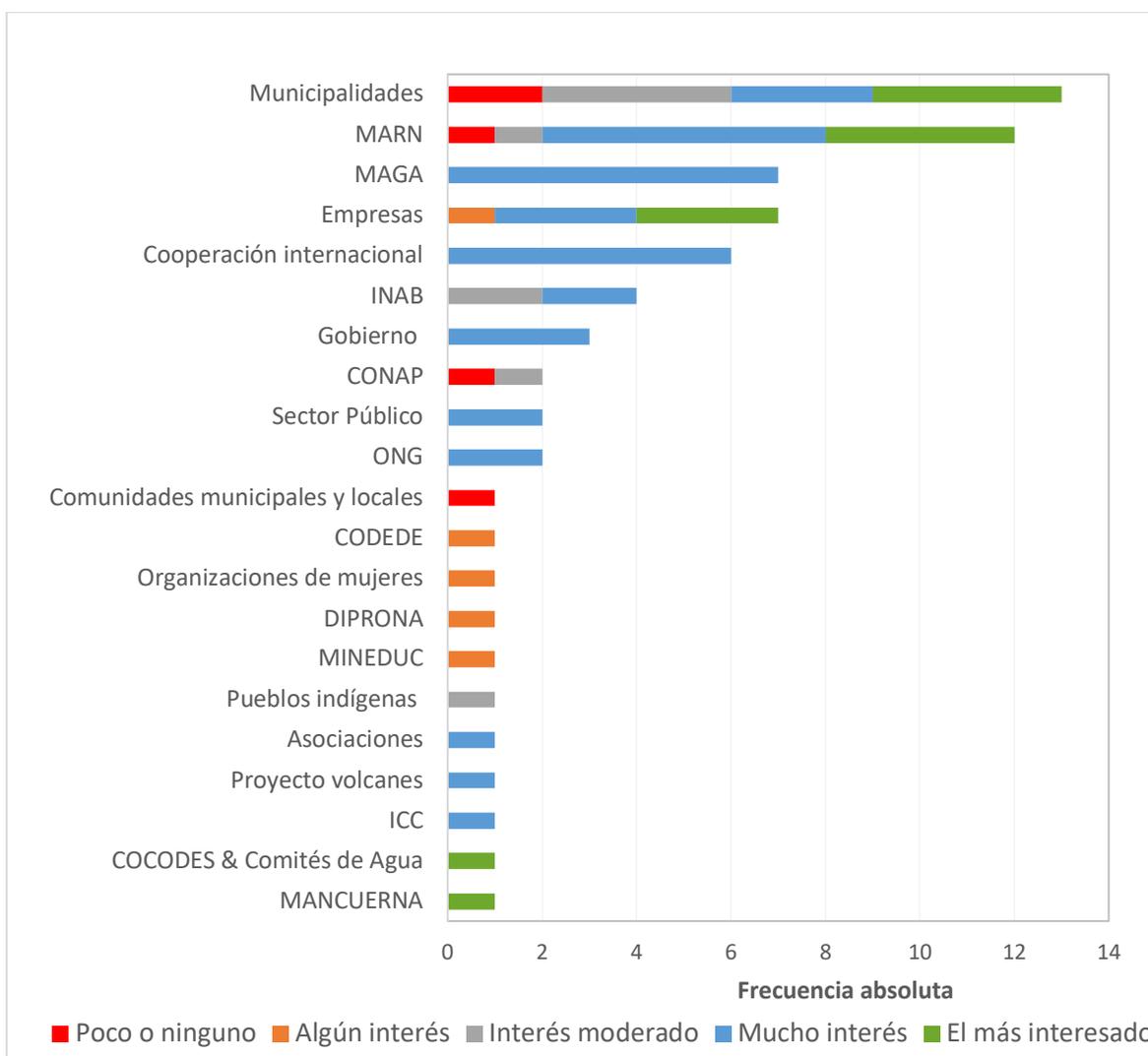


Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
Fuente: elaboración propia (2022).

3.3 Influencia

Se identificaron como los actores más influyentes o con mucha influencia al MARN, municipalidades, empresas, MAGA y cooperación internacional. Con moderada influencia, además de los antes mencionados, se

mencionaron los siguientes: INAB, Gobierno Central, Conap y ONG. Las asociaciones tienen algo de influencia; y con poca o ninguna influencia se encuentran las municipalidades, el sector público, Diprona y las organizaciones de mujeres (Figura 4).

Estas apreciaciones se basan en el poder político, económico o social que puede tener cada actor en los ámbitos locales y nacionales, así como en la incidencia que pueden tener sus decisiones en la cuenca hidrográfica. Además, se debe considerar que algunos actores pueden tener recursos limitados, pero según el marco legal sus competencias les permiten coordinar a todos los actores.

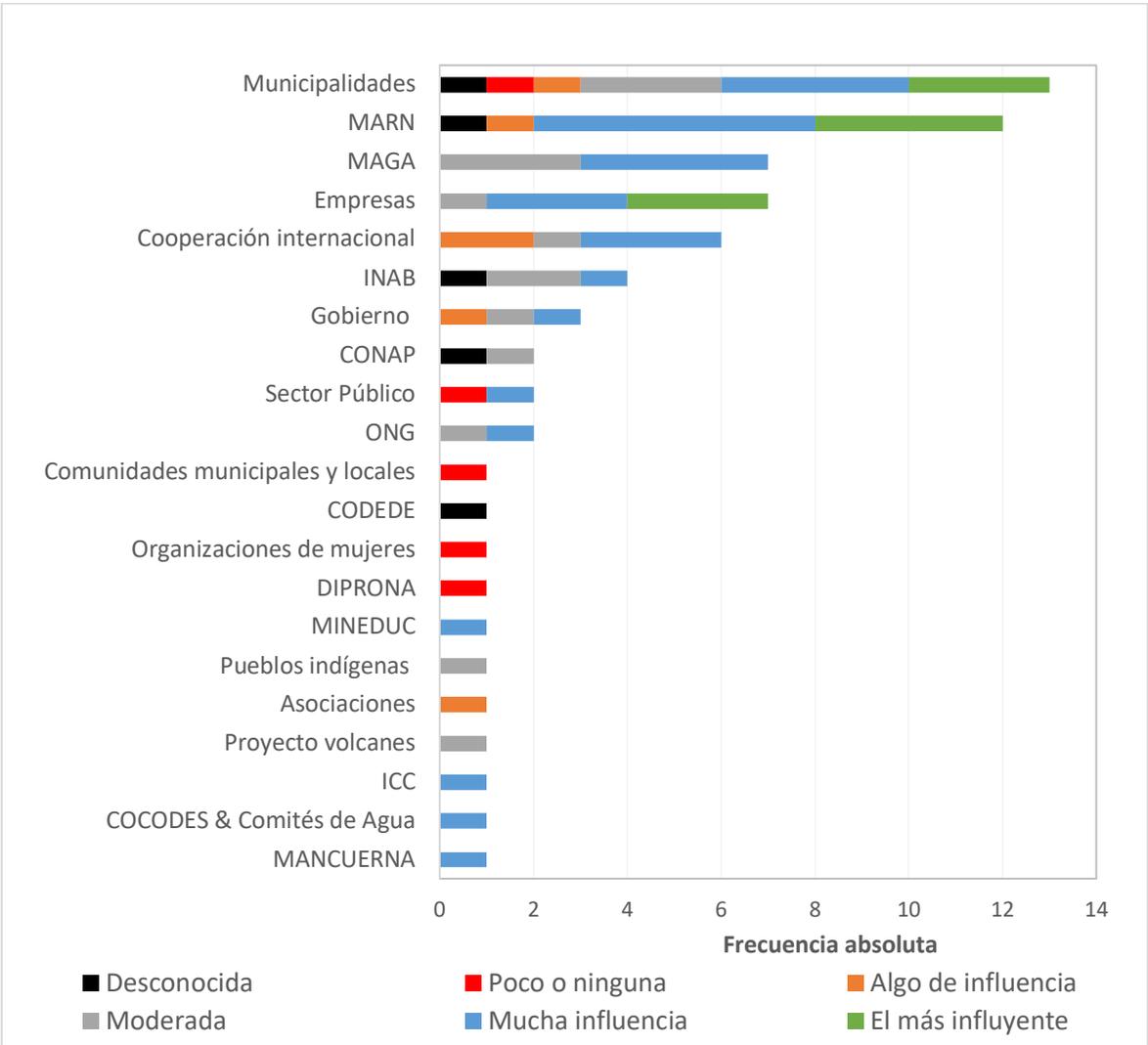


Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Fuente: elaboración propia (2022).

4. AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES

Los **actores clave** se ubican en la parte superior de la pirámide porque son calificados, principalmente, por tener una posición de apoyo por lo general activo, ser los más interesados y tener muy alta influencia para implementar acciones en la cuenca (Figura 5). Entre ellos se encuentran el MARN, las municipalidades, las empresas, el MAGA, la cooperación internacional y el INAB. De las 23 corporaciones municipales que existen en la cuenca hidrográfica del río Naranjo algunas tienen más interés que otras debido al área de la cuenca que se encuentra en su territorio.

Seguidamente se encuentran los **actores primarios**, que son calificados así por su posición de apoyo activo o pasivo, y por tener mucho interés e influencia para implementar acciones en la cuenca. En esta categoría se encuentra el Gobierno Central, las ONG, el sector público, el Conap, Mancuerna, los Cocodes y los comités de agua.

Luego se encuentran los **actores secundarios**, que son calificados por tener una posición de apoyo u oposición activo o pasivo, con interés e influencia moderada para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos están el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), las asociaciones, los pueblos indígenas, el Mineduc y proyectos como "Proyecto volcanes" y "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la cadena Volcánica Central de Guatemala"¹.

En la base de la pirámide se encuentran los **actores periféricos**, que son calificados de esa manera por tener una posición neutral o desconocida. Sin embargo, pueden llegar a tener influencia directa/indirecta en las otras categorías de actores, por lo que las percepciones de los participantes cambiaron durante los talleres realizados en sus territorios. Entre ellos se encuentra Diprona, las organizaciones de mujeres, los Codede y las comunidades.

¹ Del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo Mundial para el Ambiente (por sus siglas en inglés GEF), ICC y el MARN.

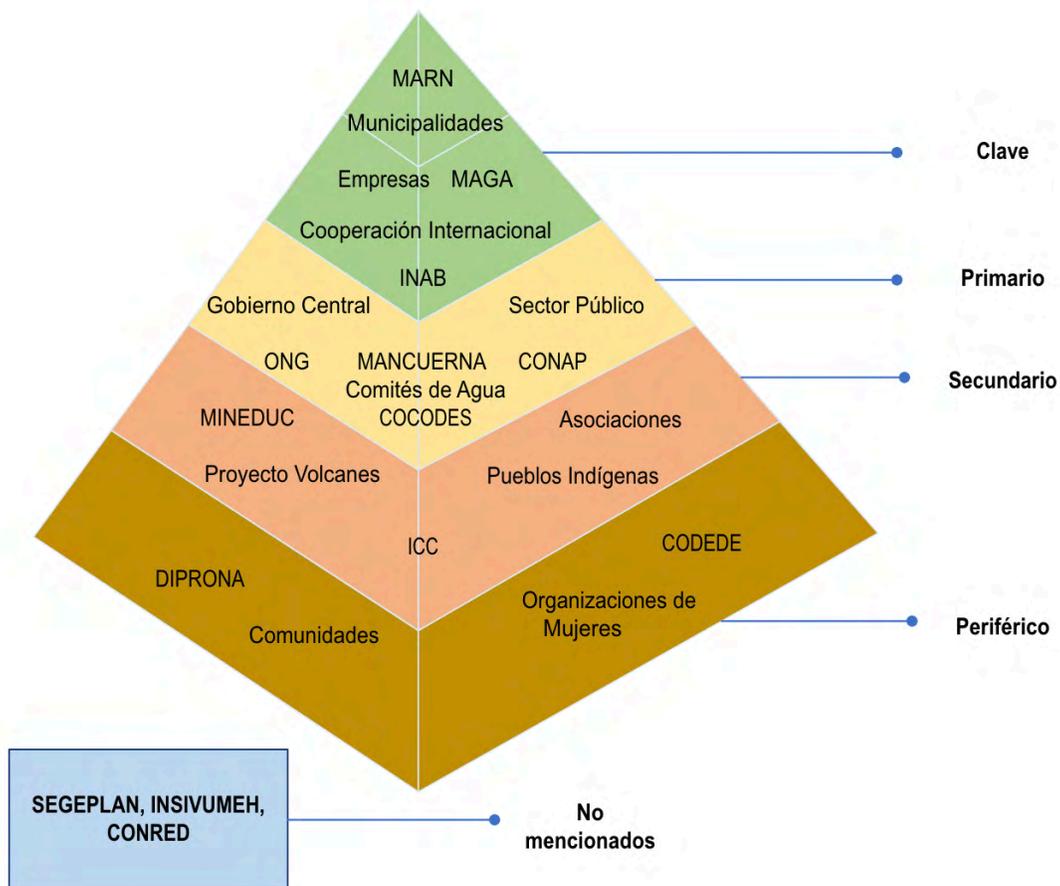


Figura 5. Mapa de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
 Fuente: elaboración propia (2022).

El resultado del mapeo evidenció que algunos actores importantes no fueron mencionados en los talleres, por lo que se incluyó la categoría de “no mencionados”, que corresponde a aquellos que toman decisiones o acciones que inciden en la cuenca, pero que no son fácilmente perceptibles o que se desconoce su rol o mandato institucional. A continuación, se describen todos los actores identificados durante el mapeo, además de algunos de los no mencionados (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo del sector público, privado, sociedad civil, organismos internacionales y academia

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
Sector público nacional			
1	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Ambiental	Cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2022; Congreso de la República de Guatemala, 1997).
2	Gobierno Central	Político	Velar por la gobernabilidad del territorio, ser el administrador del presupuesto de la Nación, tener iniciativa de ley, crear acuerdos gubernativos y coordinar la política de desarrollo del país.
3	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap)	Ambiental	Conservar las áreas protegidas y la diversidad biológica, planificando, coordinando e implementando las políticas y modelos de conservación necesarios. Su misión es propiciar e impulsar la conservación de áreas protegidas y la diversidad biológica, planificando, coordinando e implementando las políticas y modelos de conservación necesarios (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2022).
4	Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Ambiental	Promover el desarrollo forestal del país y contribuir al desarrollo rural integral, a través del fomento al manejo sostenible y restauración de los bosques y tierras forestales, el fortalecimiento de la gobernanza forestal y la vinculación bosques-industria-mercado (Instituto Nacional de Bosques, 2022).

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
5	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)	Ambiental	Formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa y a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes del país y a la preservación higiénica del medio ambiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022).
6	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	Social	Atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica, esta última en lo que le atañe, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional (Congreso de la República de Guatemala, 1997).
7	Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP)	Político	Colaborar con el presidente de la República en la coordinación del Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y el Sistema de Consejos Regionales y Departamentales, así como en la formulación de políticas de desarrollo urbano y rural (Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, 2022).
8	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán)	Político	Realizar la planificación territorial y planes de desarrollo municipal (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2022).
9	Consejos de desarrollo urbano y rural	Político	Conadur, Coredur, Codede, Comude y Cocode conforman un sistema de participación y coordinación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo. Se encarga de formular

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			políticas de desarrollo urbano y rural y ordenamiento territorial, promueve la descentralización, promueve y facilita la organización y participación efectiva de la población, y formula y da seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo a nivel nacional.
10	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh)	Ambiental	Generar información hidrometeorológica, vulcanología y sismología (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).
11	Ministerio de Educación (Mineduc)	Político	Ente rector de la educación pública en el país. Además, cuenta con redes de organización social como las juntas de padres de familia en cada escuela del país (Ministerio de Educación, 2022).
12	Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado (Ocret)	Político	Instancia encargada de las reservas territoriales del Estado (Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado, 2022).
13	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred)	Político	Coordinar la gestión de riesgo a los desastres con las instituciones públicas, privadas, organismos nacionales e internacionales y sociedad civil en los distintos niveles territoriales y sectoriales (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2022).
14	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Político	Encargado de los sistemas de información geográfica, elaborar los mapas de bosques y uso de la tierra, información cartográfica, mapas temáticos y cuencas hidrográficas (Instituto Geográfico Nacional, 2022).
15	Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM)	Político	Defender la autonomía local y los intereses de los municipios de la República de Guatemala, impulsar la descentralización del Estado y apoyar a las municipalidades en sus tareas de servicio a la comunidad e

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			impulso de sus territorios (Asociación Nacional de Municipalidades, 2022).
16	Congreso de la República de Guatemala (legislativo)	Político	La potestad legislativa corresponde al Congreso de la República, compuesto por diputados electos directamente por el pueblo mediante sufragio universal y secreto, por el sistema de distritos electorales y lista nacional, para un período de cuatro años, pudiendo ser reelectos (Congreso de la República de Guatemala, 1985).
17	Ministerio de Gobernación (Mingob)	Político	Representa al presidente de la República en el seno de la administración pública y coordina a los gobernadores departamentales. Entre sus dependencias se encuentra la Dirección de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil (Diprona), la cual vela por la conservación de los recursos naturales, y la atención de denuncias y delitos contra el ambiente (Ministerio de Gobernación, 2022).
18	Sector público	Político	Corresponde a todas las entidades públicas de los poderes del Estado, desde el nivel local hasta el nacional, que luego fueron subclasificadas en, por ejemplo, gobierno local y ejecutivo.
19	Mancomunidad del Río Naranjo (Mancuerna)	Ambiental	Promover la gestión integrada del recurso hídrico, a través del fortalecimiento institucional municipal, la gestión ambiental y el fomento económico local, con la participación activa y coordinación de los gobiernos locales, sociedad civil organizada, instituciones públicas y sector privado; basándose en principios de equidad social, eficiencia económica y sostenibilidad ambiental para beneficiar a la población que habita

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			en la Cuenca del Río Naranjo (Mancomunidad del Río Naranjo, 2022).
Sector público local			
20	Gobernación Departamental	Político	El gobernador es el representante del presidente en el departamento y vela por la gobernabilidad.
21	Municipalidades	Político	Propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico (Congreso de la República de Guatemala, 1985).
Sector privado			
22	Empresas	Económico	Se dedican a actividades inmobiliarias, comercio al por mayor y al por menor, transporte, administración pública y defensa, industrias manufactureras y otras ramas económicas.
23	Asociación de Azucareros de Guatemala (Asazgua)	Económico	Dar seguimiento a compromisos de reforestación y monitoreo ambiental de empresas azucareras, gestión ambiental y manejo del agua.
24	Asociación Nacional del Café (Anacafé)	Económico	Producir café, conservar los bosques y la biodiversidad, realizar restauración forestal y brindar asistencia técnica.
Sociedad civil			
25	Organizaciones no Gubernamentales (ONG)	Ambiental	Instituciones sin ánimo de lucro que no dependen del Gobierno y realizan actividades de interés social.
26	Comunidades	Social	Son lideradas por un órgano de coordinación que vela por los intereses de los miembros de la comunidad.
27	Pueblos indígenas	Social	En Guatemala se refiere a que la sociedad es multiétnica, pluricultural y multilingüe, donde conviven los pueblos indígenas maya, xinka, garífuna y los ladinos. Los pueblos indígenas mayas se dividen en 24 comunidades lingüísticas.

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
28	Asociaciones	Social	La Constitución Política de la República de Guatemala reconoce y garantiza el derecho de asociación y que la personalidad jurídica de las asociaciones civiles es afecto de su inscripción en el Registro Civil del municipio donde se constituyan.
29	Organizaciones de mujeres	Social	Desarrollar programas, políticas y normas con el fin de defender los derechos humanos de las mujeres y garantizar que todas las mujeres y niñas alcancen su pleno potencial.
30	Unidades de riego	Económico	Son sistemas de riego de pequeña y mediana escala que fueron diseñados, financiados, construidos, operados y coordinados por el MAGA.
Organismos internacionales			
31	Proyecto "Cadenas volcánicas" y otros	Ambiental	Se refiere al proyecto ambiental "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala".
32	Cooperación internacional	Social	Apoyar el desarrollo económico y social del país mediante la transferencia de tecnologías, conocimientos, experiencias o recursos por parte de países con igual o mayor nivel de desarrollo.
Academia			
33	Instituto Privado de Cambio Climático (ICC)	Ambiental	Crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico-científicos (Instituto Privado de Cambio Climático, 2022).

Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala. (2022). *ANAM - Página principal*. <https://anam.org.gt/>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2014). *Herramienta: análisis de actores clave*.
- Chevalier, J. M. (2006). *Conceptos y herramientas para la investigación colaborativa y la acción social*. Centro Internacional para Investigaciones para el Desarrollo.
- Congreso de la República de Guatemala. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (1997). Decreto No. 114-1997. Ley del Organismo Ejecutivo.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2022). *Acerca del Conap*. Obtenido de www.conap.gob.gt
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2022). *Conred - Página principal*. www.conred.gob.gt
- De Vaus, D. (2002). *Surveys in social research* (5.^a ed.). Allen & Unwin.
- Instituto Geográfico Nacional. (2022). *IGN - Página principal*. www.ign.gob.gt
- Instituto Nacional de Bosques. (2022). *Quiénes somos*. <https://www.inab.gob.gt/index.php/quienes-somos/acercadeinab>
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Insivumeh - Página principal*. www.insivumeh.gob.gt
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *¿Quiénes somos?* <https://icc.org.gt/es/quienessomos/>
- Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo. (2022). *MANCUERNA - Página principal*. <https://www.mancuerna.org>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *MARN - Página principal*. www.marn.gob.gt
- Ministerio de Educación. (2022). *Mineduc - Página principal*. www.mineduc.gob.gt
- Ministerio de Gobernación. (2022). *Mingob - Página principal*. www.mingob.gob.gt
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2022). *MSPAS - Página principal*. www.mspas.gob.gt

Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado. (2022). *Ocret- Página principal*. www.ocret.gob.gt

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Herramientas para el análisis y la transformación de conflictos*.

Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia. (2022). *SCEP - Página principal*. www.scep.gob.gt

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2021). *Herramientas de apoyo sugeridas para el análisis y elaboración de los instrumentos de planificación*.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2022). *Segeplán - Página principal*. www.segeplan.gob.gt



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Naranjo

Capítulo IV. Diagnóstico, línea base, zonificación territorial, plan de manejo integral



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Capítulo IV

Diagnóstico

Línea base

Zonificación territorial

Plan de manejo integral

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Capítulo IV: diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)
Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
1 DIAGNÓSTICO.....	2
1.1 Metodología	2
1.2 Problemas identificados y priorizados	3
1.3 Análisis de problemas	11
1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal	11
1.3.2 Descarga de aguas residuales sin tratar con deficiente tratamiento ..	18
1.3.3 Mal manejo de los desechos sólidos	22
1.3.4 Degradación del suelo	27
1.3.5 Escasez de agua.....	32
1.3.6 Falta de gobernanza con enfoque de cuenca.....	33
2 LÍNEA BASE	38
3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL	49
3.1 Metodología	49
3.2 Propuesta de zonificación territorial.....	52
4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA	56
4.1 Resumen ejecutivo	56
4.2 Visión	58
4.3 Misión	59
4.4 Horizonte	59
4.5 Justificación	59
4.6 Objetivos	60
4.7 Marco lógico	62
4.8 Resumen de los problemas identificados	69
4.9 Programas.....	69
4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	71
4.9.2 Programa 2: Gestión del agua	75
4.9.3 Programa 3: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	78
4.9.4 Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo	81

4.9.5	Programa 5: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	81
4.9.6	Programa 6: Gestión del riesgo	84
4.10	Costos del plan	87
4.11	Estrategia de ejecución y financiamiento.....	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	100

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de marco lógico de los problemas identificados y priorizados de la cuenca del río Naranjo	4
Tabla 2. Cambios de cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Naranjo	12
Tabla 3. Cobertura forestal en la cuenca hidrográfica del río Naranjo	13
Tabla 4. Balance de la biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Naranjo ..	14
Tabla 5. Incentivos forestales implementados en la cuenca del río Naranjo entre 1998 y 2020.....	15
Tabla 6. Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Naranjo.....	18
Tabla 7. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Naranjo.	28
Tabla 8. Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan.....	38
Tabla 9. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	39
Tabla 10. Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Naranjo	50
Tabla 11. Categorías de zonas de manejo especial en la cuenca del río Naranjo ...	51
Tabla 12. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Naranjo.....	52
Tabla 13. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Naranjo (continuación)	53
Tabla 14. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Naranjo	54
Tabla 15. Matriz de marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Naranjo	62
Tabla 16. Actividades del Programa de restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	71
Tabla 17. Actividades del Programa de gestión del agua	75
Tabla 18. Actividades del Programa de manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	78
Tabla 19. Actividades del Programa de manejo y conservación del recurso suelo ..	81
Tabla 20. Actividades del Programa de gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	82
Tabla 21. Actividades del Programa de gestión del riesgo	84
Tabla 22. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo	87

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	2
Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Naranjo	13
Figura 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Naranjo	20
Figura 4. Vista de planta del basurero de Coatepeque que cuenta con denuncia ambiental y que funciona como tiradero para otros municipios vecinos .	26
Figura 5. Desembocadura del río Naranjo al océano Pacífico, Ocosingo, San Marcos....	26
Figura 6. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	28
Figura 7. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Naranjo .	50
Figura 8. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo.....	53
Figura 9. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Naranjo	54
Figura 10. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo	55
Figura 11. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	70

ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 406-2023

Guatemala, 18 de octubre de 2023

EL MINISTRO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONSIDERANDO

Que de conformidad con lo que establecen los artículos 64 y 97, de la Constitución Política de la República de Guatemala, se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación; el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

CONSIDERANDO

Que la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto Número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, establece que al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.

CONSIDERANDO

Que el Acuerdo Gubernativo número 19-2021, que contiene Disposiciones Para Promover La Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, establece en el artículo 7 que el Plan de Protección y Conservación de Cuencas será el instrumento que determine las acciones estratégicas en el mediano y largo plazo para revertir las tendencias negativas en el estado de los recursos naturales de la cuenca, así como mantener y potencializar las acciones positivas. El Plan debe basarse en el diagnóstico de la cuenca y tener revisiones con una periodicidad de tres años para incorporar mejoras al mismo. En el Plan deberán plasmarse los objetivos a largo plazo (por lo menos diez años), definir problemática, las prioridades, las acciones de protección y conservación, los costos y beneficios y la evaluación de riesgos para el Plan. (...) El plan será aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.



GOBIERNO de
GUATEMALA

MINISTERIO DE
AMBIENTE Y
RECURSOS
NATURALES

POR TANTO

En ejercicio de las funciones que establecen los artículos 64, 97 y 194 de la Constitución Política de la República de Guatemala; 27, 29 bis, de la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto, número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala; 7, de Las Disposiciones Para Promover la Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, Acuerdo Gubernativo número 19-2021; 7, 29 y 32 del Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo número 73-2021.

ACUERDA

Artículo 1. Aprobación. Aprobar el "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Naranjo".

Artículo 2. La Dirección de Cuencas del Viceministerio Del Agua del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, implementará, coordinará, dará seguimiento, monitoreo y evaluación de las acciones propuestas en el "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Naranjo", así como realizar las revisiones con una periodicidad de tres años para incorporar mejoras al mismo.

Artículo 3. Los casos no previstos dentro del "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Naranjo" objeto de aprobación, serán resueltos de conformidad con las normas y principios del Derecho Administrativo y Ambiental.

Artículo 4. Notifíquese el presente Acuerdo Ministerial al Viceministro del Agua, Dirección de Monitoreo y Vigilancia del Agua, Dirección de Cuencas, todos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para su conocimiento y efectos correspondientes.

Artículo 5. El presente Acuerdo Ministerial surte sus efectos inmediatamente.

COMUNIQUESE


Ing. Gerson Elías Barrios Garrido
Ministro
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Anacafé	Asociación Nacional del Café
ARNPG	Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Cipreda	Centro para la Cooperación Internacional para la Preinversión Agrícola Guatemala-México
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Cocode	consejo comunitario de desarrollo urbano y rural
Codede	consejo departamental de desarrollo urbano
Colred	Coordinadora Local para la Reducción de Desastres
Comude	consejo municipal de desarrollo urbano y rural
Conadur	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
CSA	compensación por servicios ambientales
Digegr	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
Diprona	División de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Gimbot	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
GWP	Global Water Partnership (Asociación Mundial para el Agua)

Iarna	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
ICA	índice de calidad del agua
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INBO	International Network of Basin Organizations
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inform	<i>index for risk management</i> (índice para la gestión del riesgo)
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
ISQA	índice simplificado de calidad del agua
LMP	límite máximo permisible
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Mancuerna	Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFEWS	Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria
Mineduc	Ministerio de Educación
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
Ocret	Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado
ODS	objetivos de desarrollo sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
PDM-OT	plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial
Pinfor	Programa de Incentivos Forestales

Pinpep	Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Pnuma	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POA	plan operativo anual
PRM	parque regional municipal
Probosque	Programa de Incentivos Forestales
Provia	Dirección General de Protección y Seguridad Vial
PSA	pago por servicios ambientales
PTAR	plantas de tratamiento de aguas residuales
RRCS	Red de Restauración de la Costa Sur
Scall	sistema de cosecha de agua de lluvia
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
Seprem	Secretaría Presidencial de la Mujer
Sesán	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
SIAG	Servicios Integrales Agrícolas y Forestales
URL	Universidad Rafael Landívar
Usaid	United States Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla los componentes de diagnóstico, línea base, zonificación territorial y el plan de manejo integral de la cuenca del río Naranjo. Para la formulación de un plan de manejo de cuenca se requiere desarrollar diferentes fases previas. Entre las principales están el análisis de actores clave, la caracterización biofísica, la caracterización socioeconómica, el diagnóstico, la línea base y la zonificación territorial, para finalizar con el plan en sí mismo. Los documentos que constituyen las fases para llegar al Plan se publicaron de la siguiente manera:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores de la cuenca
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

1 DIAGNÓSTICO

1.1 Metodología

Para la elaboración del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se recopiló información a través de diferentes métodos (Chevalier, 2006; Denzin & Lincoln, 2012; Geilfus, 2002; Newing, 2011; De Vaus, 2002), utilizando un enfoque integral, participativo, dinámico, interpretativo y prospectivo. Posteriormente, se realizó un análisis interpretativo que permitió sistematizar la información que se presenta en el marco lógico de la Figura 1 (Faustino y Jiménez, 2000; Ortegón *et al.*, 2005).



Figura 1. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
Fuente: elaboración propia (2022).

Recorridos de campo: se realizó un recorrido de campo en la cuenca y se obtuvo información a través de la observación directa y toma de fotografías.

Caracterización biofísica y socioeconómica: corresponde a la descripción de un conjunto de variables biofísicas y socioeconómicas de la cuenca.

Diagnóstico participativo: se realizaron dos talleres con actores del territorio para diagnosticar el estado de la cuenca (Anexo 1). Se utilizó el enfoque de cuenca y se aplicaron métodos gráficos (mapas), audiovisuales (mapa y video) y un cuestionario (formato electrónico y/o físico). La información recopilada fue analizada con base en la metodología del marco lógico de forma participativa.

Análisis interpretativo: se realizó con base en las informaciones primarias y secundarias de las fases previas. Utilizando el enfoque del marco lógico se identificaron y analizaron las situaciones problemáticas, los elementos que las

originan, sus efectos, su ubicación, las alternativas para su solución y los actores involucrados.

1.2 Problemas identificados y priorizados

Con base en el diagnóstico se lograron identificar y priorizar seis problemáticas que se listan a continuación. El análisis completo que considera los elementos de origen o causas, efectos, ubicación, alternativas de solución y actores involucrados se presenta según el marco lógico en la Tabla 1.

1. Pérdida de la cobertura forestal
2. Descarga de aguas residuales sin tratar con deficiente tratamiento
3. Mal manejo de los desechos sólidos
4. Degradación del suelo
5. Escasez de agua
6. Falta de gobernanza con enfoque de cuenca

Otras problemáticas identificadas por los actores durante el diagnóstico participativo fueron: falta de educación ambiental, malas prácticas de producción agrícola e industrial, débil apoyo y/o fortalecimiento técnico productivo, falta de empleo, inundaciones, mal uso del recurso hídrico, deslizamientos y degradación de los recursos naturales.

Tabla 1. Matriz de marco lógico de los problemas identificados y priorizados de la cuenca del río Naranjo

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
Pérdida de la cobertura forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Tala ilegal. • Incremento de la demanda de la leña asociado al modelo energético que utiliza la población en el hogar. • Débil o baja gobernabilidad ambiental y/o débil ejercicio democrático. • Habilitación de áreas con cobertura forestal para otros usos. • Falta de seguridad alimentaria. • Pobreza. • Agricultura de minifundio. • Incendios y plagas forestales. • Plagas forestales. • Explotación indiscriminada de madera (madereros y leñeros). • Mal manejo forestal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de los flujos del ciclo hidrológico. • Fragmentación del paisaje y de los corredores biológicos. • Pérdida de la biodiversidad terrestre. • Favorecimiento de las inundaciones. • Afectación de los medios de vida asociados. • Aumento de la erosión hídrica y producción de sedimentos (azolvamiento). • Vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones. • Pérdida y/o deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos del bosque. • Reducción de los sumideros de carbono. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Gobiernos locales y regionales • Consejos de desarrollo • Instituto Nacional de Bosques (INAB) • Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) • Empresas privadas • Academia • Sociedad civil • Cooperación internacional • Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) • Organizaciones no gubernamentales • Asociaciones civiles de representación indígena y de la mujer 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la restauración del paisaje, para su posterior aplicación y monitoreo. • Aplicar y cumplir la legislación forestal. • Fortalecer capacidades y concientización. • Realizar acciones de recuperación, restauración y/o conservación forestal; con enfoque en áreas de recarga hídrica. • Diseñar la zonificación territorial de la cuenca. • Promover acciones de manejo sostenible forestal. • Implementar un sistema de pago/compensación por servicios ambientales (PSA/CSA), valoración económica de la pérdida de la cobertura forestal.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
<p>Pérdida de la cobertura forestal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poco interés en los incentivos forestales del INAB. • Limitada aplicación de la legislación forestal. • Crecimiento poblacional. 				
<p>Descarga de aguas residuales sin tratar o con deficiente tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pobre gobernabilidad efectiva y gobernanza para el tratamiento de las aguas residuales. • Débil cumplimiento de la legislación y múltiples prórrogas del Acuerdo Gubernativo 236-2006, para su cumplimiento por parte de las municipalidades. • Vacíos técnicos en la legislación. • Limitadas capacidades. • Prevalencia de plantas de tratamiento que no funcionan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea. • Afectación de la biodiversidad acuática. • Propagación e incremento de incidencia de enfermedades humanas. • Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos. • Impacto negativo en la calidad de los medios de vida relacionados al consumo de agua, recreación, 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) • Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) • Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) • Comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación (Acuerdo Gubernativo 236-2006, Acuerdo Ministerial 37-2021, Acuerdo Gubernativo 285-2022, Código Municipal, Código de Salud, otros). • Ampliar la densidad de plantas de tratamiento, implementarlas y establecer un sistema de monitoreo y evaluación. • Fortalecer capacidades. • Realizar campañas de sensibilización. • Brindar educación ambiental. • Evaluar y aplicar tecnologías de tratamiento comunitario. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental).

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
<p align="center">Descarga de aguas residuales sin tratar o con deficiente tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baja densidad de plantas de tratamiento. • Incremento de la población. • Falta de un plan de ordenamiento territorial. • Falta de educación ambiental y concientización desde los hogares. 	<p>alimentación y otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases de efecto invernadero. 			
<p align="center">Mal manejo de los desechos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Débil gobernabilidad en materia sanitaria y ambiental. • Pobre gobernanza para el buen manejo y gestión de los desechos sólidos. • Ausencia de legislación relativa a la contaminación de los suelos. • Débil o falta de cumplimiento de la legislación vigente. • Pobre gobernanza con enfoque de cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de las fuentes de agua superficial y subterráneas. • Contaminación del suelo. • Deterioro de la belleza escénica y/o contaminación visual. • Afectación a la biodiversidad terrestre, del suelo y acuática. • Propagación de enfermedades humanas. • Acumulación de basura en el cauce de ríos y 	<p align="center">En la totalidad del territorio de la cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • MARN • Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo (Mancuerna) • MSPAS • Empresas privadas de recolección de basura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento de la legislación en materia de desechos sólidos (Acuerdos Gubernativos 281-2015, 164-2021, otros), educación ambiental, producción limpia, otras. • Elaborar el plan municipal de desechos y residuos sólidos y/o implementarlo, incluyendo un sistema de monitoreo y evaluación. • Fortalecer capacidades. • Brindar educación ambiental a todos los niveles. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental). • Realizar una campaña de concientización ambiental.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
<p align="center">Mal manejo de los desechos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición en basureros que no cuentan con instrumentos ambientales. • Eliminación de la basura mediante métodos que no garantizan su adecuado ciclo de gestión. • Falta de planificación municipal para el manejo de los desechos sólidos en concordancia con la planificación territorial. • Aumento poblacional. • Falta de cultura y educación para la clasificación de la basura desde su generación. • Limitadas capacidades en cuanto al manejo de los desechos sólidos. 	<p>su descarga hacia al mar Pacífico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Acumulación de basura en las zonas azolvadas de los ríos. • Emisión de gases de efecto invernadero. 			<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y poner en marcha la planta regional de tratamiento de desechos sólidos.
<p align="center">Degradación del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión hídrica del suelo y de los elementos decisivos que la promueven 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la productividad de los cultivos. 		<ul style="list-style-type: none"> • MAGA • MARN • Mancuerna • INAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación relacionada con la degradación del suelo.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
<p align="center">Degradación del suelo</p>	<p>(clima, suelo, topografía, vegetación, intervención antrópica).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de legislación relativa a la degradación del suelo. • Aspectos morfológicos de la cuenca. • Alto potencial de producción de escorrentía de la cuenca. • Falta y/o deficiente implementación de prácticas de conservación del suelo y el agua. • Prácticas inadecuadas de manejo de cultivos. • Cambio de uso/cobertura de la tierra, principalmente la conversión de cobertura forestal a otro uso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificación de los niveles de erosión en tierras sin uso correcto. • Reducción de la fertilidad natural del suelo. • Desertificación de las tierras. • Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos asociados al suelo (provisión de cultivos, regulación de agua y nutrientes, almacenamiento de carbono) • Riesgo de inseguridad alimentaria. • Incremento de los costos de producción. • Azolvamiento de las corrientes fluviales por el aporte de sedimentos. 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Red de productores y/o cooperativas • Municipalidades y comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar la formulación de legislación en materia de degradación del suelo. • Diseñar e implementar prácticas de conservación de los suelos. • Fortalecer capacidades. • Diseñar, mejorar, evaluar e implementar estructuras para la retención de sedimentos. • Incrementar la cobertura forestal del bosque de galería. • Brindar asistencia técnica a los productores agrícolas. • Realizar la valoración económica del servicio ecosistémico de erosión evitada (mecanismo financiero ambiental).

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
Escasez de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad y cambio climático. • Crecimiento poblacional. • Cambio del uso/cobertura de la tierra. • Contaminación del agua. • Falta de gobernanza del recurso hídrico. • Falta de una ley de agua. • Elevada huella hídrica para la producción de bienes y servicios. • Mala o pobre gestión del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictividad social. • Deterioro del bienestar humano. • Inseguridad hídrica. • Deterioro de los ecosistemas. • Degradación de las tierras. • Disminución de los niveles de agua subterránea. • Inseguridad alimentaria. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • MARN • Gobierno central • MAGA • MSPAS • INAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover los diálogos para una ley de agua. • Crear o fortalecer la gobernanza del recurso hídrico. • Mejorar las tecnologías de riego agrícola. • Fortalecer y brindar asistencia técnica sobre sistemas de riego. • Mejorar la eficiencia en la cobertura del sistema de agua potable.
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política. • Débil o falta de cumplimiento de la legislación. • Centralización en la toma de decisiones. • Débil capacidad del Estado. • Deficiente involucramiento de los 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o débil gobernabilidad y del ejercicio de la democracia • Mal manejo y gestión de los recursos naturales. • Pérdida o detrimento de la calidad de los servicios ecosistémicos. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur) • Consejo comunitario de desarrollo urbano y rural (Cocode) • Consejo municipal de desarrollo urbano y rural (Comude) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar cumplimiento a la legislación. • Dar cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021. • Institucionalizar los procesos de planificación y gestión del territorio con enfoque de cuenca. • Promover la formulación de un nuevo modelo de regionalización del territorio por el Conadur.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	<p>Consejos de Desarrollo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Falta de planificación y gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca. Falta de integración de actores y su participación para promover el manejo y la gestión de las problemáticas de la cuenca. Debilidad institucional, además de la coordinación e integración bajo una visión compartida del territorio. 	<ul style="list-style-type: none"> Débil gestión del riesgo multidimensional. Gestión inefectiva de los gobiernos locales. Desconocimiento de las acciones, plataformas, proyectos, y problemáticas con relación a los recursos naturales, población, servicios básicos, entre otros. Gestión deficiente de los gobiernos locales enfocada en las prioridades y/o problemáticas del territorio. Falta de información y empoderamiento sobre la problemática en la cuenca. 		<ul style="list-style-type: none"> Consejo departamental de desarrollo urbano (Codede) Gobernación INAB MARN MAGA Mancuerna Comunidades Asociaciones civiles y de pueblos originarios Empresas privadas relacionadas al uso y/o aprovechamiento de recursos naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover la participación ciudadana en el manejo y gestión de las problemáticas, y cumplimiento de la legislación. Seleccionar el personal idóneo en las instituciones. Fortalecer las capacidades a todo nivel. Realizar la valoración económica de las presiones al ambiente ocasionadas por las problemáticas de la cuenca. Captar y/o diseñar fondos ambientales en apoyo al manejo de la cuenca.

Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria consultada y sistematizada para el diagnóstico de la cuenca del río Naranjo (2022).

1.3 Análisis de problemas

1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal

1.3.1.1 Causas

En los talleres participativos realizados durante el diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se identificó que una de las causas de pérdida de cobertura forestal es la tala ilegal o ilícita, que se caracteriza porque el aprovechamiento de los productos forestales no cuenta con licencia aprobada por el INAB, o bien, por la comisión de un delito o falta contra los recursos forestales (Congreso de la República de Guatemala, 1996; Instituto Nacional de Bosques, 2010). Esta tala ilegal también ha sido identificada como principal problemática en la cuenca alta del río Naranjo (Servicios Integrales Agrícolas y Forestales, 2021) y como elemento causal de la degradación de los recursos naturales de esta cuenca (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

La principal causa de pérdida de cobertura forestal, tanto en la región occidente como de la costa sur que tienen correspondencia espacial con la cuenca del río Naranjo, es la habilitación de áreas con cobertura forestal para la expansión de la superficie dedicada a la agricultura; y entre sus principales agentes está la agroindustria, los agricultores comerciales, los agricultores de subsistencia y los ganaderos. En occidente también se reportan otros agentes como el crecimiento poblacional, los madereros y los leñeros; mientras que en la costa sur, se suma la industria camaronera. Por otro lado, también influye el desarrollo de infraestructura y el crecimiento de zonas urbanas y rurales, como respuesta al incremento del tamaño poblacional. En occidente existe una relación entre la degradación del bosque y la falta de seguridad alimentaria y agricultura de subsistencia en minifundio (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013; y *et al.* 2018).

En las tierras comunales de la región occidente de esta cuenca (Quetzaltenango y San Marcos), las principales amenazas para los recursos naturales que proveen de bienes y servicios ecosistémicos son los incendios forestales, la extracción ilícita de recursos, el despojo y usurpación de derechos comunales, la compra venta no autorizada de tierras y la centralización del liderazgo (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009).

Según la dinámica forestal de la cuenca hidrográfica del río Naranjo, durante el periodo 2001-2006 hubo una pérdida de 979.20 ha, mientras que para el periodo de 2006-2010 fue de 1370.34 ha; lo cual representó el 0.79 % y 1.10 % de la superficie de la cuenca, respectivamente. Durante estos mismos

períodos, la tasa de deforestación reflejó la pérdida anual del 0.63 % y 1.39 % de la cobertura forestal, respectivamente. En el período 2010-2016 ocurrió un incremento neto de la cobertura forestal equivalente a 5681.79 ha o del 4.57 % de la superficie de la cuenca, con una tasa de incremento anual de esta cobertura del 4.23 % (Tabla 2); recuperándose así el 23.4 % de la cobertura forestal al 2016 con respecto al 2010.

Tabla 2. Cambios de cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Naranjo

Período	Pérdida bruta	Ganancia bruta	Cambio neto		Tasa de deforestación anual (%)
	(hectáreas)		Área de la cuenca (%)		
2001-2006	5639.85	4660.65	-979.20	-0.79	-0.63
2006-2010	4190.76	2820.42	-1370.34	-1.10	-1.39
2010-2016	4401.36	10 083.15	5681.79	4.57	4.23

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

Con respecto a los cambios netos anuales, nuevamente es evidente que durante los primeros dos períodos estos fueron negativos, pues ocurrió pérdida forestal; mientras en el tercero incrementó la cobertura forestal. Debido a que las pérdidas anuales han sido poco fluctuantes a diferencia de las ganancias, el incremento de estas ganancias durante el último período significó un aumento neto y la recuperación de cobertura forestal (Figura 2). Dentro del marco territorial de la cuenca esta información permite identificar que su dinámica forestal no necesariamente refleja la de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, que han mantenido cambios netos positivos o de incremento forestal durante los mismos tres períodos (Instituto Nacional de Bosques *et al.*, 2019).

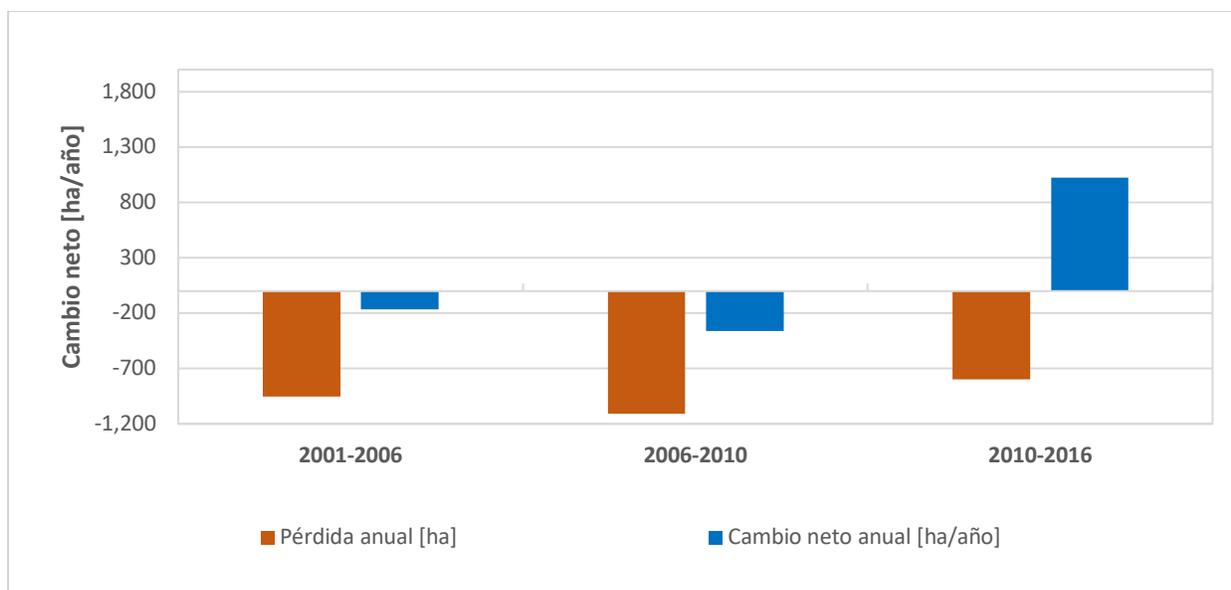


Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

La cobertura forestal de la cuenca hidrográfica del río Naranjo para los años de referencia presentó su mayor magnitud en el 2016 (25.74 %) y la mínima en el año 2010 (19.53 %) (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura forestal en la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Año	Superficie con cobertura forestal	
	(hectáreas)	Área de la cuenca (%)
2001	26 319.60	21.18
2006	25 930.80	20.87
2010	24 261.84	19.53
2016	31 989.06	25.74

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

Estos datos evidencian que, en dos de los tres períodos analizados, en el balance ha dominado la pérdida de cobertura forestal sobre el incremento; a diferencia del tercer período. Sin embargo, a pesar del aumento neto, los impulsores y agentes de cambio de la pérdida forestal se mantienen activos, por lo cual es necesario priorizar las zonas de pérdida forestal e implementar la Ley Forestal en relación directa con las cuencas hidrográficas, zonas de recarga hídrica y cobertura forestal, entre otros mecanismos.

Otra causa es el incremento poblacional, considerando la presión antrópica sobre el ecosistema de bosque (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales,

2013). Se estima que el crecimiento de la población en la cuenca del río Naranjo fue del 29.2 % durante el período 2002-2018, a razón de una tasa anual de crecimiento del 1.82 % (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En cuanto al modelo energético utilizado por la población, ha incrementado la demanda de la leña, especialmente en el hogar. El balance anual de biomasa leñosa en la cuenca es de -130 987 toneladas métricas, considerando que la demanda es seis veces superior a la oferta por parte de los habitantes de la cuenca que habitan en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, aunque este déficit anual es mucho mayor en el segundo (Tabla 4). Se estima que en el 67 % de los municipios que ocupan la cuenca se utiliza la leña como fuente para cocinar en los hogares (Instituto Nacional de Estadística, 2018), situación que es predominante en la parte alta de la cuenca (Servicios Integrales Agrícolas y Forestales, 2021).

Los municipios de la cuenca priorizados por tener el mayor déficit anual de leña son: San Pedro Sacatepéquez, Nuevo Progreso, San Juan Ostuncalco, San Antonio Sacatepéquez, El Rodeo, El Quetzal, San Martín Sacatepéquez, Palestina de Los Altos, Concepción Chiquirichapa, San Cristóbal Cucho, La Reforma, Cajolá y Esquipulas Palo Gordo (Instituto Nacional de Bosques, 2015).

Tabla 4. Balance de la biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Departamento ¹	Demanda	Oferta	Balance
	toneladas de biomasa leñosa anual (t biomasa/año)		
Quetzaltenango	13 202	2925	-10 278
San Marcos	140 190	19 481	-120 709
Cuenca del río Naranjo	153 392	22 406	-130 987

Nota. ¹ Estimación con base en la proporción de población de cada departamento en la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012); Instituto Nacional de Estadística (2018); Public Health Institute & Environment Energy Consultants (2015).

Otro factor identificado como causa de pérdida de cobertura forestal son los incendios. Entre 2010 y 2012, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020) atendió 21 emergencias por este tipo de evento en el territorio de la cuenca del río Naranjo, de los cuales la mayoría ocurrieron en el departamento de San Marcos (95.2 %), específicamente en San Pedro Sacatepéquez y Esquipulas Palo Gordo (parte alta de la cuenca).

A nivel departamental, entre 2001 y 2017 se reportaron 309 y 433 incendios forestales en los departamentos con superficie en la cuenca (San Marcos y Quetzaltenango) (Instituto Nacional de Bosques, 2017a). Las posibles causas

de incendios forestales durante la temporada 2016-2017 fueron: quema agrícola, intencional, leñadores, quema de pastos y quema de basura (Instituto Nacional de Bosques, 2017b).

Una causa más de pérdida de cobertura forestal son las plagas y enfermedades forestales. La cuenca hidrográfica del río Naranjo es altamente susceptible a plagas y enfermedades en su parte alta (San Martín Sacatepéquez, San Juan Ostuncalco, Cajolá, Concepción Chiquirichapa, Palestina de Los Altos, San Marcos y San Pedro Sacatepéquez), mientras que en el resto del territorio que comprende su parte alta, la susceptibilidad es alta. La susceptibilidad en la bocacosta es media y en la parte baja predomina la categoría alta y muy alta (Instituto Nacional de Bosques, 2022).

Otro elemento de origen o causa es la deficiente implementación y/o interés en los programas de manejo forestal sostenible estipulados de conformidad con la legislación forestal. Según información procesada del Instituto Nacional de Bosques (2020), entre 1998 y 2020 se implementó un total de 8408.93 ha en la cuenca del río Naranjo, distribuidas entre el Programa de Incentivos Forestales (Pinfor); el Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra (Pinpep) y el Programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (Probosque); de las cuales el 89 % correspondió a Pinfor. Las modalidades predominantes fueron las plantaciones forestales (76 %) y el manejo de bosque natural para protección (24 %) (Tabla 5). El área total implementada por dichas modalidades de manejo forestal sostenible representa el 6.8 % de la superficie de la cuenca del río Naranjo. Adicionalmente, la Red de Restauración de la Costa Sur restauró un total de 6.9 hectáreas entre 2011 y 2020 (Instituto Nacional de Bosques e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2022).

Tabla 5. Incentivos forestales implementados en la cuenca del río Naranjo entre 1998 y 2020

Programa	Modalidad				Total
	Manejo de bosque natural (producción)	Manejo de bosque natural (protección)	Plantaciones forestales	Sistemas agroforestales	
Hectáreas					
Pinfor		1214.69	6285.87		7500.56
Pinpep		455.95	119.20	1.18	576.33
Probosque	2.17	328.70	1.17		332.04
Total	2.17	1999.34	6406.24	1.18	8408.93

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques (2020).

Agregado a lo anterior, la gobernabilidad ambiental y el elemento asociado (ejercicio democrático) son bajos o débiles (Consejo Nacional de Desarrollo

Urbano y Rural, 2014), ya que las causas o elementos de origen anteriormente mencionados contribuyen a esta condición por el incumplimiento de la legislación forestal (Instituto Nacional de Bosques, 2010), especialmente en materia de tala ilegal o ilícita y los impulsores que la promueven. También se relaciona toda aquella legislación que, de manera indirecta, se relaciona con el ecosistema bosque, los bienes y servicios ecosistémicos y los recursos naturales.

1.3.1.2 Efectos

La pérdida de la cobertura forestal en el territorio tiene efectos en el ecosistema y a nivel de cuenca hidrográfica, como la alteración de los componentes del ciclo hidrológico. Al disminuir la cobertura forestal, los componentes de infiltración, percolación y recarga hídrica se reducen potencialmente; mientras que ocurre lo contrario con la escorrentía superficial y la producción de agua o su caudal (González-Celada *et al.*, 2021; Kundu *et al.*, 2017).

El incremento de la magnitud del caudal en cuencas con un relieve pronunciado o de montaña como la del río Naranjo, incrementa el potencial de transporte de sedimentos o degradación de las partes altas, que se depositan en las partes más bajas (Lane, 1983). Esta deposición y la forma del paisaje favorecen las inundaciones fluviales en la parte baja de la cuenca (Castillo & Allan, 2007; Cordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015; Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2017).

Por otro lado, la pérdida de cobertura forestal contribuye a la degradación de la biodiversidad terrestre y acuática asociada al ecosistema bosque que se constituye como su hábitat, alterando sus funciones, estructura y balance (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). La fragmentación del paisaje impacta negativamente en la conectividad de los corredores biológicos y presiona a la diversidad biológica (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2002; Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Loening y Markussen, 2003). De allí la importancia de la gestión sostenible del bosque en las tierras comunales, que suma a las acciones de conservación del ecosistema bosque y su biodiversidad asociada (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009).

Como consecuencia de la degradación de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, los medios de vida se ven afectados, principalmente en las dimensiones natural, cultural, social y humana (Consejo Nacional de Áreas

Protegidas, 2008); lo cual impacta la seguridad alimentaria, que es un impulsor de la dinámica forestal en la región de occidente (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018).

En lo que se refiere a las zonas de medios de vida, en el área cafetalera que se ubica entre la parte media y alta de la cuenca del río Naranjo (Colomba Costa Cuca, El Quetzal, La Reforma, Nuevo Progreso, El Tumbador y El Rodeo), aparte de producirse café y frutales, se han puesto a la venta productos maderables que resultan del aprovechamiento forestal, actividad que ha tenido realce a raíz de la crisis del sector café. En la cabecera de la cuenca — que corresponde a la zona de medios de vida de venta de mano de obra, producción de granos básicos de subsistencia, hortalizas, comercio y remesas— la deforestación es recurrente, principalmente en San Marcos (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, 2016).

Un efecto más de la pérdida de cobertura forestal es el incremento de la erosión hídrica, lo cual acrecienta la producción de sedimentos. Si a ello se adiciona un aumento en la escorrentía y el caudal, el transporte y el depósito de dichos sedimentos se ve favorecido hacia la cuenca baja (Blainski *et al.*, 2017; González-Celada *et al.*, 2021), considerando un escenario de pobre implementación de prácticas de conservación de suelo. Por otro lado, han incrementado los eventos de deslizamiento de tierra en lugares con buena cobertura de bosque. Es importante indicar que, además del estado de la cobertura de la tierra, la susceptibilidad a deslizamientos también está relacionada con la susceptibilidad intrínseca del terreno y los factores que activan el evento, como la intensidad de la precipitación pluvial o la actividad sísmica (Mora & Vahrson, 1994), entre otros.

Otro efecto de la pérdida de la cobertura forestal es la disminución de la cantidad de carbono almacenado en sumideros, como la biomasa terrestre y acuática (mangle), y el suelo. Los procesos de erosión hídrica conllevan a la pérdida de carbono en el suelo (Hernández *et al.*, 2014), mientras que la degradación y la deforestación generan emisiones de dióxido de carbono (aunque es más complejo estimar estas últimas) (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

1.3.2 Descarga de aguas residuales sin tratar con deficiente tratamiento

1.3.2.1 Causas

Una de las principales causas es el incremento de la población, con lo cual aumenta la producción de aguas residuales domiciliarias y especiales. A esto se suma la falta de capacidad del Estado para el abordaje de esa problemática (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Por otro lado, existe poca gobernabilidad y gobernanza para el tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional, a pesar de la existencia de legislación actual. Tal es el caso del Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Presidencia de la República de Guatemala, 2006), que ha sido sujeto de varias reformas desde su creación, lo que ha significado el aplazamiento de su cumplimiento por parte tanto de las municipalidades como de las empresas de tratamiento de aguas residuales. Bajo este escenario se corre el riesgo de que este aplazamiento se extienda bajo reformas futuras. Otro elemento más son los vacíos que existen en la reglamentación actual con relación a las zonas rurales.

Lo anterior se denota con el hecho de que al finalizar el año 2021, el municipio de Catarina no contaba con el estudio técnico de aguas residuales establecido en el artículo 5 del Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Viceministerio del Agua, 2021).

De las 34 plantas de tratamiento de aguas residuales identificadas en esta cuenca, el 26.5 % no funciona, el 50.0 % sí funciona y el resto se encuentra en fase de construcción (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021b y 2022) (Tabla 6 y Figura 3). Además, la densidad de plantas de tratamiento que existen en la cuenca es pobre.

Tabla 6. Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Naranjo

n.º	Municipio	Ubicación	Tratamiento ¹	Funciona ²
1	Coatepeque	Lotificación Magnolia	1, 2, 3	No
2	Coatepeque	Lotificación San Isidro	1, 2	No
3	Coatepeque	Lotificación San Isidro Robles	1, 2	No
4	Palestina de Los Altos	Cabecera Municipal	1, 2	No
5	San Martín Sacatepéquez	Caserío Tui Chintzé	1, 2	Sí
6	San Martín Sacatepéquez	Cabecera Municipal	1, 2	No
7	San Martín Sacatepéquez	Construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales, aldea Toj Con Grande	1, 2	Sí
8	San Martín Sacatepéquez	Construcción de sistema de tratamiento	1, 2	No

n.º	Municipio	Ubicación	Tratamiento ¹	Funciona ²
		de aguas residuales, aldea Las Nubes II		
9	San Marcos	Aldea La Federación	3	Sí
10	San Marcos	Aldea Las Lagunas	2	Sí
11	San Marcos	Aldea El Rincón	2	Sí
12	Pajapita	Cantón La Playa	2	Sí
13	San Antonio Sacatepéquez	Aldea Santa Rita	3	Sí
14	Nuevo Progreso	Calle 15 de septiembre, cabecera municipal		No
15	San Marcos	Cabecera municipal, El Quetzal	2	Sí
16	El Tumbador	Cabecera Municipal, El Tumbador	2	Sí
17	La Reforma	Cabecera Municipal	3	Sí
18	San Pedro Sacatepéquez	Sector la Bóveda	3	Cons.
19	San Marcos	Sector Tenampa	3	Cons.
20	San Marcos	El Recreo	3	Cons.
21	San Pedro Sacatepéquez	Calzada Justo Rufino Barrios	3	Cons.
22	San Pedro Sacatepéquez	Caserío Alta Vista, aldea Provincia Chiquita	2	Sí
23	San Pedro Sacatepéquez	Aldea San José Caben	2	Sí
24	San Antonio Sacatepéquez	Cabecera municipal	2	Sí
25	San Antonio Sacatepéquez	Aldea Barrancas	2	Sí
26	La Blanca	Cabecera municipal	3	No
27	Nuevo Progreso	Cabecera municipal	3	Sí
28	San Marcos	Aldea Caxaque	2	Sí
29	Catarina	Cabecera municipal	2	Sí
30	San Pedro Sacatepéquez	Aldea Chim	2	No
31	San Antonio Sacatepéquez	Caserío Vista Hermosa	3	Cons.
32	San Pedro Sacatepéquez	Aldea San Andrés Chá-pil	3	Cons.
33	San Pedro Sacatepéquez	Caserío las Guayabas, Aldea Champollap	3	Cons.
34	San Pedro Sacatepéquez	Cabecera municipal	3	Cons.

Nota. ¹ 1= tratamiento primario, 2= tratamiento secundario, 3= tratamiento terciario, pre= pretratamiento, S/I= sin información. ² Cons.= en construcción, remoz.= en remozamiento, mejor.= mejoramiento. Fuente: adaptado del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021b, 2022).

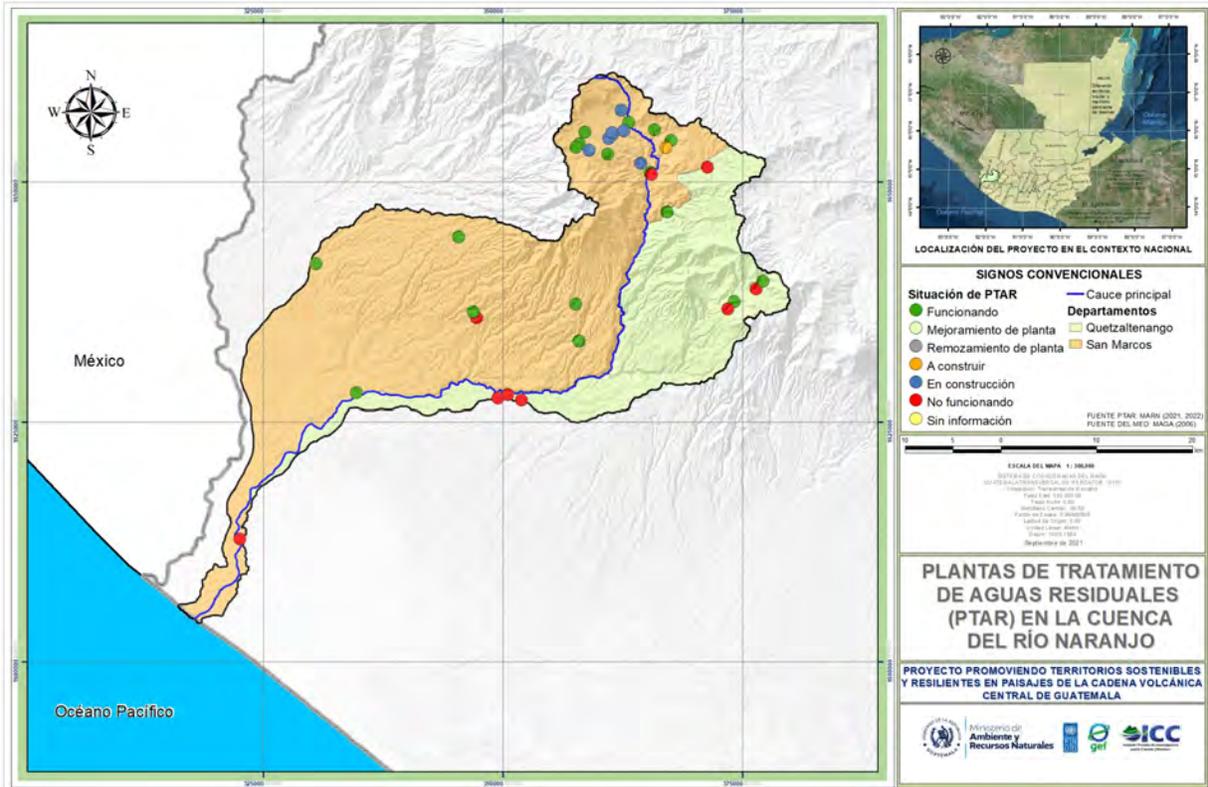


Figura 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Naranjo

Fuente: elaboración propia con datos de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021b, 2022).

En cuanto a la falta de gobernanza, aún no se han logrado integrar ni articular los actores de la cuenca con las instancias de gobierno locales y regionales para lograr una gestión compartida del territorio y soluciones integrales (desde el nivel de persona, pasando por los hogares hasta la escala municipal y departamental).

Otro impulsor de esta problemática es la pobre educación ambiental a todo nivel y la ausencia de concientización e información acerca del tema en la población. Otra causa es la falta de ordenamiento territorial, a pesar de que existen esfuerzos actuales por realizar dicha planificación a nivel municipal (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

La recolección de aguas residuales y pluviales se calificó acorde al índice de servicios públicos del *Ranking Municipal de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019), con base en el cual se categorizaron los municipios con mayor área dentro de la cuenca de la siguiente manera: (a) en la parte alta: categoría baja en San Juan Ostuncalco y San Martín Sacatepéquez; media-baja en Palestina de Los Altos;

media en San Marcos, San Pedro Sacatepéquez y San Cristóbal Cucho; y media-alta en San Antonio Sacatepéquez; (b) en la parte baja¹: categoría media-baja en Nuevo Progreso y baja en El Tumbador y Pajapita.

En general, existen limitadas capacidades o falta de fortalecimiento en lo que se refiere al manejo y gestión de las aguas residuales, desde los hogares hasta el nivel institucional. Asimismo, no existe o no se ha aplicado una planificación territorial con enfoque de cuenca, que involucre la integración, articulación y gestión del territorio con base en las problemáticas diagnosticadas en el territorio.

1.3.2.2 Efectos

Uno de los efectos de la descarga de aguas residuales sin o tratar con deficiente tratamiento es la contaminación de las fuentes de agua superficial. Desde el año 2001 se ha determinado que la mayoría de las fuentes superficiales en la cuenca se encuentran contaminadas por el aporte de aguas ordinarias y especiales (industriales y uso de plaguicidas) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001). La contaminación de fuentes superficiales en la cuenca alta se considera como una amenaza (Servicios Integrales Agrícolas y Forestales, 2021). Por un lado, esta situación se relaciona con el hecho de que la mayor parte de la población de la cuenca se concentra en su parte media-alta, donde predominan las descargas de aguas domiciliarias y aguas especiales relacionadas con el uso de plaguicidas para la agricultura y el beneficiado de café; mientras que en la parte baja ocurren descargas agroindustriales (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

Con relación a lo anterior, según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA, por sus siglas en inglés) se determinó que durante la campaña de monitoreo realizada por el Insivumeh en el año 2021, la calidad del agua fluvial en los tres sitios monitoreados en la parte baja de esta cuenca era inadmisibles en el río Naranjo (al noroeste de la cabecera municipal de Coatepeque) y el río Melendrez (al norte de Finca La Virgen, Pajapita); y admisible con uso potencial para actividades recreativas, industriales y agrícolas en el río Nahuatán (al noroeste de la cabecera municipal de Pajapita). En ambos casos se declinó su uso para consumo humano, salvo que se utilizaran técnicas especializadas (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).

¹ Municipios con mayor área en la cuenca y que se ubican en su parte baja (32 %).

La continua carga de contaminantes en los ríos deteriora la calidad de estos ecosistemas que son hábitat de múltiples especies, impactando negativamente la biodiversidad de los ecosistemas fluviales; consecuentemente también se alteran los procesos ecológicos y las cadenas alimenticias. Adicionalmente, los medios de vida relacionados con estos ecosistemas se ven afectados, como la pesca artesanal y la recreación (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).

Otro efecto del deterioro de la calidad del agua es la propagación de enfermedades que afectan la salud pública, algunas de las cuales están relacionadas con la contaminación, como las enfermedades diarreicas, la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, entre otras (Organización Mundial de la Salud, 2022). Es común observar casos de diarrea, amebiasis y parasitosis, que se encuentran dentro de las veinte causas de morbilidad en los municipios que integran la cuenca hidrográfica del río Naranjo. Ocos, que se ubica en la parte baja de la cuenca, presenta la mayor ocurrencia de diarrea y amebiasis con respecto a su población total municipal (40.5 %); mientras que en el resto de municipios las magnitudes se encuentran por abajo del 11 % (Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2021).

En cuanto a la contaminación de fuentes de agua subterránea prevalece el riesgo potencial de contaminación por letrinas ubicadas en zonas con nivel poco profundo de la capa freática (parte baja de la cuenca) o en las proximidades de manantiales (cabecera de cuenca) (Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2011). Por ejemplo, en la costa sur o medio de vida de "agroindustria de exportación", las enfermedades gastrointestinales se relacionan con el consumo de agua contaminada proveniente de pozos artesanales (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional *et al.* 2009), que también corren el riesgo de contaminarse durante eventos de inundación. Otro efecto corresponde a las emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

1.3.3 Mal manejo de los desechos sólidos

1.3.3.1 Causas

Una causa del mal manejo de los desechos sólidos es la baja gobernabilidad ambiental (incluyendo el saneamiento) en el área de la cuenca, lo cual es el reflejo de la limitada capacidad del Estado y de los gobiernos locales, y de la falta de gestión territorial con enfoque de cuenca hidrográfica (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

El manejo integral y participativo de los desechos sólidos es una prioridad nacional de desarrollo (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Sin embargo, la creación y puesta en vigor de la reglamentación para la gestión de los desechos sólidos comunes es reciente (Acuerdo Gubernativo 164-2021) (Presidencia de la República de Guatemala, 2021). A esto se suma la deficiente aplicación de la legislación relacionada, dentro de las que destacan las siguientes: Código Civil, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Código Municipal, Código de Salud, Ley de Cambio Climático, Reglamento para el manejo de residuos sólidos hospitalarios, Reglamento de gestión de desechos radiactivos, Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Presidencia de la República de Guatemala, 2015), Política de Producción más Limpia y Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Adicionalmente, no existe legislación específica sobre la contaminación de los suelos.

Otra causa es la débil gobernanza del territorio en materia de saneamiento, ya que para este ejercicio se requiere del involucramiento y articulación de los actores de la cuenca para poder así conformar un sistema de gestión con las instituciones gubernamentales que permita la toma de decisiones consensuadas para garantizar la sostenibilidad ambiental, y con ello avanzar hacia el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de las prioridades nacionales de desarrollo.

Considerando 27 características cualitativas de manejo y gestión de desechos sólidos, los municipios con superficie en la cuenca del río Naranjo cumplen o cuentan en promedio con el 23 %. Los que presentan los mayores cumplimientos son San Antonio Sacatepéquez (59 %), El Quetzal (59 %) y Esquipulas Palo Gordo (48 %); mientras que los que tienen los menores porcentajes de cumplimiento son La Reforma (0 %), Pajapita (4 %), Nuevo Progreso (4 %) y El Tumbador (4 %). En cuanto a la característica de mayor cumplimiento en la cuenca destaca el tren de aseo (70 %), el edificio del mercado con servicio de recolección (55 %) y el programa de reciclaje (50 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Según el índice de servicios públicos que mide la gestión y el manejo de los residuos y desechos sólidos, la parte alta de la cuenca presenta categoría baja en San Juan Ostuncalco y San Martín Sacatepéquez, media-alta en San Antonio Sacatepéquez, media-baja en Palestina de Los Altos y media en San Marcos, San Pedro Sacatepéquez y San Cristóbal Cucho. En la cuenca baja y municipios mayoritarios, la categoría es baja en El Tumbador y Pajapita, y media-baja en Nuevo Progreso (Secretaría de Planificación y Programación de la

Presidencia, 2019). Estos últimos tres municipios también presentaron los menores cumplimientos de las 27 características cualitativas de manejo y gestión de desechos sólidos. Estos datos permiten identificar que es prioritario atender el manejo y la gestión de los desechos sólidos en la cuenca baja, tomando en consideración las contribuciones provenientes de la parte media y alta.

Otra causa es el incremento poblacional en la cuenca. Al año 2018 la producción anual de basura fue de 55 107 toneladas métricas, considerando una tasa per cápita promedio igual a 0.36 ± 0.14 kg/persona/día (Instituto Nacional de Estadística, 2019). San Marcos y San Pedro Sacatepéquez fueron los municipios con mayor generación de desechos sólidos anual, con 10 711 y 8876 t, respectivamente. Les siguen El Quetzal (4634 t), el Tumbador (4553 t), Nuevo Progreso (3402 t), San Antonio Sacatepéquez (2691 t) y Pajapita (2617 t). Similarmente, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (2018) determinó la tasa per cápita de San Marcos en 0.83 kg/persona/día y de San Antonio Sacatepéquez en 0.48 kg/persona/día, lo que equivale a la generación anual de 10 976 t y 2691 t, respectivamente. Estos datos permiten validar la estimación de la producción de desechos sólidos en estos municipios ubicados en la cabecera de cuenca.

Por otro lado, no se ha cuantificado la composición de los desechos sólidos domiciliarios de todos los municipios con superficie en la cuenca. En los nueve municipios de los que sí se cuenta con información, predominan los residuos de alimentos, con una composición promedio igual a 40.9 ± 17.2 % (Instituto Nacional de Estadística, 2019). En cuanto a las formas de eliminación de la basura en los hogares, en los municipios de esta cuenca predomina la quema (51 %), seguida del servicio municipal (20 %), abonera o reciclaje (11 %), servicio privado (09 %), se entierra (4 %) y el 2 % la tira al río, quebrada o mar (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Una causa más de esta problemática es la existencia de basureros mayormente clandestinos, que se ubican próximos al cauce de los ríos Naranjo, Nahuatán y Meléndrez. En la cuenca se registra un total de 71 basureros, de los cuales únicamente dos cuentan con instrumento ambiental (El Quetzal y San Pedro Sacatepéquez) (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021a). Esta situación se considera alarmante al tomar en cuenta que el manejo y la gestión de los residuos sólidos trasciende el contexto de la cuenca del río Naranjo. Un ejemplo de ello es el basurero de Coatepeque que se ubica dentro de la cuenca y cuenta con una denuncia ambiental. En este basurero también se descargan residuos de los municipios de Pajapita, El Tumbador, San Pablo, Flores Costa Cuca, Génova y Coatepeque. Además, tiene dos sitios activos que funcionan como tiradero y la basura llega directamente al cauce

del río Naranjo (Figura 4)). Cabe mencionar que los desechos sólidos provenientes de Coatepeque también han ingresado al relleno sanitario del kilómetro 22, Bárcenas, Villa Nueva; que en 2019 contabilizaban 10 toneladas (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Durante el recorrido de campo realizado, también se localizaron basureros en las cercanías del río Naranjo, cauce y/o ribera provenientes de la aldea Las Palmas (Coatepeque), del municipio de Colomba Costa Cuca (Quetzaltenango) y del municipio de Pajapita (San Marcos) (Anexo 1).

Se estima que en la salida o desembocadura del río Naranjo se descargan 545 toneladas métricas de plásticos al mar, lo cual refleja el mal manejo de estos (Meijer *et al.*, 2021), especialmente por la proliferación de basureros ilegales (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021a). En la desembocadura del río Naranjo año tras año se evidencia la presencia de basura que fue transportada desde la parte alta de la cuenca, pasando por las partes media y baja (Figura 5).

Otras causas identificadas son la falta de cultura y educación ambiental en cuanto a técnicas de reciclaje, compostaje, clasificación, buenas prácticas de eliminación de la basura, entre otras; así como la falta de fortalecimiento de capacidades de instituciones relacionadas con este tema según mandato.

Como resultado de lo abordado en esta sección de causas, se puede inferir que no se cumplen los aspectos mínimos a ser considerados en un plan de manejo de desechos sólidos, que incluyen desde la generación, recolección y transporte, hasta la segregación o clasificación y el respectivo almacenamiento.



Figura 4. Vista de planta del basurero de Coatepeque que cuenta con denuncia ambiental y que funciona como tiradero para otros municipios vecinos
Crédito fotográfico: toma de dron del ICC realizada durante el recorrido de campo en la cuenca del río Naranjo (2022).



Figura 5. Desembocadura del río Naranjo al océano Pacífico, Ocós, San Marcos
Crédito fotográfico: Delegación Departamental del MARN de San Marcos (2021).

1.3.3.2 Efectos

El mal manejo de los desechos y residuos sólidos conlleva el deterioro de la calidad del agua de fuentes superficiales, ya que los basureros frecuentemente se localizan en las proximidades del cauce de los ríos, provocando que dichos desechos sean transportados y acumulados en las partes bajas de la cuenca, situación que se agrava en la zona ribereña al carecer de cobertura forestal que pudiera servir de barrera. A esto se suma el aporte de contaminantes ocasionado por lixiviación en las fuentes de agua subterránea. Esta situación también impacta negativamente a la biodiversidad fluvial, ya que se altera el estado y los procesos ecológicos (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).

Otros efectos son el deterioro de la belleza escénica, la pérdida de cobertura forestal por actividades de quema de basura que ocasiona incendios forestales, y la contaminación atmosférica debida a las emisiones de la basura mal manejada (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). Con relación a esto último, la disposición final de los desechos y residuos sólidos en tierra es una de las principales causantes de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera en Guatemala (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

El mal manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos también puede ocasionar enfermedades respiratorias y gastrointestinales (relacionadas con personas que realizan actividades de recuperación de desperdicios en los basureros).

Un efecto más es la acumulación de basura en las zonas azolvadas de la cuenca, que generalmente se localizan en su parte baja, donde la pendiente es mínima y predomina el proceso de deposición de sedimentos.

1.3.4 Degradación del suelo

1.3.4.1 Causas

La degradación del suelo se refiere a la conversión de un suelo fértil y productivo a condiciones estériles (Akinrinde, 2004) y su principal causa es la erosión hídrica, definida como un proceso de degradación física del suelo.

En esta cuenca se ha identificado que la erosión hídrica provoca la degradación de los recursos naturales (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001), como efecto del cambio del uso de la tierra en su parte alta (Servicios Integrales Agrícolas y Forestales, 2021). Su magnitud promedio es de 232 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año). Esta erosión está relacionada con la evolución del paisaje natural de la cuenca, que se considera

se encuentra en un estado transitorio entre el equilibrio y la vejez temprana, ya que en su parte baja-media su potencial erosivo es bajo. La cuenca baja o zona de casi planicie es la principal área de depósito de sedimentos. Mientras, su parte alta presenta características de un estado joven con alto potencial erosivo (Figura 6).

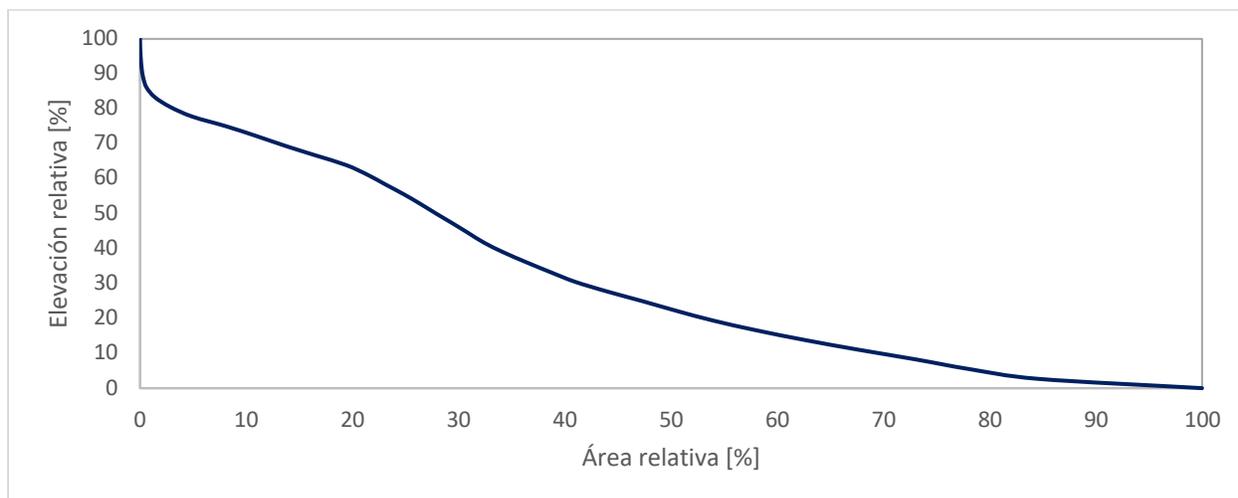


Figura 6. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
Fuente: elaboración propia con base en diferentes informaciones cartográficas indicadas en la caracterización morfológica de la cuenca del río Naranjo (2021).

El grado de erosión hídrica según el tipo de uso/cobertura de la tierra, refleja que los matorrales, la agricultura anual y los espacios abiertos (sin o poca vegetación), entre otros, presentan las mayores tasas de erosión (muy alta) y aportan el 86.1 % de los sedimentos producidos en la cuenca. En la categoría de nivel de erosión alta se ubican los usos de caña de azúcar, pastizales, cultivos permanentes herbáceos y bosque; que aportan el 13.5 % de los sedimentos. Mientras, el uso/cobertura de banano-plátano presenta un nivel de erosión leve (Tabla 7).

Tabla 7. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Naranjo

Usos ¹	Erosión ² (t/ha/año)	Nivel de erosión ²	Sedimentos (%)
Vegetación arbustiva baja (matorrales), agricultura anual, zonas agrícolas heterogéneas, espacios abiertos, cultivos permanentes arbóreos, café y hule	> 200	Muy alta	86.1 %

Usos ¹	Erosión ² (t/ha/año)	Nivel de erosión ²	Sedi- mentos (%)
Caña de azúcar, pastizales, cultivos permanentes herbáceos y bosque	50–200	Alta	13.5 %
Urbano	10–50	Moderada	0.2 %
Banano-plátano	< 10	Leve o nula	0.08 %

Nota. ¹ Usos basados en datos del Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014). ² Categorías con base en información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1980). Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021).

Uno de los factores decisivos que intervienen para el análisis de la erosión hídrica es el topográfico, que se refiere a la inclinación y longitud de la pendiente. En el caso de la cuenca del río Naranjo, este factor tiene valores entre medios a altos en su parte media-baja, debido a que tiene características muy montañosas con relieves escarpados e irregulares. Por otro lado, la ausencia de cobertura vegetal en estas áreas incrementaría significativamente los niveles de erosión, lo cual también se presenta en los espacios abiertos sin o con poca vegetación. Otro factor es la erosividad de los eventos de precipitación pluvial que, en el caso de esta cuenca, es mayoritaria alta y tiene correspondencia espacial con zonas de alto potencial erosivo y factor topográfico (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021).

La susceptibilidad de los suelos de la cuenca a ser erosionados es entre media a alta (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021). Esto se relaciona con la predominancia de suelos de orden andisol en la parte media-alta (63 %), ya que estos son susceptibles a erosión hídrica en terrenos con pendientes pronunciadas (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2013; Soil Survey Staff *et al.*, 2010; Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2000).

Otra causa de erosión es el cambio de uso/cobertura de la tierra. Cuando la cobertura del suelo es pobre en zonas de relieve escarpado e irregular (cuenca alta) y el potencial de producción de escorrentía de la cuenca es alto, incrementa la degradación de las tierras en estas áreas y aumenta la potencia del transporte de sedimentos hacia la cuenca baja a través de la red hídrica (Lane, 1955). Esta situación incrementaría de no existir prácticas de conservación de

suelo, actividad que debe ser prioritaria en la región Centroamericana (Vargas, 1992). Se propone que para esta cuenca se implementen buenas prácticas de cultivo y de conservación del suelo en las zonas de aptitud agrícola (25.3 %), y se fomente el uso correcto de la mayor parte de la superficie con aptitud forestal (46.7 %), que actualmente está sobreutilizada por la cobertura de café.

Otra causa de la degradación del suelo es la ausencia de legislación en esta temática. Actualmente se está formulando la *Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequías* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021). También está la iniciativa de *Ley de Manejo, Conservación y Restauración de Suelos Agrícolas*, que cuenta con dictamen favorable de la comisión de Agricultura, Ganadería y Pesca a enero del 2018, pero está pendiente de aprobación (Congreso de la República de Guatemala, 2022). Adicionalmente, el cumplimiento de la legislación relacionada es deficiente, entre las que destacan: Ley Forestal (Congreso de la República de Guatemala, 1996); Ley de Cambio Climático (Congreso de la República de Guatemala, 2013); Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los Recursos Naturales (Presidencia de la República de Guatemala, 2007); y Política Nacional de Producción más Limpia (Presidencia de la República de Guatemala, 2010).

1.3.4.2 Efectos

La pérdida de la capa más superficial del suelo impacta negativamente en su fertilidad, con lo cual se reduce la capacidad productiva de bienes y servicios ecosistémicos (Brown, 1981; Young, 2000), e incluso se puede llegar a la desertificación (Godone & Stanchi, 2011); con lo cual disminuye el desarrollo agrícola y pecuario (Akinrinde, 2004), además de propiciar la inseguridad alimentaria (Gebrehiwot, 2022).

Uno de los efectos de la degradación del suelo es la disminución de la productividad de los cultivos agrícolas, lo cual recobra importancia en el caso de la cuenca del río Naranjo, donde existen coberturas agrícolas como el café (que ocupa el 29.12 % de su superficie), el hule (9.16 %), el maíz y frijol (8.14 %), los pastos cultivados (2.33 %), la palma africana (4.45 %), entre otros (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021).

Por otro lado, el 50.5 % de la cuenca tiene sobreuso o uso por arriba de su capacidad natural (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016). Esto es importante ya que se ha estimado que los niveles

de erosión hídrica en Guatemala se incrementan en 6.5 veces en las tierras sobreutilizadas en comparación con aquellas que tienen un uso correcto, y hasta ocho veces al compararlas con las subutilizadas (Pineda, 2009). Las proporciones con respecto a las tierras sobreutilizadas en la cuenca hidrográfica del río Naranjo indican que la magnitud es 3.9 veces mayor en comparación con las tierras que tienen uso correcto, y 2.4 veces superior con respecto a las tierras con subuso o por debajo de su capacidad. Estos datos se obtuvieron con base en información sobre erosión hídrica potencial estimada por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021), y su relación con la capacidad de uso de la tierra (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016).

La degradación del suelo compromete su fertilidad, ya que el desarrollo de la agricultura depende en gran medida de este recurso, tanto para su soporte físico como para fuente de fertilidad (Akinrinde, 2004). Así, otros efectos de dicha degradación son la pérdida de calidad de las funciones ecológicas del suelo —como el secuestro y almacenamiento de carbono, la regulación y mantenimiento de los nutrientes y el agua (Costantini *et al.*, 2018; Steinhoff-Knopp *et al.*, 2021)—, y la disminución de la capacidad productiva de bienes y servicios ecosistémicos (Brown, 1981; Young, 2000), como la provisión de cultivos y su relación con la seguridad alimentaria (Gebrehiwot, 2022). Adicionalmente, se propicia la pérdida de carbono en el suelo (Hernández *et al.*, 2014), lo que a su vez se relaciona con la degradación y pérdida de cobertura forestal, y la emisión de gases de dióxido de carbono (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

Otro efecto derivado de la disminución de la fertilidad o degradación es el incremento de las inversiones para cubrir los costos de producción y productividad, considerando que la fertilización química prevalece en comparación con el abonado. La productividad es un indicador de las condiciones del suelo, tanto en calidad como en cantidad, y su manejo debe ir acompañado de buenas prácticas de manejo del cultivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022).

Por otro lado, se incrementa la desertificación de los suelos, considerando que Guatemala es el país de Centroamérica con la mayor proporción de tierras degradadas, lo cual se debe principalmente a la pérdida de la cobertura forestal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005). Un efecto más de la degradación del suelo, específicamente por erosión hídrica, es el azolvamiento del cauce de los ríos.

1.3.5 Escasez de agua

1.3.5.1 Causas

Las principales causas de la escasez de agua son el crecimiento de la población, que pasó de 309 430 a 399 652 habitantes entre 2002 y 2018 en la cuenca; así como cambios en la dinámica de disponibilidad hídrica por factores como el uso/cobertura de la tierra, variabilidad y cambio climático, contaminación del agua, cantidad de agua utilizada para la producción de bienes y servicios, debilidad o falta de gobernanza del recurso hídrico, falta de Ley de Aguas, entre otras.

La precipitación pluvial media anual durante el período 1991 a 2020 fue de 2674.7 ± 872.2 mm, con una alta variación del acumulado anual de esta variable. La duración de la época lluviosa entre 1980 y 2018 fue mayoritariamente de 150 a 175 días (Orrego León *et al.*, 2021), y la de la canícula durante el período de 1980 a 2019 fue de 26 a 35 días en la mayor parte de la superficie de la cuenca, extendiéndose a 45 días en su cabecera (Orrego León *et al.*, 2022). La amenaza por sequía es entre mediana-baja a baja en la cabecera de la cuenca, muy baja en la cuenca media y parte de la baja, y en la zona más baja tiende a ser entre media a alta (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2015).

La contaminación del agua reduce su disponibilidad, ya que existen enfermedades relacionadas con esta condición (Organización Mundial de la Salud, 2022). En cuanto a la cantidad de agua dulce que es utilizada para la producción de bienes y servicios, durante los talleres de diagnóstico realizados se identificaron los siguientes: uso intensivo del riego, uso no regulado del agua, derivaciones de ríos y aprovechamiento irresponsable por parte de la agroindustria en la cuenca baja. Sin embargo, existe el vacío o ausencia de una Ley de Aguas que pueda regular el uso de este recurso en Guatemala (Global Water Partnership Centroamérica, 2015).

La cuenca hidrográfica del río Naranjo no tiene estrés hídrico según el indicador de disponibilidad de agua dulce por habitante para actividades de uso doméstico, agrícola, energético, industrial y para mantener el ambiente (Falkenmark *et al.*, 1989; United Nations Development Programme, 2006). Sin embargo, a escala municipal y según la superficie que ocupan los municipios en la cuenca del río Naranjo, se encontraron hallazgos relevantes. Tal es el caso de Esquipulas Palo Gordo, que se encuentra en condición de estrés hídrico ($<1000-1700$ m³/persona/año); San Antonio Sacatepéquez con escasez crónica ($500-1000$ m³/persona/año); y San Marcos, El Rodeo y La Blanca con escasez absoluta o extrema (<500 m³/persona/año).

1.3.5.2 Efectos

Los efectos de la escasez hídrica son múltiples, como el impacto negativo al bienestar humano y su calidad de vida, la inseguridad hídrica, la degradación de tierras, la inseguridad alimentaria, el incremento de la pobreza, la disminución de los niveles de agua subterráneas, el apareamiento o intensificación de conflictos sociales, entre otros (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010a; United Nations Water, 2007).

Un tema relacionado con la gestión del recurso hídrico es el acceso limitado a agua potable segura para los habitantes. En el caso del municipio de Colomba Costa Cuca (localizado principalmente en la cuenca media), existe déficit en el suministro de agua potable (Municipalidad de Colomba Costa Cuca, 2020). Además, en otros territorios la cobertura del sistema de agua potable es baja, tanto en el área urbana como rural, lo que lleva a racionar su dotación. Tal es el caso del municipio de San Pedro Sacatepéquez que tiene baja cobertura de servicio de agua domiciliar (Concejo Municipal de San Pedro Sacatepéquez, 2020); San Marcos que no tiene cobertura para servicio y distribución (Concejo Municipal de San Marcos, 2020); y El Tumbador, que cuenta con cobertura limitada del servicio de agua entubada (Concejo Municipal de El Tumbador, 2020).

1.3.6 Falta de gobernanza con enfoque de cuenca

1.3.6.1 Causas

Esta problemática estructural en la cuenca tiene múltiples elementos que la originan, como el débil cumplimiento de la legislación vigente, que a su vez se apoya en la falta de voluntad política, de coordinación interministerial y de diálogo entre los usuarios del agua (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009). A esto se suma la reducida capacidad del Estado y de los gobiernos locales para la gestión del territorio, y la centralización en la toma de decisiones (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Por otro lado, la incidencia de los consejos de desarrollo es débil y no existe interés por abordar las problemáticas desde una perspectiva territorial ampliada, como en el caso de una cuenca hidrográfica. Por tanto, es necesario fortalecer la gobernanza forestal (Instituto Nacional de Bosques, 2010), lo cual es de alta importancia en el caso de esta cuenca considerando su amplia aptitud forestal (46.7 %), así como las causas y agentes que llevan a la pérdida de esta cobertura.

Otra causa es la falta de participación, integración y articulación de los actores de la cuenca, a pesar de que en una porción de esta sobresale el trabajo de la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo (Mancuerna)

desde su creación en 2003, conformada inicialmente por ocho municipios² (Barreno, 2011). Al 2022 los municipios que la integran incrementaron a nueve, como resultado de la suma de dos nuevos integrantes (La Reforma y San José el Rodeo) y la salida de Esquipulas Palo Gordo. Actualmente, dirigen su trabajo según cuatro ejes estratégicos: (i) fortalecimiento institucional; (ii) desarrollo integral y seguridad alimentaria; (iii) gestión ambiental, riesgo a desastres y cambio climático; y (iv) agua y saneamiento; así como cuatro ejes transversales (dinámica poblacional, equidad de género y generacional, multiculturalidad, e investigación para el desarrollo) (Mancuerna, 2022).

La estrategia de intervención territorial de Mancuerna considera elementos integradores de tipo biofísico (como la cuenca hidrográfica y el ciclo del agua); y aquellos de carácter social, político y humano representados por las municipalidades, asociaciones y participación ciudadana. Esta labor ha impactado reduciendo la contaminación ambiental en la cuenca, ya que se ha trabajado es aspectos como: tratamiento de aguas residuales, manejo integrado de residuos sólidos, apoyo técnico para mejorar las técnicas de manejo de cultivo, recarga hídrica, educación ambiental y fortalecimiento institucional (Barreno, 2011); con lo cual se espera promover la gestión integrada del recurso hídrico en el área de influencia.

Sin embargo, es necesario que los actores se integren y articulen para poder completar su intervención en la cuenca media y baja, principalmente porque el alcance de las problemáticas de mal manejo de desechos sólidos y descarga de aguas residuales sin o con tratamiento deficiente, impactan hasta la desembocadura de la cuenca; y persisten los basureros ilegales en las cercanías del cauce del río Naranjo, Nahuatán y Meléndrez.

Según el mapeo realizado, los actores considerados claves son el MARN, las municipalidades, las empresas, el MAGA, la cooperación internacional y el INAB. Seguidamente se identificaron actores primarios, que son las oenegés, el Conap, Mancuerna, los Cocodes y los comités de agua. Los actores secundarios son el ICC, las asociaciones, los pueblos indígenas y el Mineduc; mientras que dentro de los actores periféricos o que pueden llegar a influir (directa o indirectamente) en los otros (clave, primarios, secundarios) se encuentran: Diprona, organizaciones de mujeres, Codede y comunidades. Existen otros actores que no fueron mencionados, pero conforme con su mandato legal, funciones y/o área de intervención, también deberían ser considerados, como

² San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, Esquipulas Palo Gordo, San Antonio Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho, Palestina de Los Altos, San Juan Ostuncalco y San Martín Sacatepéquez.

Ocret, MSPAS, Grupo Promotor de Tierras Comunales, consejos de micro-cuenca, Unidades de Riesgo, entre otros.

Por otro lado, la capacidad de las instituciones de Gobierno es débil para la coordinación, integración y el manejo y gestión del territorio bajo un enfoque y visión compartida —donde coincidan los gobiernos locales, la población, los sectores productivos y la academia, entre otros— y con ello sea posible constituir un sistema de gestión donde se tomen decisiones consensuadas en beneficio del ambiente y considerando la sostenibilidad. En ese sentido, el Plan Nacional de Desarrollo priorizó la gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica y la búsqueda de un nuevo modelo de regionalización territorial para su gestión; sin embargo, la planificación territorial se delimita a escala municipal (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Bajo el contexto de cuenca hidrográfica, esta delimitación puede resultar compleja porque sus límites van más allá de los municipales, por lo cual es necesario transitar hacia un nuevo modelo de regionalización que contribuya a la gestión integrada del recurso hídrico y a la seguridad hídrica.

Según el índice de gestión estratégica municipal del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* —que para su calificación incluye las acciones y la institucionalización para la gestión ordenada del territorio (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019)—, los tres municipios con mayor superficie en la cuenca del río Naranjo (cuenca baja) están en las categorías baja (Tumbador y Pajapita) y media-baja (Nuevo Progreso). Mientras, en la cabecera de la cuenca este índice se distribuye entre bajo (San Juan Ostuncalco), medio-bajo (San Pedro Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho, San Martín Sacatepéquez y Palestina de los Altos) y medio (San Marcos y San Antonio Sacatepéquez).

La existencia de legislación relacionada con las cuencas hidrográficas no garantiza la integración, participación y articulación completa de sus actores. Por ejemplo, se declaró con lugar la inconstitucionalidad del Acuerdo Ministerial 335-2016³ (Expediente 5785-2017), y lo mismo pudiera ocurrirle al Acuerdo Gubernativo 19-2021 si se encuentran hallazgos de extralimitación de las competencias del Ejecutivo (Alonso Ramírez *et al.*, 2021), afectando con ello la conformación e integración de las mesas técnicas que contempla dicho acuerdo. De allí la importancia de que el proceso de integración y articulación de los actores para el manejo y gestión de la cuenca trascienda y sea sostenible, para que dichos impulsores de cambio (en este caso de tipo legal), no afecten los procesos de gobernanza. Finalmente, otra causa de la falta de

³ Normas para promover la gestión integrada de cuencas a través de la creación y operación del inventario de usuarios del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala.

gobernanza es la deficiente formación de capacidades en el contexto de cuencas hidrográficas.

1.3.6.2 Efectos

Los efectos de la falta de gobernanza con enfoque de cuenca son la degradación de los recursos naturales, la pérdida de la cobertura forestal, la sobreutilización de las tierras, la contaminación del agua, el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos, el deterioro de la belleza escénica, la emisión de gases de efecto invernadero, el deterioro de la calidad y cantidad de los bienes y servicios ecosistémicos, la inseguridad alimentaria, la débil o falta de gobernabilidad, la pérdida de biodiversidad, la gestión débil del riesgo, entre otras (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014; Instituto Nacional de Bosques, 2010).

La ausencia de un sistema o red de gobernanza efectiva contribuye a que la legislación vigente no se cumpla y a agravar la ingobernabilidad territorial, afectando a los medios de vida de la población e incrementando las presiones sobre los bienes y servicios ecosistémicos. La falta de gobernanza con enfoque de cuenca es la principal causa de los impactos antropogénicos a la naturaleza, tanto positivos como negativos. En este contexto, un ejemplo de la implementación municipal de la gestión integrada del recurso hídrico es la Mancomunidad de Municipalidades de la Cuenca del Río Naranjo, que aporta hacia la gobernanza (Barreno, 2011).

Otro efecto es el desconocimiento de las problemáticas existentes bajo el contexto de cuenca hidrográfica, principalmente debido a la falta de difusión, de fortalecimiento de capacidades y de educación ambiental. La falta de visión compartida del territorio se refleja mediante la pobre instrumentación de la cuenca (clima, suelo, cobertura vegetal, hidrología, calidad del agua), que es necesaria para poder evaluar sus recursos hídricos (disponibilidad y oferta). El conocimiento de los recursos hídricos (cantidad y calidad) es prioritario y una condición previa para el manejo efectivo del agua (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009); pero cuando la información es escasa, o está desactualizada y fragmentada, la toma de decisiones para el manejo, gestión, monitoreo y evaluación se ve afectada.

La desinformación lleva al desconocimiento, duplicidad y/o competencia para el desarrollo de acciones y proyectos en la cuenca; de allí la necesidad de que exista una red de gobernanza efectiva que priorice dichas acciones con base en las problemáticas identificadas, las cuales podrían ser más efectivas si se

basan en experiencias aprendidas y se implementan con base en indicadores establecidos.

Aunque actualmente existen deficiencias para el abordaje y la creación de entornos facilitadores para la gestión del agua en esta cuenca (como los diálogos entre usuarios del agua, una plataforma que apoye con presupuestos y la cooperación entre actores dentro de la cuenca) (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009); se considera como una ventaja la reciente legislación sobre las disposiciones para promover la protección y conservación de cuencas hidrográficas de la República de Guatemala.

2 LÍNEA BASE

La línea base de la cuenca hidrográfica del río Naranjo fue estructurada a partir de las problemáticas priorizadas durante la fase de diagnóstico. Posteriormente, se definieron indicadores que integran variables de tipo cuantitativo y cualitativo, cuyos valores iniciales se establecieron a partir de la información primaria y secundaria obtenida durante las fases anteriores (caracterizaciones, diagnóstico y recorrido de campo).

Se utilizaron los siguientes indicadores de manejo y gestión compartida de cuencas hidrográficas: proceso, impacto, producto y resultado. Los indicadores de manejo de cuenca se refieren al efecto de las acciones para mejorar el estado de la cuenca; mientras que los de gestión compartida abordan la gobernanza con enfoque de cuenca, el trabajo compartido para la toma de decisiones y el fortalecimiento de capacidades. Adicionalmente, se identificaron necesidades de información para el monitoreo y evaluación del conjunto de indicadores (Tabla 8). La línea base de la cuenca se sintetiza en la Tabla 9.

Tabla 8. Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan

Necesidad de información	Descripción
Recarga hídrica a escala de cuenca	Estimación de la lámina de recarga hídrica y su distribución espacial a escala de detalle, con levantamiento de información en campo (pruebas de infiltración, entre otras).
Redes de monitoreo hidroclimático de alta resolución espacial y temporal	Incrementar la densidad de estaciones hidrométricas y climáticas.
Monitoreo de sedimentos en los principales ríos	Se requiere monitorear la carga de sedimentos en la parte alta, media y baja (salida) de la cuenca.
Plataforma digital para el monitoreo de la cuenca	Se requiere de una plataforma digital que integre una interfaz gráfica y de datos biofísicos y socioeconómicos de la cuenca.
Sitios de contaminación ambiental	Registro y mapeo participativo a través de dispositivos móviles: basureros, descargas de aguas residuales, incendios, caza, tala ilegal, entre otras.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Naranjo

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Pérdida de la cobertura forestal	Cobertura forestal	Dinámica de la cobertura forestal	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> • Ganancias brutas (2010-2016): 10 083.15 ha • Pérdidas brutas (2010-2016): 4401.36 ha • Cambio neto (2010-2016): 5681.79 ha (+ 4.57 %) • Cobertura forestal (2016): 25.74 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio neto positivo. • Aptitud forestal de la cuenca (protección y producción): 46.7 %. 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Superficie con programas o iniciativas de manejo forestal sostenible	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de la cuenca con incentivos forestales (1998-2020): 6.8 % (8408.93 ha) 	Se incrementa la superficie con incentivos en apoyo al aumento de la cobertura forestal.	Análisis temporal con registros del INAB	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Restauración forestal de zonas de ribera (ZR): franja de 35 m por lado, según la Ley Probosque (Decreto 2-2015)	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> • Río Naranjo: 24.57 % (327.82 ha) • Río Melendrez: 8.73 % (50.61 ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Río Naranjo: 1334.34 ha. • Río Melendrez: 579.52 ha. 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Ríos Naranjo y Melendrez
		Protección de las fuentes de agua para consumo humano con cobertura forestal	Superficie (ha, %)	No existe un inventario de las fuentes de agua para consumo humano y su zona de protec-	Cobertura vegetal en la zona donde se ubican las fuentes de agua para consumo humano o en su zona de recarga.	Análisis temporal con imágenes satelitales y/o visitas de campo	5 años	Fuentes de agua para consumo humano

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Pérdida de la cobertura forestal	Cobertura forestal			ción con cobertura forestal en toda la superficie de la cuenca.				
		Cobertura forestal en áreas de recarga hídrica	Superficie (ha, %)	No existen estudios sobre la delimitación espacial de las zonas de recarga hídrica en toda la superficie de la cuenca del río Naranjo que involucren láminas de agua recargada.	Según la zonificación de las áreas de recarga hídrica.	Análisis con imágenes satelitales	5 años	Zonas de recarga hídrica
Descarga de aguas residuales con limitado o nulo tratamiento	Tratamiento de aguas residuales municipales	Estudio técnico de aguas residuales (artículo 5 Acuerdo Gubernativo 236-2006)	Informe	El 91.3 % (21) de los municipios con superficie en la cuenca ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales.	El 100 % (23) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo cuenta con el estudio técnico.	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 23 municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo
		Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al alcantarillado público y/o a cuerpos receptores	Número de PTAR funcionando, cumplimiento de los LMP, % de eficiencia de remoción, % de descargas con tratamiento	Al 2021, existen 34 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales sólo el 50 % funciona, 26.5 % no funciona y el resto se encuentra en construcción.	El 100 % de las municipalidades con superficie en la cuenca y las empresas que prestan el servicio de tratamiento y que tienen descargas activas a cuerpos receptores y/o alcantarillado público de aguas residuales ordinarias, especiales o mezcla de ambas; cuenta con plantas de tratamiento	Consulta y revisión con las municipalidades y el MARN (Sistema General de entes Generadores de Aguas Residuales)	1 año	El total de la superficie de la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Descarga de aguas residuales con limitado o nulo tratamiento	Tratamiento de aguas residuales municipales				de aguas residuales en funcionamiento, cumple con los límites máximos permisibles de descarga y tiene altas eficiencias de remoción.			
Mal manejo de los desechos sólidos	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos municipales	Estudio de caracterización de los desechos y residuos sólidos municipales	Informe	No se cuenta con una estadística sobre el cumplimiento del reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes.	El 100 % (23) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo cumple con el estudio.	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 23 municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo
		Plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos comunes	Informe	El 26 % (6) de los municipios de la cuenca cuenta con servicio público de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos con plan de manejo o manual de operación y mantenimiento.	El 100 % (29) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo cuenta con el Plan.	Consulta integrada al MARN	Actualización: 5 años, evaluación: 1 año	Las 23 municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo
		Actividades para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos	t/año	El 26 % de los municipios en la cuenca cuenta con planta de clasificación de residuos operando; el 43 % con algún programa de	Cumplimiento de las actividades para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos según el Reglamento (Acuerdo Gubernativo 164-2021).	Consulta y análisis de estudio bianual de Segeplán, y consulta y análisis al MARN	Anual	Las 23 municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Mal manejo de los desechos sólidos	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos municipales			reciclaje; el 22 % con planta de compostaje operando; el 61 % con tren de aseo; el 17 % tiene relleno sanitario con dictamen del MSPAS; y el 26 % tiene relleno sanitario con licencia ambiental aprobada por el MARN.				
		Basureros clandestinos	Número de basureros	Al 2021, existían 71 basureros (63 en San Marcos y el resto en Quetzaltenango), predominantemente clandestinos.	0	Levantamiento y verificación en campo o con dron	Anual	El total de la superficie de la cuenca
Degradación del suelo	Pérdida de suelo	Erosión hídrica potencial a escala de cuenca	t/ha/año	Cuenca del río Naranjo: 232 t/ha/año.	Ligera (≤ 10 t/ha/año) a moderada (10-50 t/ha/año)	Ecuación universal de pérdida del suelo y/o sus variantes	Anual	Toda la superficie de la cuenca
		Erosión hídrica en campo	t/ha/año	No se cuenta con registros de mediciones en campo sobre erosión hídrica en la cuenca del río Naranjo.	Ligera (≤ 10 t/ha/año)	Clavos de erosión y parcelas de escorrentía (dedicación total), priorización por nivel de erosión	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
	Manejo del suelo	Conservación del suelo	Superficie (ha)	No se cuenta con registros sobre la implementación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Naranjo.	Prácticas de conservación del suelo implementadas en las zonas de erosión hídrica moderada, alta y muy alta.	Diseño e implementación de prácticas de conservación del suelo	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Caudal	Caudal volumétrico (m ³ /s)	Caudales promedio de las primeras 20 semanas del año del período 2016-2021: <ul style="list-style-type: none"> • río Naranjo (cuenca baja): 12.81 m³/s, • río Naranjo próximo a la desembocadura (Cimarrón): 9.35 m³/s. 	Según el balance hidrológico de la cuenca y sus cuencas de mayor nivel. No existe un estudio para esta cuenca con caudales calibrados.	Sección-velocidad, vertederos, radar-curva de calibración	Diario y semanal discretizados según época (seca y lluviosa)	Ríos: Naranjo y Melendrez (parte alta, media y baja)
		Profundidad del agua subterránea (nivel freático)	Profundidad del nivel freático (m) y mapa de isopiezas	En el acuífero de San Marcos los niveles estáticos van de 30 a 150 metros bajo la superficie.	Según las condiciones intrínsecas del lugar (geología, litología, recarga, unidades hidrogeológicas, suelo, topografía, conductividad hidráulica, otros), uso/cobertura de la tierra, clima y presión antrópica. El valor ideal es que los niveles se mantengan estables, sin tendencia a disminuir.	Medición en campo con cinta métrica	Mensual	Acuíferos identificados

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Disponibilidad de agua subterránea (recarga hídrica, extracciones, descargas naturales)	millones de m ³ /año	<ul style="list-style-type: none"> El acuífero de San Marcos presenta disponibilidad, extracción y potencial igual a 93.2, 13.45 y 79.75 millones de m³, respectivamente. La recarga anual media simulada para la cuenca (2015) es de 813.2 mm/año. 	Disponibilidad de agua subterránea sin sobre extracciones.	Relación entre la recarga hídrica y las extracciones	Anual	Acuíferos de la cuenca
		Agua dulce disponible por persona (cuenca, subcuencas, municipios)	Indicador de agua dulce por habitante (m ³ /persona/año)	<ul style="list-style-type: none"> Cuenca del río Naranjo sin estrés hídrico (> 1700 m³/persona/año). Municipio de Esquipulas Palo Gordo con estrés hídrico (1000-1700 m³/persona/año). Municipio de San Antonio Sacatepéquez con estrés crónico (500-1000 m³/persona/año). 	> 1700 m ³ /persona/año.	Indicador de agua dulce por habitante	5 años	Toda la superficie de la cuenca, subcuencas de nivel 7 y 8, y por municipio

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica			m ³ /persona/año). • San Marcos, El Rodeo y La Blanca con escasez absoluta o extrema (< 500 m ³ /persona/año).				
	Agua para consumo humano	Índice de calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano	Categorías del índice (A, B, C, D).	Actualmente no existe información a detalle sobre el acceso óptimo.	Acceso óptimo (> 100 l/persona/día): categoría A del índice.	Revisión de información municipal (PDM-OT), entrevistas a directivos de oficinas municipales de agua y saneamiento	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo y con presencia de habitantes
		Cobertura de agua potable/entubada segura (apta para consumo humano)	Porcentaje de cobertura de servicio de agua potable/entubada segura.	Actualmente los municipios en la cuenca cuentan con bajos niveles de cobertura de agua potable/entubada según sus PDM-OT; además, muchos municipios no han realizado su PDM-OT.	<ul style="list-style-type: none"> Acceso y cobertura: 100%. Cumplimiento de límites de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la Norma Técnica Guatemalteca 29001. 	Revisión de información municipal (PDM-OT)	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo con presencia de habitantes

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua	Agua dulce utilizada para la producción de bienes y servicios	Huella hídrica para la producción de los principales bienes y servicios	Volumen de agua por unidad de bien o servicio producido (m ³ /t)	<ul style="list-style-type: none"> Caña de azúcar (2020): 115 m³/t. Banano de la costa sur (2020): 360 m³/t. Aguacate del altiplano central (2020): 757-848 m³/t (plantaciones >= 5 años) 	Huella hídrica integrada: <ul style="list-style-type: none"> caña de azúcar: 1666-1782 m³/t banano: 790 m³/t (media mundial) aguacate: 1981 m³/t (media mundial plantaciones >= años) café: 15 897 (verde) - 18925 (tostado) m³/t maíz: 1222 m³/t 	The Water Footprint Assessment Manual	Anual	Principales usos productivos de la cuenca
	Calidad del agua	Calidad del agua superficial y subterránea (parámetros físicos, químicos y microbiológicos)	<ul style="list-style-type: none"> Índice de calidad del agua (ICA) Índice de calidad del agua BMWP-Atitlán (Biological Monitoring Working Party) Índice biológico a nivel de familias (IBF) Parámetros físico-químicos, químicos y 	Según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA), en 2021 la calidad del agua de los ríos Naranjo (Coatepeque) y Melendrez (Pajapita) fue inadmisibles, mientras que para el río Nahuatán (Pajapita) fue admisible. Sin embargo, en los tres se descarta el uso para consumo humano.	<ul style="list-style-type: none"> ICA: buena a excelente (71-100). BMWP-Atitlán: buena (91-120) a excelente (> 120). IBF: calidad muy buena a excelente. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por debajo de los límites máximos permisibles de la Norma Guatemalteca Técnica 29001 para las fuentes de agua superficial y subterránea utilizadas para consumo humano. Los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterrá- 	ICA, BMWP-Atitlán, IBF, Coguanor 29001	Anual	Principales ríos de la cuenca, pozos y manantiales utilizados para consumo

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua			microbiológicos	No existen estudios con información sobre ICA, IBF, BMWP-Atitlán y agua subterránea.	nea no reflejan la influencia de actividades antrópicas.			
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	Gobernanza	Índice de gestión municipal	Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) e índices que lo integran	<p>El 48 % de los municipios de la cuenca se ubica en la categoría media-baja del índice de gestión estratégica. En el 35 % es baja y en 17 el % es media.</p> <p>El 43 % de los municipios está en la categoría baja del índice de servicios públicos, el 26 % en media-baja, el 26 % en media y el 4 % en media-alta.</p>	Categorías alta y media-alta.	Índice de la gestión municipal	Bianual	Las 23 municipalidades con superficie en la cuenca del río Naranjo
		Coordinación interinstitucional, participación e integración de actores con enfoque de cuenca	Acta de constitución de la mesa técnica u otra plataforma de gestión del territorio con enfoque de	No existe la mesa técnica de la cuenca del río Naranjo. Sin embargo, Mancuerna integra ejes estratégicos	Constitución y conformación de la Mesa Técnica de la Cuenca del Río Naranjo con integración de sus actores de la parte alta, media y baja y/u otras plataformas de gestión con enfoque de cuenca. Relacionamiento	Revisión documental, conformación de la mesa técnica u otras plataformas. Revisión documental de	Anual	Toda la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	Gobernanza		cuenca. Informes, minutas, eventos, reuniones u otros.	con enfoque de cuenca.	(formal e informal) entre actores para realizar acciones con base en el plan de manejo de la cuenca.	reuniones y actividades		

Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria obtenida durante las fases de caracterización (biofísica y socioeconómica) y el diagnóstico de la cuenca del río Naranjo (2022).

3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL

La zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo fue definida con base en una serie de variables y pretende guiar la ubicación de la implementación de las actividades de los programas incluidos dentro del Plan. En el caso de esta cuenca, también se realizó una zonificación de áreas de manejo especial relacionadas al riesgo.

3.1 Metodología

Se utilizó la propuesta metodológica basada en criterios técnicos, sociales y legales (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2015), en conjunto con el criterio de zonificación territorial con enfoque de cuenca hidrográfica (Velásquez Mazariegos, 2013; Watler, 2014). A partir de allí se estableció la zonificación territorial y la zonificación de áreas de manejo especial.

Las variables utilizadas para definir la zonificación territorial fueron:

- i. capacidad de uso de la tierra (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016);
- ii. intensidad de uso de la tierra (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019);
- iii. áreas protegidas (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020);
- iv. zonas de alta recarga hídrica (> 800 mm/año) (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2015) y
- v. prioridad de restauración de la zona ribereña (35 metros a ambos lados del cauce) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático e Instituto de Recursos Mundiales, 2021), según la Ley Probosque (Decreto 2-2015) (Figura 7).

La propuesta de zonas de manejo especial consideró las siguientes variables:

- i. riesgo por deslizamiento (Centro del Agua del Trópico Húmedo Para América Latina y El Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, 2010);
- ii. amenaza por inundaciones (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015) y
- iii. sitios de potencial contaminación por presencia de basureros (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021a) (Figura 7).

A continuación, se describen las categorías de las zonas territoriales definidas (Tabla 10 y Tabla 11).

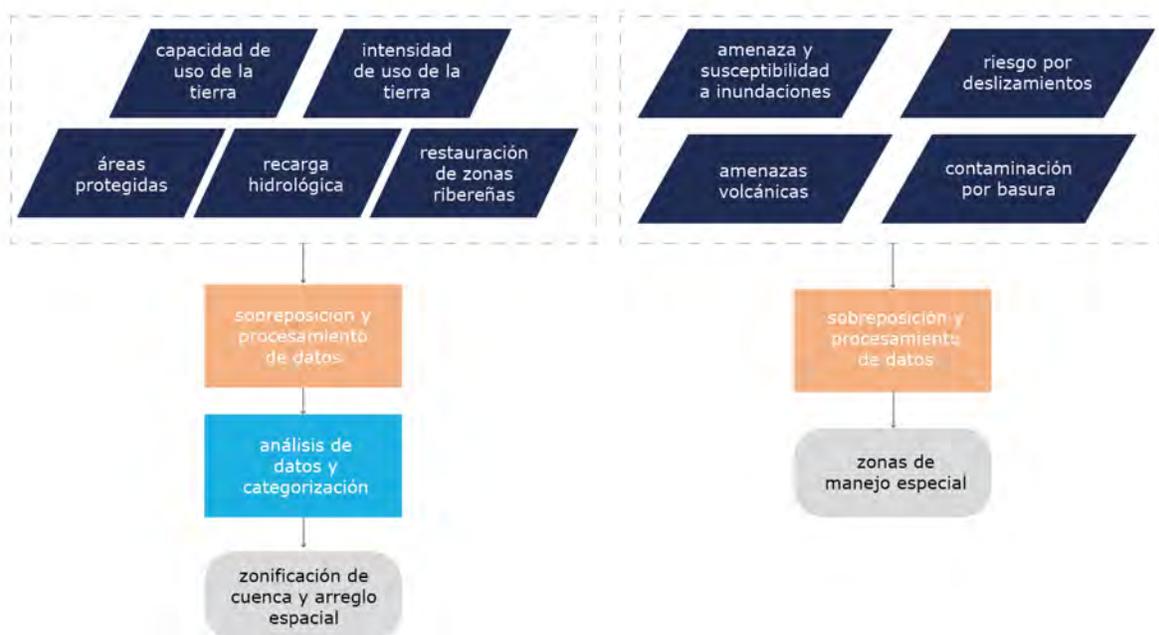


Figura 7. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Naranjo

Fuente: adaptado de diferentes criterios del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2015); Velásquez Mazariegos (2013); Watler (2014).

Tabla 10. Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Naranjo

Código	Categoría	Descripción general
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo	Integrada por las siguientes clases de capacidad de uso de la tierra: agricultura sin limitaciones (A) y/o agricultura con mejoras (Am), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas; y otros.
A2	Producción ganadera bajo sistemas silvopastoriles	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de sistemas silvopastoriles (Ss), uso correcto o subuso de la tierra, y sin áreas protegidas.
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de agroforestería con cultivos anuales (Aa), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.

Código	Categoría	Descripción general
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de agroforestería con cultivos permanentes (Ap), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
B3	Zonas de producción forestal	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de tierras forestales de producción (F), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
C1	Zonas para la protección forestal	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de tierras forestales de protección (Fp), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
C2	Áreas protegidas	Integrada por áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.
C3	Humedales, cuerpos de agua	Integrada por las categorías de intensidad y capacidad de uso de la tierra correspondientes a humedal y agua.
D1	Centros urbanos	Incluye la categoría urbana de intensidad de uso de la tierra.
Sin código	Zonas de alta recarga hídrica	Incluye las zonas de recarga hídrica con una lámina ≥ 800 mm/año según el balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala.
Sin código	Potencial de restauración de la zona de ribera	Incluye las zonas de prioridad de restauración de la zona de ribera (alta, media y baja). La zona de ribera está definida por 35 metros a ambos lados del cauce según la Ley Probosque (Decreto 2-2015) para los ríos Naranjo y Melendrez.

Fuente: elaboración propia con adaptación de criterios de Velásquez Mazariegos (2013); Watler (2014).

Tabla 11. Categorías de zonas de manejo especial en la cuenca del río Naranjo

Categoría	Descripción
Áreas con amenaza por inundaciones	Áreas con algún grado de amenaza por inundación (baja, media, alta y muy alta).
Zonas con riesgo a deslizamientos	Áreas con algún riesgo a deslizamiento (bajo, medio y alto).
Sitios de contaminación	Son aquellos sitios donde al 2021 existían basureros no autorizados por el MARN.

Fuente: elaboración propia con base en diferentes fuentes de información.

3.2 Propuesta de zonificación territorial

La zonificación territorial propuesta para la cuenca hidrográfica del río Naranjo establece que el mayor porcentaje de su superficie corresponde a la producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería (23.50 %), para la protección forestal (23.17 %) y para la producción forestal (17.64 %) (Tabla 12 y Figura 8).

Tabla 12. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Naranjo

Código	Categorías	Área	
		km ²	%
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería	292.14	23.50
A2	Zonas silvopastoriles y zonas de producción ganadera	133.74	10.76
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	89.88	7.23
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	92.00	7.40
B3	Zonas de producción forestal	219.2	17.64
C1	Zonas para la protección forestal	287.93	23.17
C2	Áreas protegidas	85.49	6.88
C3	Humedales y cuerpos de agua	10.28	0.83
D1	Zonas urbanas	32.27	2.60

Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de alta recarga hídrica en la cuenca del río Naranjo (> 800 mm/año) se localizan principalmente entre la cuenca media y alta —donde se encuentran las zonas forestales (producción y protección) y las áreas protegidas—, y representan el 47.1 % de la superficie de la cuenca. Según el potencial de restauración de la zona ribereña, en general la prioridad es media y baja en la zona de hasta 35 metros en ambos lados del cauce de los ríos Naranjo y Melendrez (Tabla 13 y Figura 9).

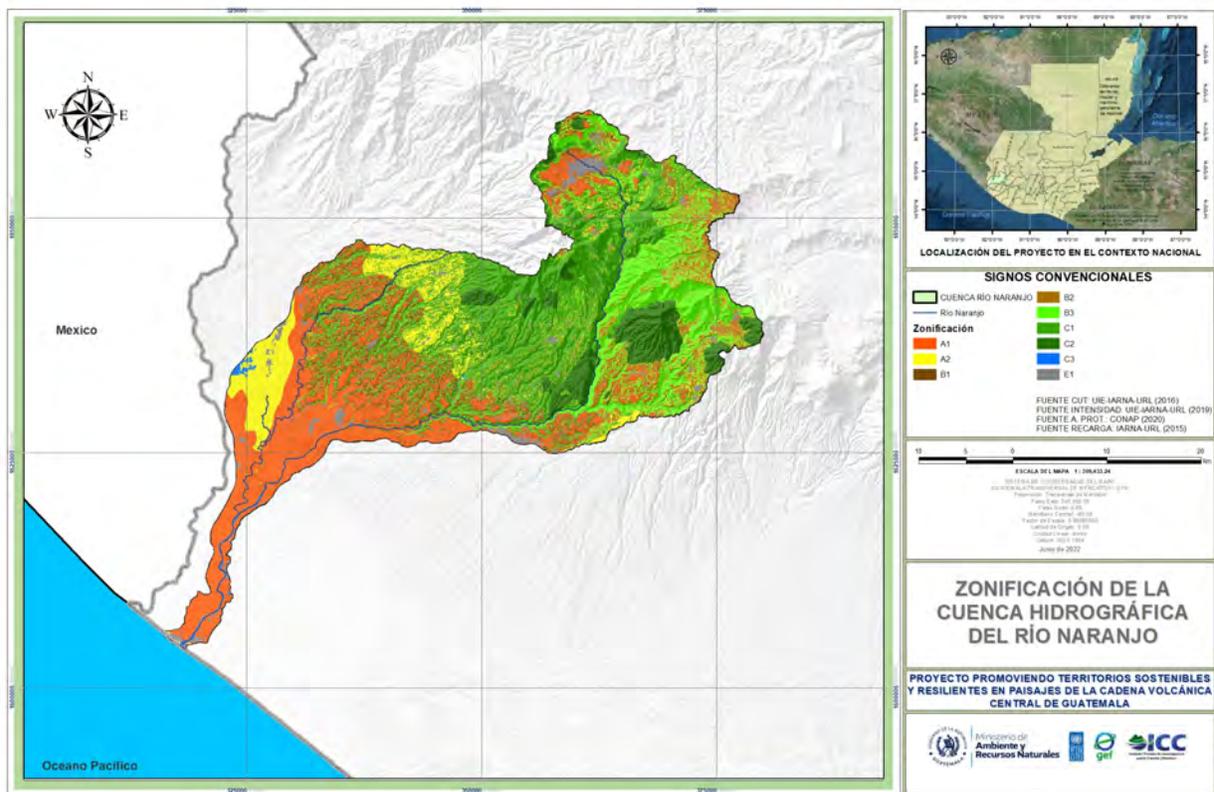


Figura 8. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
 Fuente: elaboración propia (2022).

Tabla 13. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Naranjo (continuación)

Categoría		Área	
		km ²	% ¹
Potencial de restauración en la zona ribereña (35 m a ambos lados): Naranjo y Melendrez	Alta	2.45	12.8
	Media	4.71	24.6
	Baja	4.62	24.1
Zonas de alta recarga hídrica		585.68	47.1

Nota. ¹ Para la categoría de restauración de la zona ribereña es el % con respecto a la franja ribereña de 35 m por lado. ² Para la recarga hídrica es el % con respecto al área total de la cuenca. Fuente: elaboración propia (2022).

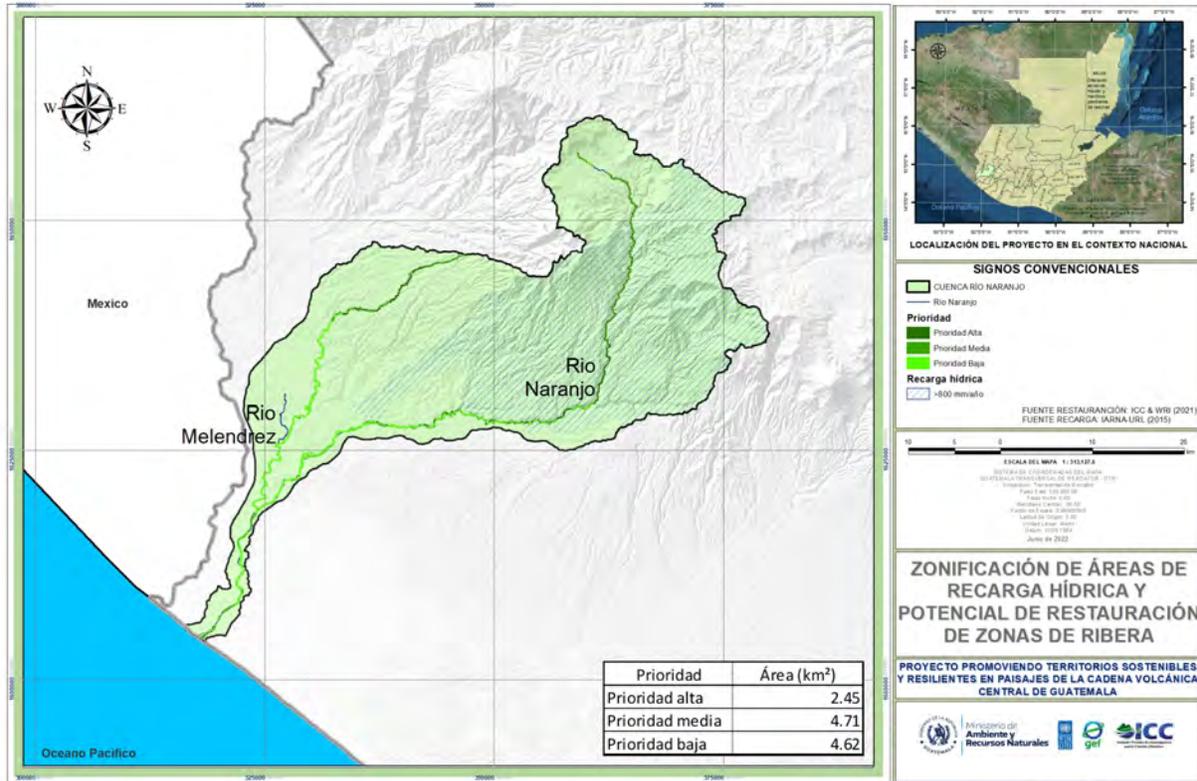


Figura 9. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Naranjo
Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de manejo especial en esta cuenca corresponden a las áreas con riesgo por deslizamiento que se ubican en la cuenca alta, y a las que están amenazadas por inundaciones en la cuenca baja (Tabla 14). En la Figura 10 se incluyen, además, los basureros, que son sitios de potencial contaminación según fue identificado en el diagnóstico de la cuenca.

Tabla 14. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Naranjo

Categoría	Área		Ubicación
	km ²	% ¹	
Riesgo a deslizamientos	269.95	21.7	Cuenca alta
Amenaza por inundaciones	111.57	9.0	Cuenca baja

Nota. ¹ Porcentaje de área con respecto al área de la cuenca. Fuente: elaboración propia (2022).

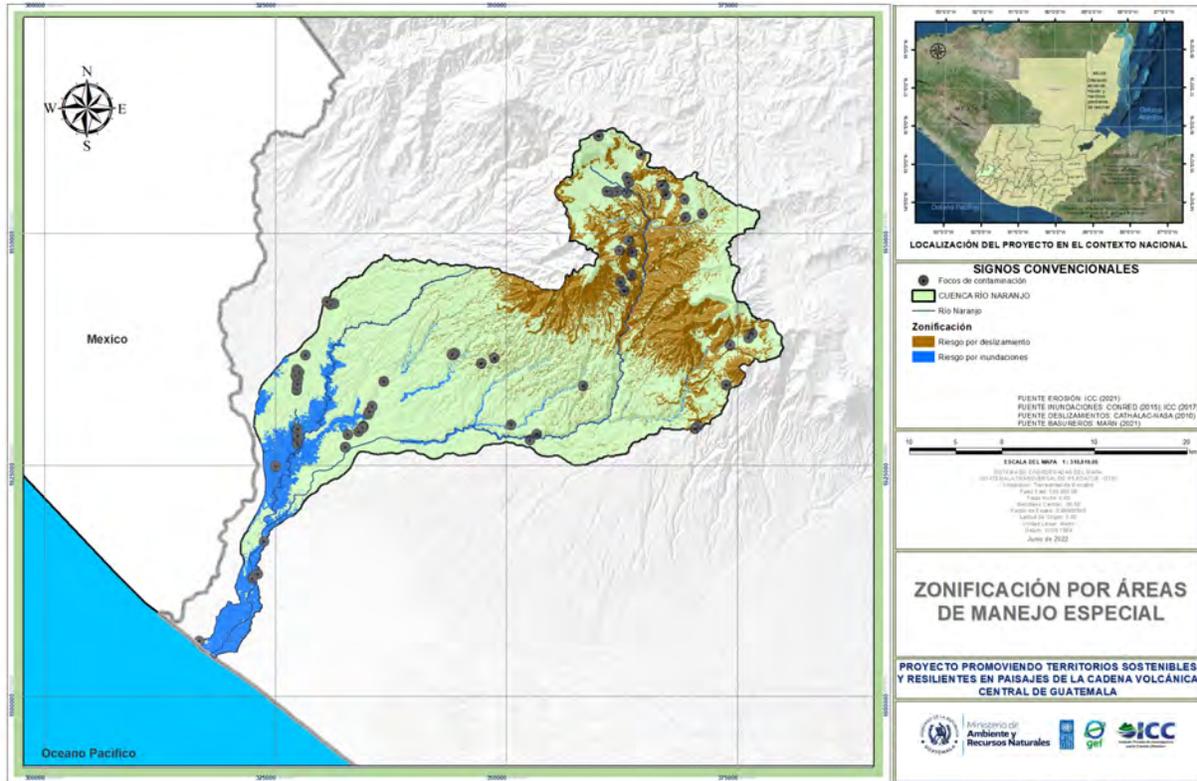


Figura 10. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Naranjo
 Fuente: elaboración propia (2022).

4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA

4.1 Resumen ejecutivo

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo fue formulado para dar atención a las seis problemáticas identificadas durante el diagnóstico participativo realizado, y con base en información proveniente de la caracterización biofísica y socioeconómica, y del mapeo de actores. Las problemáticas priorizadas son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) descarga de aguas residuales sin tratar o con deficiente tratamiento, (iii) mal manejo de los desechos sólidos, (iv) degradación del suelo, (v) escasez de agua y (vi) falta de gobernanza con enfoque de cuenca.

En cuanto a la pérdida de cobertura forestal ocurrida durante los períodos 2001-2006 y 2006-2010, las tasas de deforestación anual fueron de 0.63 % y 1.39 %, respectivamente; mientras que en el último período (2010-2016) hubo un incremento anual del 4.23 %. Así, al año 2016 la cobertura forestal de la cuenca fue del 25.74 %. Por otro lado, se estima un déficit anual de leña equivalente a 130 987 toneladas de biomasa, dato que corresponde principalmente al departamento de San Marcos. Con relación a la descarga de aguas residuales, al 2021 se contabilizaban 34 plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca, de las cuales el 26.5 % no funcionaba. Según el índice de servicios públicos del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* (que, entre otras variables, incluye la gestión y el manejo de los residuos y desechos, así como la recolección de aguas residuales), diez de los veintitrés municipios con superficie en la cuenca del río Naranjo califican dentro de la categoría baja.

El mal manejo de los desechos sólidos también se ve reflejado en el hecho de que la mayoría de los municipios de la cuenca se encuentran dentro la categoría baja del índice de servicios públicos del *Ranking de la Gestión Municipal 2018*. En la cuenca del río Naranjo se estima que la producción anual de desechos sólidos es igual a 55 107 toneladas métricas (t). Los municipios que más generan desechos son San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, El Quetzal, El Tumbador, Nuevo Progreso, San Antonio Sacatepéquez y Pajapita. De los 71 basureros mapeados al cierre del 2021, se determinó que la mayoría son clandestinos y se ubican próximos al cauce de los ríos Naranjo, Nahuatán y Meléndrez. Un ejemplo de ello es el basurero de Coatepeque, que cuenta con una denuncia ambiental, y que sirve de basurero para los municipios de Pajapita, El Tumbador, San Pablo, Flores Costa Cuca, Génova y Coatepeque.

La problemática relativa a la degradación del suelo se debe principalmente a la erosión hídrica que ocurre como resultado del cambio de uso de la tierra en

la cuenca alta, aunque otras variables (como sus características morfológicas) también influyen en el alto potencial erosivo de la cuenca alta. La tasa de erosión hídrica potencial en la cuenca se estima en 232 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año). En cuanto a la escasez de agua, según el indicador de disponibilidad de agua dulce por habitante para actividades de uso doméstico, agrícola, energético, industrial y para mantener el ambiente: (a) la porción del municipio de Esquipulas Palo Gordo que se encuentra dentro la cuenca tiene bajo estrés hídrico ($<1000-1700 \text{ m}^3/\text{persona/año}$), (b) San Antonio Sacatepéquez tiene escasez crónica ($500-1000 \text{ m}^3/\text{persona/año}$) y (c) los municipios de San Marcos, El Rodeo y La Blanca tienen escasez absoluta o extrema ($< 500 \text{ m}^3/\text{persona/año}$).

Con relación a la gestión del recurso hídrico, el acceso a agua potable segura para la población es limitado; situación que se encuentra generalizada desde la parte alta hasta la baja según los planes de desarrollo municipal y ordenamiento territorial. Otros elementos que aportan a la escasez de agua son el incremento de la población, la contaminación y la cantidad de agua dulce utilizada para la producción de bienes y servicios. De este último, durante los talleres de diagnóstico se identificó que existe un uso intensivo del riego, el uso no regulado del agua, las derivaciones de ríos y el aprovechamiento irresponsable por parte de la agroindustria que se encuentra en la cuenca baja.

La falta de gobernanza con enfoque de cuenca hidrográfica tiene múltiples orígenes, como el débil cumplimiento de la legislación vigente, y la falta de voluntad política y de diálogo entre usuarios y actores de la cuenca. Sin embargo, sobresale el trabajo que realiza la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo (Mancuerna) desde el 2003, que promueve la gestión integrada del recurso hídrico en su área de influencia. No obstante, es necesario que los actores de la cuenca baja, media y alta se integren y articulen para promover la gestión compartida y puedan tomar decisiones consensuadas para lograr la sostenibilidad del territorio de la cuenca, y para guiar la implementación del Plan.

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo está compuesto por seis programas y veinticinco actividades que atienden a las seis problemáticas priorizadas en un horizonte de 10 años (2032), bajo un enfoque territorial de cuenca hidrográfica. Dichos programas son: (i) restauración del paisaje forestal y la biodiversidad, (ii) gestión del agua, (iii) manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos, (iv) manejo y conservación del recurso suelo, (v) gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica y (vi) gestión del riesgo. Estos se relacionan con las variables priorizadas de

desarrollo nacional que se refieren a la “gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica” y a la “democracia y gobernabilidad”; así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la temática relativa al cambio climático.

Este plan se justifica porque da cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021 —que contiene las disposiciones para promover la protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala— a través del abordaje de los componentes de caracterización, diagnóstico, plan de manejo de cuenca, mesa técnica y base preliminar para el inventario de usuarios. Además, contribuye al cumplimiento de otras legislaciones nacionales en materia de aguas residuales, desechos sólidos, cambio climático y recursos naturales.

Bajo el Acuerdo Gubernativo 19-2021, se ha identificado a la mesa técnica como la figura para guiar la ejecución del Plan, ya que una de sus funciones es “promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos”. Sin embargo, esta función puede ser liderada por otra organización de cuenca, según sean las atribuciones que la legislación nacional futura le confiera en materia de cuencas hidrográficas y sin extralimitarse de sus competencias.

La estrategia de implementación del Plan considera que la gestión y orientación de las inversiones hacia un enfoque de cuenca se realice por medio de la mesa técnica, a través de la socialización y comunicación del Plan. Además, la integración de los actores en la mesa técnica y la adopción de esta herramienta de planificación estratégica permitirá institucionalizar las acciones a diferentes escalas y de manera participativa mediante un modelo de gobernanza con enfoque de cuenca, que se pueda ir fortaleciendo al avanzar en el tiempo.

4.2 Visión

Para el año 2032, los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Naranjo participan articuladamente en la toma de decisiones y en la ejecución coordinada de acciones para gestionar sosteniblemente el suelo, el agua, el paisaje forestal y la biodiversidad; así como la gobernanza territorial, y la gestión de residuos y desechos sólidos, y del riesgo; con el fin de alcanzar el bienestar humano inclusivo y económico como pilar del desarrollo sostenible.

4.3 Misión

Los actores y gobiernos locales integrados y articulados en la cuenca hidrográfica del río Naranjo implementan acciones coordinadas para la solución de las problemáticas priorizadas y la gestión del riesgo; por medio de la planificación estratégica de programas y actividades para la gestión sostenible del agua, el suelo, el paisaje forestal y la biodiversidad, así como de los residuos sólidos y del riesgo, y para el fomento de la gobernanza, con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico como parte del desarrollo sostenible.

4.4 Horizonte

El horizonte para la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo es de 10 años (Anexo 3); y se realizará a través de la implementación de actividades integradas en un conjunto de programas, tomando como referencia la línea base de la cuenca, elaborada a partir de las problemáticas priorizadas.

4.5 Justificación

En la cuenca hidrográfica del río Naranjo se priorizaron seis problemáticas a través de un proceso participativo y descriptivo de sus características biofísicas, socioeconómicas y de sus actores. Estas son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) descarga de aguas residuales sin tratar o con deficiente tratamiento, (iii) mal manejo de los desechos sólidos, (iv) degradación del suelo, (v) escasez de agua y (vi) falta de gobernanza con enfoque de cuenca. Adicionalmente, existen otros problemas no priorizados, como la falta de educación ambiental, las malas prácticas de producción agrícola e industrial, el débil apoyo y/o falta de fortalecimiento técnico productivo, la falta de empleo, las inundaciones, el mal uso del recurso hídrico, los deslizamientos y la degradación de los recursos naturales.

El plan de manejo integral atiende estas seis problemáticas priorizadas para reducir su efecto negativo y, consecuentemente, mejorar el estado actual de la cuenca. Por el lado de la legislación nacional también se justifica este plan, ya que da cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021, específicamente en cuanto a la elaboración de la caracterización, diagnóstico, plan de cuenca hidrográfica y mapeo preliminar de actores (que aporta al inventario de usuarios), así como a la implementación de la mesa técnica. Además, el Plan está

vinculado con variables de desarrollo nacional y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible; y se enfoca en la integración, articulación y participación de actores para la toma de decisiones en función de las problemáticas de la cuenca.

4.6 Objetivos

4.6.1 Objetivo general

Mejorar el estado de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Naranjo, con énfasis en los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como en la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, y la gestión del agua, los desechos sólidos y el riesgo; con el fin de contribuir en la mejora del bienestar humano inclusivo y económico como parte del desarrollo sostenible.

4.6.2 Objetivos específicos

1. Restaurar, recuperar y/o conservar el paisaje forestal y la biodiversidad; por medio de la implementación de acciones de restauración forestal, desarrollo agroforestal, manejo de incendios, manejo de áreas protegidas, protección de fuentes de agua y uso eficiente de la leña.
2. Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; a través de la acción coordinada, participativa e inclusiva.
3. Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos generados en la cuenca, con la participación local, municipal y mancomunada.
4. Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar el aprovisionamiento de alimentos y la producción de bienes y servicios ecosistémicos por medio de medidas de manejo, restauración y conservación de suelos.
5. Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con el propósito de lograr la participación inclusiva, así

como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones consensuadas para la atención de las problemáticas priorizadas en la cuenca, incluyendo la transversalización del enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación actual; además del diseño e implementación de un mecanismo financiero por compensación de servicios ambientales.

6. Reducir el riesgo por inundaciones y deslizamientos a través de la mejora de la capacidad adaptativa y resiliencia.

La tabla 15 resume la matriz de marco lógico utilizada para elaborar el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Naranjo.

4.7 Marco lógico

Tabla 15. Matriz de marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Naranjo

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Objetivo a largo plazo o general:</p> <p>Mejorar el estado de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Naranjo, con énfasis en los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, y la gestión del agua, los desechos sólidos y el riesgo; con el fin de contribuir en la mejora del bienestar humano inclusivo y económico como parte del desarrollo sostenible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la cobertura forestal • Mejora del estado de los recursos naturales (agua, suelo, paisaje forestal) • Gobernanza con enfoque de cuenca fortalecida • Reducción de la carga de desechos y residuos sólidos mal manejados • Mejora de la gestión del saneamiento de aguas residuales • Incremento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranking</i> municipal • Índice de desarrollo humano • Dinámica forestal • Cantidad y calidad del agua superficial y subterránea • Registro de acciones de manejo y conservación de suelo • Registro de acciones para la reducción del riesgo a desastres • Registro de plataformas para la gobernanza con enfoque de cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política • Débil involucramiento institucional en materia de los ejes de agua, suelo, forestal y riesgo • Pobre participación inclusiva y con enfoque de género • Deficiente apropiación del enfoque de cuenca y del Plan

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 1 (OE1)			
Restaurar, recuperar y/o conservar el paisaje forestal y la biodiversidad; por medio de la implementación de acciones de restauración forestal, desarrollo agroforestal, manejo de incendios, manejo de áreas protegidas, protección de fuentes de agua y uso eficiente de la leña.			
<p>Resultados esperados: Se ha recuperado, restaurado y/o conservado la cobertura forestal en zonas de aptitud forestal, zonas de ribera, fuentes de agua para consumo humano, áreas de recarga hídrica y en el ecosistema mangle; además, se ha implementado el manejo de incendios forestales, el manejo agroforestal, el uso eficiente de la leña, el manejo de áreas protegidas y el desarrollo de turismo sostenible.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal • Uso eficiente de la leña como fuente energética • Restauración de la zona de ribera • Manejo de áreas protegidas • Desarrollo de turismo sostenible • Manejo de incendios • Conservación y restauración del ecosistema de mangle • Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica forestal (ha, %) • Cobertura forestal de la zona de ribera (Naranjo y Melen-drez) (ha, %) • Incentivos forestales (ha, %) • Número de reservas naturales privadas (número) • Plan de manejo de áreas naturales y su vinculación con el turismo sostenible (número) • Reservas privadas y áreas protegidas que implementan estrategias de turismo sostenible (número, %) • Estrategias de uso eficiente de la leña (número) 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento y mapas de la cobertura y dinámica forestal nacional • Registros y mapa de áreas de restauración del paisaje forestal • Registro de áreas bajo modalidades de incentivos forestales • Registro de acciones, proyectos y/o estudios de caso sobre la implementación de estrategias de uso eficiente de la leña para consumo en el hogar • Plan de manejo de áreas protegidas y reservas naturales privadas • Registro de incendios forestales y atención de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de incendios forestales por erupción volcánica • Deterioro de la gobernanza forestal • Degradación de las tierras comunales • Pobre adopción de estrategias de uso eficiente de leña para consumo en el hogar

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
	<ul style="list-style-type: none"> Número de incendios forestales (ha y número/año) Registro/mapeo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano con protección vegetal (número, %) Cobertura forestal en zonas de recarga hídrica (ha, %) 	<ul style="list-style-type: none"> Registros de fuentes municipales para consumo humano 	
Objetivo específico 2 (OE2)			
Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; a través de la acción coordinada, participativa e inclusiva.			
<p>Resultados esperados: Se gestiona de forma participativa e inclusiva el agua en la cuenca con la finalidad de evaluar el estado de los recursos hídricos a través de redes de monitoreo; además se mejora la toma de decisiones con base en información física.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo) Agua para consumo humano Agua para usos productivos Aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> Indicador de agua dulce por habitante (m³/persona/año) Disponibilidad de agua subterránea Caudal volumétrico (m³/s) de los principales ríos (parte alta, media, baja) Índice de calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Balance hídrico (espacio-temporal) Registro de la estimación/proyección de población Recarga hídrica potencial (espacio-temporal) Registro del monitoreo de caudales Registro del monitoreo de calidad del 	<ul style="list-style-type: none"> Nuevas reformas al Acuerdo Gubernativo 236-2006. Pobre inversión en plantas de tratamiento de aguas residuales Falta de estudios básicos, como el balance hídrico y la recarga. Falta de una Ley de Agua.

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
	<ul style="list-style-type: none"> • Huella hídrica • Índice de calidad del agua (ICA) • Índice biológico a nivel de familias (IBF) • Tratamiento de aguas residuales ordinarias y especiales 	agua (consumo humano, IBF, ICA, aguas residuales) <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del servicio de agua para consumo humano • Huella hídrica integrada • Registro de PTAR funcionando, cumpliendo límites, eficiencias de remoción, % de descargas con tratamiento 	
Objetivo específico 3 (OE3)			
Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos generados en la cuenca, con la participación local, municipal y mancomunada.			
<p>Resultados esperados: Se manejan y gestionan integralmente los desechos y residuos sólidos de la cuenca a través de la participación a diferentes escalas territoriales.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos • Implementación de sistemas participativos de gestión de los desechos sólidos • Cierre y control de los basureros clandestinos • Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de manejo y gestión integral de los desechos y residuos sólidos municipales • Basureros ilegales 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro del cumplimiento de actividades para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021) • Registro y mapeo de basureros 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca concientización y sensibilización de la población • Falta de fomento a la economía circular

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 4 (OE4)			
Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar el aprovisionamiento de alimentos y la producción de bienes y servicios ecosistémicos por medio de medidas de manejo, restauración y conservación de suelos.			
<p>Resultados esperados: Se ha manejado, conservado y restaurado el recurso suelo con énfasis en la provisión de alimentos, productividad y se ha evitado su degradación acelerada.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo y conservación de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de suelo potencial (t/ha/año) • Manejo del suelo (número, ha) • Restauración del suelo (ha, %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de la pérdida de suelo por erosión hídrica • Registro y mapeo de prácticas de conservación del suelo implementadas • Registro y mapeo de prácticas para la restauración de los suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la producción de sedimentos por flujos piroclásticos y lahares; y de la erosión por la remoción de cobertura vegetal causada por erupciones volcánicas • Pobre fomento y adopción de prácticas de conservación de suelos en la cuenca media-alta

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 5 (OE5)			
Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con el propósito de lograr la participación inclusiva, así como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones consensuadas para la atención de las problemáticas priorizadas en la cuenca, incluyendo la transversalización del enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación actual; además del diseño e implementación de un mecanismo financiero por compensación de servicios ambientales.			
<p>Resultados esperados: Se ha fomentado y fortalecido la gobernanza territorial con un enfoque de cuenca hidrográfica a través de la participación inclusiva y la coordinación entre actores para la toma de decisiones sostenibles relativas a las problemáticas y riesgos existentes en la cuenca.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conformación, integración y operativización de la mesa técnica u organización de cuenca. • Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente. • Diseño e implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de gestión municipal • Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica • Mecanismo financiero 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) e índices que lo integran. • Acta de constitución y conformación de la mesa técnica u otra plataforma de gestión del territorio con enfoque de cuenca; informes, minutas, eventos, campañas, reuniones, participantes de la plataforma establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interés de los actores y de su integración • Débil canalización de fondos económicos para la ejecución de acciones del Plan
Objetivo específico 6 (OE6)			
Reducir el riesgo por inundaciones y deslizamientos a través de la mejora de la capacidad adaptativa y resiliencia.			
<p>Resultados esperados: Se mejora la capacidad adaptativa y resiliencia ante amenazas naturales.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice para la gestión del riesgo (Informe) • Inventario de acciones implementadas para la gestión del riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados del Informe • Registro de atención a emergencias por inundaciones • Registro de eventos de inundación 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la agresividad de la actividad volcánica y de la extensión superficial

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones. • Coordinadoras locales para la reducción de desastres. • Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eventos de inundación • Probabilidad de ocurrencia de inundaciones • Atención a emergencias por inundaciones • Estudios realizados • Registro de actividades de fortalecimiento de capacidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha técnica del cálculo de la probabilidad de ocurrencia 	<p>cial de sus amenazas en corto tiempo.</p>

Fuente: elaboración propia (2022).

4.8 Resumen de los problemas identificados

La formulación del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo se basó en el análisis de las problemáticas priorizadas en el diagnóstico, y en la amenaza por inundaciones y deslizamientos a la que está expuesta la cuenca; que fueron insumo para el planteamiento de las actividades de los programas.

A continuación, se listan de nuevo las problemáticas de la cuenca:

1. Pérdida de la cobertura forestal
2. Descarga de aguas residuales sin tratar con deficiente tratamiento
3. Mal manejo de los desechos sólidos
4. Degradación del suelo
5. Escasez de agua
6. Falta de gobernanza con enfoque de cuenca

4.9 Programas

El Plan cuenta con 25 actividades distribuidas en seis programas, y está vinculado transversalmente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las variables priorizadas de desarrollo nacional de "gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica" y "democracia y gobernabilidad"; además de otros resultados, metas, prioridades y lineamientos, entre los que se pueden mencionar aquellos relativos al tratamiento de aguas, a la adaptación y mitigación al cambio climático, a la productividad agrícola, al manejo integral y participativo de los desechos sólidos, entre otros (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Los seis programas del Plan son: (i) restauración del paisaje forestal y la biodiversidad, (ii) gestión del agua, (iii) manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos, (iv) manejo y conservación del recurso suelo, (v) gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica y (vi) gestión del riesgo (Figura 11).

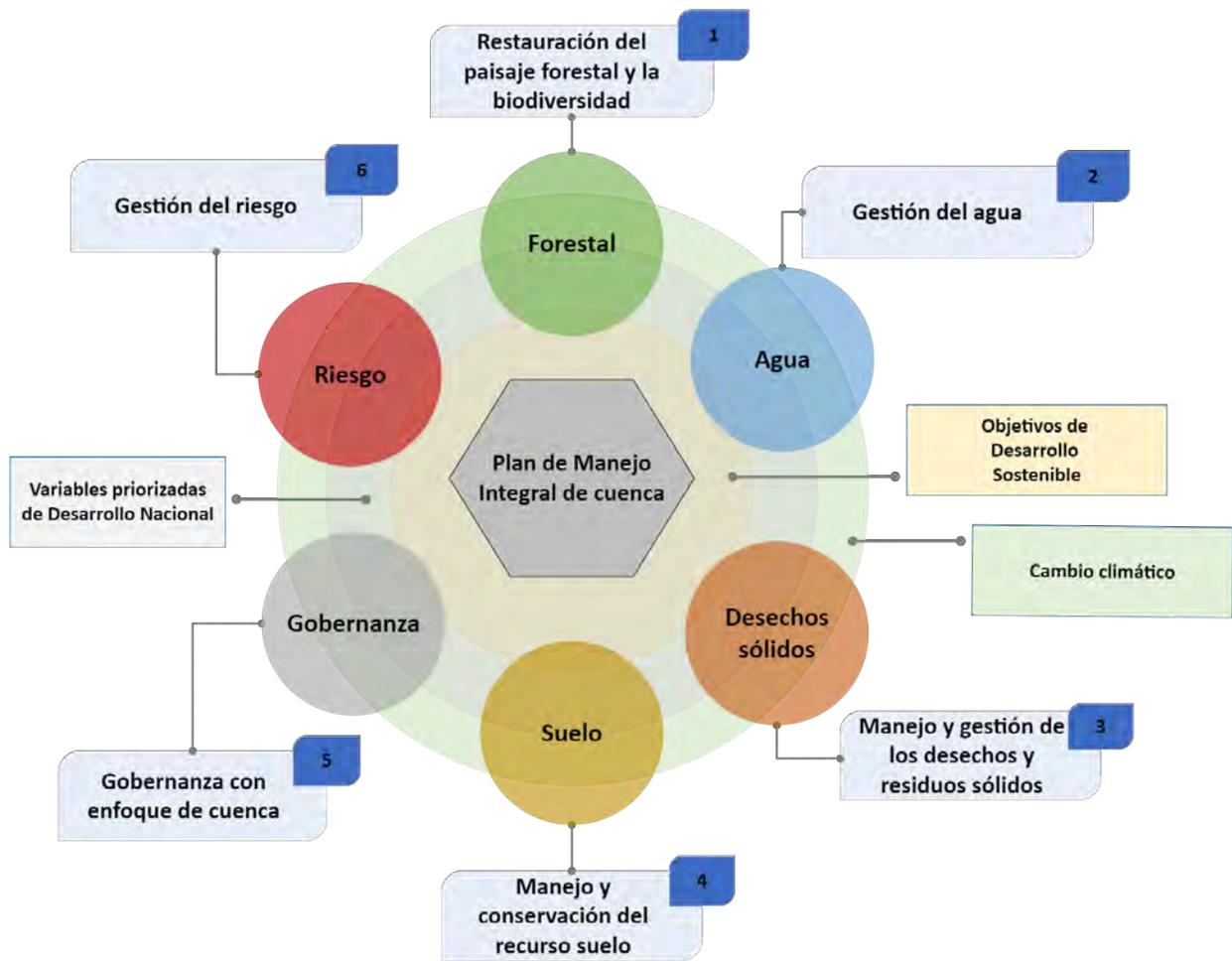


Figura 11. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria recopilada, sistematizada y analizada para el Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Naranjo (2022).

4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Este programa está vinculado al objetivo específico número 1 del Plan, y atiende la problemática de la pérdida de cobertura forestal. Su propósito es restaurar el paisaje forestal y conservar la biodiversidad a través de un conjunto de actividades que se listan a continuación: (i) recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal; (ii) uso eficiente de la leña como fuente energética; (iii) restauración de la zona de ribera; (iv) manejo de áreas protegidas; (v) desarrollo de turismo sostenible; (vi) manejo de incendios; (vii) conservación y restauración del ecosistema mangle y (viii) protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano (Tabla 16).

Tabla 16. Actividades del Programa de restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	Duración	10 años
	Objetivo	Recuperar, restaurar y conservar zonas con aptitud forestal, y manejar estas áreas para asegurar la conservación del paisaje forestal.
	Actores	INAB, Conap, MARN, MAGA, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, municipalidades, empresas, Red de Restauración de la Costa Sur, entre otros.
	Ubicación	Zonas de producción y protección forestal según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Áreas potenciales para la restauración forestal identificadas, con énfasis en zonas de recarga hídrica, bosque ribereño, áreas remanentes de bosque, sistemas agroforestales y fuentes de agua para consumo humano. Al menos 1302 hectáreas implementadas para reforestaciones (restauración) (434 ha), sistemas agroforestales (434 ha) y plantaciones forestales (434 ha). Capacidades sobre manejo forestal fortalecidas.
	Monto total	Q 20 992 813
Actividad 2: Uso eficiente de la leña como	Duración	8 años
	Objetivo	Utilizar eficientemente la leña como fuente energética en los hogares a través de la adopción de tecnologías prácticas y de fácil implementación.

Actividades	Componente	Descripción
fuente energética	Actores	MAGA, Sesán, MARN, INAB, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, sector privado, municipalidades, entre otros.
	Ubicación	Según la priorización de municipios por déficit de leña del INAB, que para esta cuenca corresponde a 13 municipios.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilización y fortalecimiento de capacidades sobre el uso eficiente de la leña. Gestionada la entrega y uso de al menos 4031 estufas ahorradoras.
	Monto total	Q 3 082 413
Actividad 3: Restauración de la zona de ribera (Naranjo y Meléndrez)	Duración	10 años
	Objetivo	Restaurar la zona ribereña de 35 m a ambos lados del cauce de los ríos Naranjo y Meléndrez.
	Actores	INAB, MARN, MAGA, Conap, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, sector privado, Red de Restauración de la Costa Sur, entre otros.
	Ubicación	Según el potencial de restauración de las zonas de ribera, con base en la zonificación territorial de la cuenca (Figura 9).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 82 hectáreas de la zona de ribera de los ríos Naranjo y Meléndrez restauradas. Talleres de validación participativa sobre las áreas a restaurar en la zona de ribera implementados.
	Monto total	Q 2 042 991
Actividad 4: Manejo de áreas protegidas	Duración	8 años
	Objetivo	Manejar las áreas protegidas con base en su plan de manejo, plan maestro y/o la actualización de cualquiera de estos.
	Actores	Conap, ARNPG, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, municipalidades, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Se ha apoyado en la actualización a lo sumo de cuatro planes de manejo de áreas protegidas dentro de la categoría de parque regional municipal (PRM).

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • Salario de un guardabosque por parque regional municipal, a lo sumo para cuatro PRM. • Capacidades del personal de áreas protegidas fortalecidas. • Sensibilización y educación ambiental dirigida a estudiantes. • Línea base de cuatro áreas protegidas (PRM) realizada para los siguientes taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos; así como su respectivo monitoreo de biodiversidad.
	Monto total	Q 5 557 800
Actividad 5: Desarrollo de turismo sostenible	Duración	8 años
	Objetivo	Impulsar estrategias de turismo sostenible enfocándose en las áreas protegidas, las reservas naturales privadas y otras zonas de atractivo turístico.
	Actores	Conap, ARNPG, INAB, MARN, MAGA, mesas departamentales de turismo, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Áreas protegidas, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8) y otras áreas de atractivo turístico.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas para guías generales de turismo. • Guía general de aviturismo y otros temas realizada, tomando como referencia la línea base y el monitoreo de biodiversidad de las áreas protegidas (PRM). • Apoyo para la divulgación del atractivo turístico de las áreas protegidas (PRM) brindado. • Apoyo a la señalización de senderos de las áreas protegidas (PRM) brindado.
	Monto total	Q 241 515
Actividad 6: Manejo de incendios	Duración	8 años
	Objetivo	Reducir la incidencia de incendios forestales y sus zonas afectadas, a causa de las acciones de origen antrópico.
	Actores	INAB; municipalidades; poseedores, propietarios o gestores de tierras comunales; Conap;

Actividades	Componente	Descripción
		mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Zonas de aptitud forestal aledañas a zonas heterogéneas de desarrollo agrícola, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Cuatro guardabosques especializados en incendios forestales, incluyendo la entrega de al menos ocho equipos de brigada por guardabosque o área a cubrir. Capacidades en la temática de incendios forestales formadas.
	Monto total	Q 2 054 400
Actividad 7: Conservación y restauración del ecosistema de mangle	Duración	8 años
	Objetivo	Conservar el ecosistema del bosque de manglar en la zona litoral de la cuenca.
	Actores	INAB, Conap, mesa técnica de la cuenca u otra de gestión con enfoque de cuenca, Red de Restauración de la Costa Sur, municipalidades y sector privado, entre otros.
	Ubicación	Humedales, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de priorización de las zonas para la restauración de mangle. Al menos 30 hectáreas de mangle restauradas. Sensibilización, fortalecimiento y educación ambiental.
	Monto total	Q 1 190 089
Actividad 8: Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	Duración	8 años
	Objetivo	Proteger con cobertura forestal las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano identificadas.
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, INAB, Conap, ARNPG, MARN, MAGA, organización de cuenca, MSPAS, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Según inventario de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano (manantiales, pozos, otros).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Principales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano identificadas de manera participativa.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> Capacidades fortalecidas del personal de las municipalidades para la protección de las fuentes de agua para consumo humano.
	Monto total	Q 60 800

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.2 Programa 2: Gestión del agua

El programa se relaciona al objetivo específico número 2 del Plan y se plantea para abordar la problemática de la descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente y la escasez de agua, considerando que este recurso y el saneamiento son derechos humanos. Su objetivo es coordinar de forma participativa e inclusiva la mejora del estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Entre sus actividades por desarrollar están: (i) evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, (ii) agua para consumo humano, (iii) agua para usos productivos, (iv) aguas residuales y (v) agua para los ecosistemas (Tabla 17).

Tabla 17. Actividades del Programa de gestión del agua

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo, caudales)	Duración	10 años
	Objetivo	Evaluar los recursos hídricos de la cuenca como base para su gestión integral, para la toma de decisiones consensuadas y para su monitoreo.
	Actores	Insivumeh, MARN, INAB, MAGA, sector privado, academia, instituciones de investigación y mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Toda la superficie de la cuenca, enfocándose en los principales ríos y acuíferos identificados.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Información generada, analizada y gestionada sobre la cantidad de agua superficial, priorizando los ríos Naranjo y Melendrez.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • Una estación meteorológica y una estación hidrométrica implementada, además de su mantenimiento. • Dos estudios sobre balance hídrico realizados a escala de cuenca con la finalidad de cuantificar la disponibilidad de agua superficial y subterránea.
	Monto total	Q 9 790 000
Actividad 2: Agua para consumo humano	Duración	8 años
	Objetivo	Incrementar la calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano, en cuanto a su cobertura y dotación.
	Actores	Consejos de desarrollo, MARN, municipalidades e Infom.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Al menos diez sistemas de cosecha de agua de lluvia (Scall) implementados. • Al menos tres sistemas de cosecha de agua de niebla implementados en la cuenca alta. • Apoyo brindado para la gestión y entrega de al menos 2500 unidades de ecofiltro.
	Monto total	Q 2 680 653
Actividad 3: Agua para usos productivos	Duración	6 años
	Objetivo	Manejar eficientemente el agua para riego con base en tecnologías adaptadas a los sistemas productivos locales, y promover la cosecha de agua de lluvia, escorrentía y/o atmosférica.

Actividades	Componente	Descripción
	Actores	MARN, MAGA, MEM, empresas privadas, municipalidades, comunidades, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca, enfocándose en sus sistemas productivos.
	Indicadores o metas	Dos estudios de factibilidad sobre estructuras de almacenamiento de agua (superficial y subterránea) realizados a escala de cuenca.
	Monto total	Q 800 000
Actividad 4: Aguas residuales	Duración	10 años
	Objetivos	Asegurar el tratamiento eficiente de las aguas residuales domésticas del alcantarillado público y que se descargan a cuerpos receptores, así como de las aguas residuales especiales.
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, MARN, Infom, MAGA, sector privado productivo, hospitales.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de evaluación de las plantas de tratamiento de agua existentes. Diseño, construcción y tratamiento de aguas residuales para las principales áreas pobladas (zonas urbanas) de la cuenca que se estima en 67 620 personas. Estudio técnico de aguas residuales para aquellas municipalidades que no han cumplido y/o su actualización por ley realizada.
	Monto total	Q 20 401 113
Actividad 5:	Duración	10 años

Actividades	Componente	Descripción
Agua para los ecosistemas	Objetivo	Aprovisionar el agua necesaria para la producción de bienes y servicios por los ecosistemas.
	Actores	MARN, Conap, MEM, INAB, MAGA, empresas privadas, municipalidades, entre otras.
	Ubicación	Toda la cuenca, con base en los principales ecosistemas que brindan bienes y servicios.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la calidad del agua superficial a través de macroinvertebrados bentónicos, en al menos dos puntos por río para los ríos Naranjo y Meléndrez. • Estudio para determinar el caudal ecológico, con énfasis en los ríos Naranjo y Meléndrez.
Monto total		Q 490 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.3 Programa 3: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos

Este programa resulta de la problemática relacionada con el mal manejo de los desechos sólidos generados en la cuenca, y se vincula con el objetivo específico número 3. Su propósito es lograr el manejo y gestión integral de los residuos y desechos sólidos, para lo cual se plantean las siguientes actividades: (i) sensibilización, concientización y educación ambiental, (ii) gestión participativa de los desechos sólidos, (iii) cierre y control de basureros clandestinos y (iv) fomentar la gestión mancomunada de los desechos sólidos (Tabla 18).

Tabla 18. Actividades del Programa de manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1:	Duración	10 años
Concientización, sensibilización y	Objetivo	Concientizar, informar y educar a la población sobre la situación del ma-

Actividades	Componente	Descripción
educación ambiental enfocada en los desechos sólidos		nejo y la gestión de los desechos sólidos y sus impactos en la naturaleza y la salud humana.
	Actores	MARN, MAGA, MEM, municipalidades, comunidades, Mancuerna, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas sobre la clasificación de los residuos sólidos en los veinte municipios con habitantes en la cuenca. • Estrategia de comunicación sobre la clasificación de desechos sólidos implementada. • Capacidades formadas sobre los efectos negativos de la proliferación de basureros clandestinos, en al menos 581 lugares poblados.
	Monto total	Q 1 521 500
Actividad 2: Implementar sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos	Duración	10 años
	Objetivo	Implementar sistemas participativos de gestión de los desechos sólidos.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, Mancuerna, entre otros.
	Ubicación	Municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos y desechos sólidos caracterizados en los 20 municipios con presencia de población en la cuenca. • 291 composteras orgánicas a nivel comunitario implementadas. • 291 centros de acopio de material reciclable implementados a nivel comunitario.

Actividades	Componente	Descripción
	Monto total	Q 7 648 000
Actividad 3: Cierre y control de basureros clandestinos	Duración	10 años
	Objetivo	Reducir la densidad de basureros que no cuentan con instrumentos ambientales autorizados en la cuenca, que son focos de contaminación para los ecosistemas.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, Mancuerna, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación anual y plan de eliminación de basureros clandestinos a escala de cuenca. • Jornadas de limpieza y sensibilización de basureros clandestinos identificados. • Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios de potencial ocurrencia de basureros clandestinos.
	Monto total	Q 270 000
Actividad 4: Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	Duración	10 años
	Objetivo	Promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, Mancuerna, entre otros.
	Ubicación	Municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Planta regional de tratamiento de desechos y residuos sólidos gestionada, diseñada e implementada.
	Monto total	Q 22 000 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.4 Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo

Este programa atenderá la problemática relativa a la degradación del suelo y está alineado al objetivo específico número 4 del Plan. Su propósito es manejar y conservar el recurso suelo (Tabla 19), y consta de una actividad.

Tabla 19. Actividades del Programa de manejo y conservación del recurso suelo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Manejo y conservación de los suelos	Duración	10 años
	Objetivo	Manejar adecuadamente el suelo con base en las características intrínsecas del paisaje, clima y tipo de producción, para su conservación biológica, química y física.
	Actores	MAGA, INAB, Sesán, MARN, municipalidades, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, sector productivo privado, unidades de riego, entre otros.
	Ubicación	Según el mapeo de erosión hídrica potencial determinado en la caracterización biofísica.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Prácticas de manejo y conservación de suelos implementadas en al menos 295 hectáreas con niveles de erosión alta y muy alta, que incluya cultivos a nivel, acequias de infiltración y pozos, acequias de desagüe, terrazas con barreras vivas, y terrazas con barreras muertas. Capacidades formadas en buenas prácticas agrícolas y prácticas de manejo y conservación de suelo implementadas.
	Monto total	Q 1 134 043

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.5 Programa 5: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Este programa nace a raíz de la problemática diagnosticada sobre la falta de gobernanza con enfoque de cuenca, y se alinea con el objetivo específico 5 del Plan. Su propósito es fomentar y fortalecer los procesos aislados de gobernanza territorial a través de la participación articulada y representativa de los actores de la cuenca. Para lograrlo se plantean las siguientes actividades: (i) conformación, integración y operativización de la organización de cuenca,

(ii) transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente y (iii) diseño e implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales (Tabla 20).

Tabla 20. Actividades del Programa de gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Actividades	Componente	Descripción
<p>Actividad 1:</p> <p>Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra).</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Conformar, integrar y operativizar la organización de cuenca, a través de la integración inclusiva y participativa de sus actores.
	Actores	<p>Entidades públicas: MARN, MAGA, MEM, INAB, Conap, Conred, Segeplán, Seprem y otras.</p> <p>Entidades privadas: ARNPG, Anacafé y otras.</p> <p>Universidades.</p> <p>Usuarios identificados y representantes de la sociedad civil según el artículo 10 del Acuerdo Gubernativo 19-2021 o sus reglamentos.</p> <p>Otros.</p>
	Ubicación	Toda la cuenca, con base en el mapeo de actores y otros estudios relacionados.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de cuenca o mesa técnica de la cuenca del río Naranjo conformada. • Mesa técnica operativizada a través de reuniones y seguimiento de las acciones. • Actualización constante del mapeo de actores e iniciativas/proyectos a escala de cuenca. • Capacidades fortalecidas. • Plataforma virtual desarrollada para consultas y seguimiento de las acciones a escala de cuenca en apoyo a la mesa técnica.
	Monto total	Q 2 994 100

Actividades	Componente	Descripción
<p>Actividad 2:</p> <p>Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Promover el fortalecimiento de las capacidades en cuanto al enfoque de cuenca hidrográfica en las instituciones gubernamentales que se desarrollan en la cuenca, y para la gestión de fondos para implementar las actividades del plan de manejo integral de la cuenca.
	Actores	MARN, MAGA, INAB, consejos de desarrollo, Conap, ARNPG, municipalidades, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Dos foros de intercambio de experiencias sobre gobernanza de cuencas desarrollados. • Capacidades formadas en actores/líderes locales, unidades municipales relacionadas con la gestión ambiental, forestal, y/o agua y saneamiento; sobre la temática de cuencas hidrográficas. • Socialización constante sobre el estado de la cuenca en diferentes espacios de gestión del territorio (Coredur, Codede, Comude, Cocode, entre otros).
	Monto total	Q 848 000
<p>Actividad 3:</p> <p>Diseño e implementación de mecanismos financieros de compensación por servicios ambientales</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Implementar un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales.
	Actores	Actores de la cuenca que deseen integrarse como donantes (beneficiarios de servicios ecosistémicos): sector privado, municipalidades, entre otros. Además, aquellos relacionados con la provisión de servicios ecosistémicos

Actividades	Componente	Descripción
		(comunidades, municipalidades, entre otros).
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Estructura de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales diseñada. Mecanismo financiero implementado a través de acciones vinculadas con las actividades del Plan.
	Monto total	Q 165 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.6 Programa 6: Gestión del riesgo

Este programa se plantea debido a la amenaza que representan las inundaciones en la cuenca baja y los deslizamientos en la cuenca alta; considerando que el abordaje del riesgo con enfoque de cuenca permite realizar un análisis integral del territorio basado en las características biofísicas que definen la ocurrencia, frecuencia e intensidad de los eventos y la población expuesta. Su objetivo es mejorar la capacidad adaptativa y resiliencia ante el riesgo de inundaciones y deslizamientos, para lo cual se plantean las siguientes actividades: (i) sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones, (ii) diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones, (iii) coordinadoras locales para la reducción de desastres y (iv) fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios (Tabla 21).

Tabla 21. Actividades del Programa de gestión del riesgo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones	Duración	8 años
	Objetivos	Fortalecer la adaptación por amenazas volcánicas e inundaciones con enfoque participativo.
	Actores	Conred, SE-Conred, Insivumeh, Provincial, Colred, Comured, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, alianzas público-privadas, sector privado, entre otros.

Actividades	Componente	Descripción
	Ubicación	Territorios localizados en las zonas de manejo especial (inundaciones) (Figura 10).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Línea base desarrollada para el sistema de alerta temprana a escala de cuenca (fase I). • Sistema de alerta temprana desarrollado y socializado a escala de cuenca (fase II).
	Monto total	Q 1 198 900
Actividad 2: Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones	Duración	10 años
	Objetivos	Diseñar e implementar una estructura para la contención de inundaciones.
	Actores	CIV, Conred, SE-Conred, Insivumeh, municipalidades, comunidades, alianzas público-privadas, sector privado, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Guatemala, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación de las zonas de manejo especial (amenaza por inundaciones) (Figura 10).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de diseño de dique o borda de al menos 740 metros de longitud. • Dique o borda de 740 metros de longitud implementado y con mantenimiento.
	Monto total	Q 11 150 000
Actividad 3: Coordinadoras locales para la reducción de desastres	Duración	8 años
	Objetivo	Implementar coordinadoras locales para la reducción de desastres (Colred) en lugares poblados con riesgo por inundaciones, amenazas volcánicas y/o deslizamientos.
	Actores	Actores y líderes locales (privados, públicos, sociales), comunidades, SE-Conred, Conred, Provia, MARN,

Actividades	Componente	Descripción
		MAGA, INAB, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Territorios localizados en las zonas de manejo especial (inundaciones y deslizamientos) (Figura 10).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas en técnicos municipales e institucionales. • Al menos cuatro cursos para capacitadores implementados, con enfoque en la gestión del riesgo. • Al menos cinco procesos de acreditación de coordinadoras desarrollados.
	Monto total	Q 380 000
Actividad 4: Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	Duración	10 años
	Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer las capacidades en la temática de gestión de riesgo desde lo local (comunidades) hasta el nivel municipal. • Actualizar los estudios sobre riesgo por inundaciones, amenazas volcánicas y deslizamientos.
	Actores	Conred, SE-Conred, MARN, comunidades, municipalidades, cooperación internacional, ICC, entre otros.
	Ubicación	Principalmente en las zonas de manejo especial (Figura 10), idealmente en toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades fortalecidas a nivel comunitario sobre la gestión de riesgos. • Al menos cuatro diplomados sobre adaptación al cambio climático desarrollados. • Mapeo de percepción comunitaria sobre zonas de inundación, lahares, piroclastos y deslizamientos. • Estudio sobre el balance y monitoreo de sedimentos a escala de

Actividades	Componente	Descripción
		cuenca realizado (ríos Naranjo y Meléndrez).
	Monto total	Q 1 085 200

Fuente: elaboración propia (2022).

4.10 Costos del plan

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Naranjo está integrado por seis programas y 25 actividades. El costo de un programa corresponde a los costos de sus actividades y el monto del Plan es la suma de los seis programas. El costo total del Plan, sin considerar el monitoreo y evaluación, es de **Q 119 779 331** (Tabla 22).

Tabla 22. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Naranjo¹

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal.	20 992 813	35 222 821
	Uso eficiente de la leña como fuente energética.	3 082 413	
	Restauración de la zona de ribera (Naranjo y Meléndrez).	2 042 991	
	Manejo de áreas protegidas.	5 557 800	
	Desarrollo de turismo sostenible.	241 515	
	Manejo de incendios.	2 054 400	
	Conservación y restauración del ecosistema de mangle.	1 190 089	
	Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano.	60 800	
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	9 790 000	34 161 766
	Agua para consumo humano.	2 680 653	
	Agua para usos productivos.	800 000	

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
	Aguas residuales.	20 401 113	
	Agua para los ecosistemas.	490 000	
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos.	1 521 500	31 439 500
	Implementación de sistemas participativos de gestión de desechos sólidos.	7 648 000	
	Cierre y control de basureros clandestinos.	270 000	
	Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos.	22 000 000	
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos.	1 134 043	1 134 043
Gobernanza territorial Con enfoque de cuenca hidrográfica	Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra).	2 994 100	4 007 100
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente.	848 000	
	Diseño e implementación de mecanismos financieros de compensación por servicios ambientales.	165 000	
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas.	1 198 900	13 814 100
	Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones.	11 150 000	
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres.	380 000	
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios.	1 085 200	
Costo total			119 779 331

¹ Para más detalle revisar el Anexo 2. Costos de las actividades del plan. Fuente: elaboración propia (2022).

4.11 Estrategia de ejecución y financiamiento

Se identificó a la mesa técnica como líder de la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Naranjo, considerando que dicha figura está contenida en el capítulo IV del vigente Acuerdo Gubernativo 19-2021, y entre sus funciones está la de "promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos". Asimismo, el artículo 13 referente a sus atribuciones, incluye la participación o contribución voluntaria a proteger, conservar y preservar los recursos naturales de las cuencas hidrográficas; así como cualquier otra atribución que defina la legislación nacional aplicable a la protección y conservación de cuencas, entre otras. En este caso, la Mesa Técnica de la Cuenca del Río Naranjo ya está conformada bajo el Acuerdo Gubernativo 19-2021, con fecha 11 de agosto de 2022. Sin embargo, este Plan considera la posibilidad de que otra organización pueda liderar su ejecución, siempre y cuando la legislación nacional lo permita.

En cuanto a la ejecución del Plan, es necesario considerar la gestión para su financiamiento que, en este caso, se propone sea a través de la mesa técnica en mención. Para poder gestionar fondos se debe partir de la socialización y comunicación del Plan a diferentes escalas y tipo de actores, y tomar en consideración que en muchos casos ya existen inversiones que están ejecutándose, pero que es necesario guiarlas bajo el enfoque de cuenca. En dicho proceso se deben abordar a los actores claves identificados, así como a los consejos de desarrollo, las municipalidades, el sector privado, la cooperación internacional, las oenegés, entre otros. Además, es necesario vincular el presente Plan con el plan operativo anual (POA) de las instituciones con presencia en la cuenca.

4.11.1 Sostenibilidad

La sostenibilidad de las acciones incluidas en el Plan de Manejo Integral de la Cuenca Naranjo dependerá del fortalecimiento de la gobernanza o gestión compartida mediante la mesa técnica, que se constituye en un espacio de participación, integración y articulación de actores desde el cual se tomarán decisiones de forma consensuada en beneficio de la sostenibilidad del territorio. Para ello, es necesario que esta mesa adopte el Plan como herramienta estratégica para poder institucionalizar las actividades. Adicionalmente, el Plan plantea una serie de actividades relacionadas al fortalecimiento de capacidades, mismas que apoyan la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2002). *Análisis de la biodiversidad en Guatemala*.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2018). *Estudio de factibilidad de tratamiento de desechos sólidos de manera mancomunada, Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense –ADIMAM*. Nexos Locales, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Akinrinde, E. A. (2004). *Soils: nature, fertility conservation and management*. AMS Publishing, Inc.
- Alonso Ramírez, A. M., García Ixmatá, A. P., Hernández, E. T., Meza Morán, G., Ortíz de León, S. V., Padilla Vassaux, D., Paredes Marín, A. E., Peláez Ponce, A. V., Pineda Cotzajay, P. A. y Santos Arroyo, L. (2021). Análisis transdisciplinar al Acuerdo Gubernativo 19-2021. En *Boletín Socioambiental* (pp. 17-20). Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Universidad Rafael Landívar.
- Barreno, R. E. (2011). *Experiencias municipales en GIRH: Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo (MANCUERNA), Guatemala*. GWP Centroamérica.
- Blainski, É., Acosta Porras, E. A., Pospissil Garbossa, L. H., & Pinheiro, A. (2017). Simulation of land use scenarios in the Camboriú River Basin using the SWAT model. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 22(33), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011716110>
- Brown, L. R. (1981). World population growth, soil erosion, and food security. *Science*, 214(4524), 995-1002.
- Castillo, M. & Allan, J. (2007). *Stream ecology. Structure and function of running waters* (2.ª edición). Springer.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2015). *Estructura para la elaboración del plan de manejo y gestión de cuencas hidrográficas*.
- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio. (2010). *Áreas con riesgo a deslizamientos República de Guatemala* [mapa digital].
- Chevalier, J. M. (2006). *Conceptos y herramientas para la investigación colaborativa y la acción social*. Centro Internacional para Investigaciones para el Desarrollo.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2005). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Naciones Unidas.
- Concejo Municipal de El Tumbador. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de El Tumbador 2020-2032*.
- Concejo Municipal de San Marcos. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de San Marcos 2020-2032*.
- Concejo Municipal de San Pedro Sacatepéquez. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de San Pedro Sacatepéquez 2020-2032*.
- Congreso de la República de Guatemala. (1996). Decreto Número 101-96: Ley Forestal. *Diario de Centro América*.
- Congreso de la República de Guatemala. (2013). Decreto Número 7-2013: Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. *Diario de Centro América*.
- Congreso de la República de Guatemala. (2022). Iniciativa que dispone aprobar Ley de Fomento para el Manejo, Conservación y Restauración de Suelos.
https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/iniciativas/1344#gsc.tab=0
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2020). *Capa digital del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas* [mapa digital].
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032*. Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2015). *Amenaza por inundaciones TERRAHYDRO 4.2.2* [mapa digital].
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2020). *Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre 2008-2020* [conjunto de datos].
- Costantini, E. A. C., Castaldini, M., Paz Diago, M., Giffard, B., Lagomarsino, A., Schroers, H-J., Priori, S., Valboa, G., Agnelli, A. E., Akça, E., D'Avino, L., Fulchin, E., Gagnarli, E., Erdem Kiraz, M., Knapič, M., Pelengić, R.,

- Pellegrini, S., Perria, R., Puccioni, S., Simoni, S., Tangolar, S., Tardaguila, J., Vignozzi, N., & Zombardo, A. (2018). Effects of soil erosion on agroecosystem services and soil functions: a multidisciplinary study in nineteen organically farmed European and Turkish vineyards. *Journal of Environmental Management*, 223, 614-624.
- De Vaus, D. (2002). *Surveys in social research* (5.^a ed.). Allen & Unwin.
- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2012). *El campo de la investigación cualitativa: manual de investigación cualitativa* (vol. 1). Editorial Gedisa.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2013). *Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala* (vol. 1). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2021). *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra República de Guatemala año 2020* [mapa digital]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Expediente 5785-2017. (2017). *Inconstitucionalidad general total*. Corte de Constitucionalidad
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258-267.
- Faustino, J. y Jiménez, F. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Gebrehiwot, K. (2022). Soil management for food security. En *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability* (pp. 61-71). Elsevier.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Global Water Partnership Centroamérica. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Guatemala*. Global Water Partnership Centroamérica.
- Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations. (2009). *A handbook for integrated water resources management in basins*.
- Godone, D. & Stanchi, S. (eds.). (2011). *Soil erosion issues in agriculture*. InTech.

- González-Celada, G., Ríos, N., Benegas-Negri, L. y Argotty-Benavides, F. (2021). Impacto del cambio climático y cambio de uso/cobertura de la tierra en la respuesta hidrológica y erosión hídrica en la subcuenca del río Quiscab. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(6), 363-421. doi: 10.24850/jtyca-2021-06-09
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento informativo.*
- Grupo Promotor de Tierras Comunales. (2009). *Diagnóstico de la conservación y manejo de recursos naturales en tierras comunales.*
- Hernández, J. E., Tirado, D. y Beltrán, I. (2014). Captura de carbono en los suelos. *Padi Boletín Científico del ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.*
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo.* Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2011). *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala.*
- Instituto Nacional de Bosques. (2010). *Plan de acción institucional para la prevención y reducción de la tala ilegal en Guatemala.*
- Instituto Nacional de Bosques. (2015). *Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024.* Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Rainforest Alliance, The Nature Conservancy, Universidad del Valle de Guatemala, Defensores de la Naturaleza y Agexport.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017a). *Anuario de estadísticas forestales de Guatemala.*
- Instituto Nacional de Bosques. (2017b). *Informe Nacional de Incendios Forestales 2016-2017.*
- Instituto Nacional de Bosques. (2020). *Incentivos forestales 1998-2020.* Geoportal del INAB.
- Instituto Nacional de Bosques. (2022). *Monitoreo de plagas y enfermedades*

forestales. Geoportail del INAB.
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/3719b14733c548ad9cdc18a086b31163>

Instituto Nacional de Bosques e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Mapa de áreas de restauración del paisaje forestal en Guatemala*.

Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. (2012). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la cobertura forestal 2006-2010 (Informe)*.

Instituto Nacional de Bosques, Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad del Valle y Universidad Rafael Landívar. (2019). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016, Escala 1:50,000* [mapa digital].

Instituto Nacional de Bosques, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Growing Forest Partnerships. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Growing Forest Partnerships, Facility.

Instituto Nacional de Estadística. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.

Instituto Nacional de Estadística. (2019). Desechos sólidos. En *Compendio Estadístico Ambiental 2019*.
<http://www.ine.gob.gt/ine/estadisticas/bases-de-datos/estadisticas-ambientales/>

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Boletín anual No. 24 de calidad del agua*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Mapa de zonas de inundación en la vertiente del Pacífico de Guatemala, cuencas Ocosito a María Linda*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021). *Erosión hídrica de la vertiente del Pacífico de Guatemala* [mapa digital].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático e Instituto de Recursos Mundiales. (2021). *Identificación de uso de la tierra para el año*

2020 en zonas ribereñas y costeras de la región del Pacífico de Guatemala.

- Kundu, S., Deepak, K., & Mondal, A. (2017). Past, present and future land use changes and their impact on water balance. *Journal of Environmental Management*, 197, 582-596.
- Lane, E. W. (1955). Design of stable alluvial channels. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 120(1)
- Lane, L. J. (1983). Chapter 19: Transmission losses. En *National Engineering Handbook: Part 630 Hydrology* (Natural Resources Conservation Service, Ed.). United States Department of Agriculture.
- Loening, L. J. y Markussen, M. (2003). *Pobreza, deforestación y pérdida de la biodiversidad en Guatemala (IAI Discussion Papers, No. 91)*. Ibero-America Institute for Economic Research.
- Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo. (2022). *MANCUERNA - Página principal*. <https://www.mancuerna.org>
- Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80 % of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 1-13. doi: 10.1126/sciadv.aaz5803
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. (2015). *Mapa de amenaza por sequía, República de Guatemala*.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Centro para la Cooperación Internacional para la Preinversión Agrícola Guatemala-México y Banco Interamericano de Desarrollo. (2001). *Plan de manejo cuenca del río Naranjo, Guatemala (documento de síntesis)*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Readiness preparation proposal Guatemala (R-PP)*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Segunda comunicación nacional sobre cambio climático en Guatemala*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021a). *Información de vertederos de las delegaciones de Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos [conjunto de datos]*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021b). *Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales a septiembre de 2021 de los*

departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla, Totonicapán, Retalhuleu, y Quetzaltenango [conjunto de datos].

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales a marzo de 2022 del departamento de San Marcos [conjunto de datos].*

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Instituto Nacional de Bosques y Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2018). *Evaluación preliminar de factores del uso de la tierra, causas y agentes de deforestación y degradación de bosques en Guatemala.* Grupo de Coordinación Interinstitucional.

Mora, C. S. & Vahrson, W-G. (1994). Macrozonation methodology for landslide hazard determination. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 31(1), 49-58.

Municipalidad de Colomba Costa Cuca. (2020). *Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.*

Newing, H. (2011). *Conducting research in conservation: social science methods and practice.* Routledge.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Mecanización agrícola sostenible.* <https://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/cropproduction/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos.*

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Agua para consumo humano.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El agua contaminada puede transmitir,muertes por diarrea al año>

Orrego León, E. O., González Batres, N. C. y Hernández Quevedo, M. P. (2022). La canícula y su comportamiento en Guatemala (en prensa). *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am.*

Orrego León, E. O., Hernández Quevedo, M. P. y Gómez Jordán, R. C. (2021). Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 5(1).

- Ortegón, E., Pacheco, J. F. y Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Pineda, P. (2009). Conflictos del uso del territorio y deterioro de las tierras. En *Perfil Ambiental 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo* (Serie Perfil Ambiental n.º 11) (pp. 49-64). Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2006). Acuerdo Gubernativo Número 236-2006: Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2007). Acuerdo Gubernativo Número 63-2007: Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los Recursos Naturales. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2010). Acuerdo Gubernativo Número 258-2010: Política Nacional de Producción más Limpia. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2015). Acuerdo Gubernativo Número 281-2015: Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2021). Acuerdo Gubernativo Número 164-2021: Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes. *Diario de Centro América*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010a). *El enverdecimiento del derecho de aguas: la gestión de los recursos hídricos para los seres humanos y el medioambiente*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010b). *Perspectivas del medio ambiente: América Latina y el Caribe GEO ALC3*.
- Public Health Institute & Environment Energy Consultants. (2015). *Scaling up demand for LPG in Guatemala: motivators, barriers and opportunities*. Public Health Institute y Environment Energy Consultants.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2019). *Ranking de la Gestión Municipal 2018*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2021). *Con asesoría técnica de SEGEPLAN, el MARN trabaja en la formulación de la*

Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequía.
<https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/sala-de-prensa/166-noticias-2019/2189-con-asesoria-tecnica-de-segeplan-el-marn-trabaja-en-la-formulacion-de-la-politica-de-degradacion-de-tierras-desertificacion-y-sequia>

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y Banco Interamericano de Desarrollo. (2006). *Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala. Diagnóstico.* Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Fondo Holandés del Agua y Banco Interamericano de Desarrollo.

Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Guatemala: perfiles de medios de vida.*

Servicios Integrales Agrícolas y Forestales. (2021). *Plan de manejo integrado para la cuenca alta del río Naranjo.* Municipalidades de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, San Antonio Sacatepéquez, Esquipulas Palo Gordo, San Cristóbal Cucho y Helvetas.

Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2021). *Datos de salud.*
<https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud>

Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria. (2016). *Guatemala: descripción de los medios de vida.* Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria.

Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture, & National Resources Conservation Service. (2010). *Keys to soil taxonomy* (11.^a Ed.).

Steinhoff-Knopp, B., Kuhn, T. K., & Burkhard, B. (2021). The impact of soil erosion on soil-related ecosystem services: development and testing a scenario-based assessment approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-18.

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2016). *Mapa de capacidad de uso de la tierra de la República de Guatemala Metodología INAB* [mapa digital]. Universidad Rafael

Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019). *Mapa de intensidad de uso de la tierra* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. Memoria técnica*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Banco Interamericano de Desarrollo.

United Nations Development Programme. (2006). *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis*.

United Nations Water. (2007). *Coping with water scarcity: challenge of the twenty-first century. Prepared for World Water Day*. Food and Agriculture Organization.

Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad Rafael Landívar. (2011). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la cobertura forestal 2001-2006 (informe)*.

Vargas, G. (1992). Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, 18(2), 7-17.

Velásquez Mazariegos, S. (2013). *Manual spatial analyst: zonificación para el ordenamiento territorial de la cuenca del río Turrialba*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Viceministerio del Agua. (2021). *Situación del tratamiento de aguas residuales en Guatemala* [presentación de PowerPoint]. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Watler, W. (2014). *Zonificación territorial para cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Young, A. (2000). *Land resources: now and for the future*. Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías



Reunión de socialización y coordinación interinstitucional para la elaboración del plan de manejo de las cuencas Naranjo y Suchiate (15/04/2021).
Crédito fotográfico: Juan Nelson (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Naranjo: fase de identificación, priorización y análisis de problemáticas (14/07/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Naranjo: fase de identificación, priorización y análisis de problemáticas por parte de los actores de la cuenca (14/07/2021).

Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Reunión de presentación de avances del proceso de planificación de la cuenca del río Naranjo (1/09/2021).

Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Presentación de avances de la caracterización de la cuenca hidrográfica del río Naranjo ante la Comisión de Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático del Codede de San Marcos (28/10/2022).
Crédito fotográfico: José Miranda (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Naranjo: fase de presentación de la agenda de trabajo por funcionarios del MARN (10/03/2022).
Crédito fotográfico: Luis López (2022).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Naranjo: presentación de avances de las caracterizaciones de cuenca del río Naranjo (10/03/2022).
Crédito fotográfico: Néstor Fajardo (2022).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Naranjo: presentación de las problemáticas identificadas por los actores asistentes (10/03/2022).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2022).



Presentación de la caracterización y diagnóstico de la cuenca del río Naranjo ante actores que conformaron la mesa técnica de esta cuenca (11/08/2022).
Crédito fotográfico: Julio González (2022).



Actores que dieron su visto bueno para la conformación de la mesa técnica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo (11/08/2022).
Crédito fotográfico: Julio González (2022).



Socialización del proceso metodológico y resultados de las fases para la elaboración de los planes de manejo de cuenca con personal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): delegados departamentales, directores regionales, Dirección de Cuencas y Viceministerio del Agua (01/09/2022).

Crédito fotográfico: Zulema Reyes (2022).



Presentación del Plan de Manejo de la cuenca del río Naranjo ante la Comisión de Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático del Codede de San Marcos (08/09/2022).

Crédito fotográfico: Ricardo Barrios (2022).



Recorrido de la cuenca e identificación de basureros: basurero en aldea Las Palmas, Coatepeque, Quetzaltenango, ubicado en la ribera del río Naranjo (29/06/2022).

Crédito fotográfico: toma del dron del ICC durante el recorrido de campo realizado en la cuenca del río Naranjo (2022).



Recorrido de la cuenca e identificación de basureros: basurero en Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, ubicado en la ribera del río Naranjo (29/06/2022).

Crédito fotográfico: toma del dron del ICC durante el recorrido de campo realizado en la cuenca del río Naranjo (2022).



Recorrido de la cuenca e identificación de basureros: basurero en Coatepeque, Quetzaltenango, donde los desechos llegan directamente al cauce del río Naranjo (29/06/2022).

Crédito fotográfico: toma del dron del ICC durante el recorrido de campo realizado en la cuenca del río Naranjo (2022).



Recorrido de la cuenca e identificación de basureros: basurero en Pajapita, San Marcos, donde la basura está en la ribera del río Naranjo (29/06/2022).

Crédito fotográfico: toma del dron del ICC durante el recorrido de campo realizado en la cuenca del río Naranjo (2022).

Anexo 2. Costos de las actividades del plan

Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	Identificación de áreas potenciales para la restauración forestal con énfasis en la zona de recarga hídrica, bosques de ribera, áreas con remanentes de bosques y parcelas de beneficiarios/comunidades interesadas en implementar sistemas agroforestales	250 000	Estudio (duración aproximada de seis meses)	1	250 000
	Reforestación (modalidad de restauración): implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	434	9 766 836
	Implementación de prácticas agroforestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de SAF de Probosque	Hectárea	434	1 909 959
	Plantaciones forestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de plantaciones forestales de Probosque	Hectárea	434	7 943 693
	Labores de mantenimiento de viveros forestales	5000	Mantenimiento/año	8	40 000
	Elaboración de planes de manejo forestal para ingresar hectáreas a incentivos forestales	100 000	Plan de manejo (calculado con base en el salario de un técnico forestal)	10	1 000 000
	Fortalecimiento de capacidades	3800	Taller	9	34 200
	Dron para monitoreo forestal	27 125	Dron	1	27 125

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Equipo forestal de campo	10 500	Kit (incluye GPS, cintas métricas y diamétricas, aerosol para marcar árboles evaluados, hipsómetro, libretas)	2	21 000
Costo total (Q)					20 992 813

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Uso eficiente de la leña como fuente energética	Reuniones de socialización y sensibilización	3350	Taller	4	13 400
	Talleres de socialización de la "Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024"	3800	Taller	4	15 200
	Estufas ahorradoras de leña	750	Estufa	4031	3 023 413
	Fortalecimiento de capacidades municipales con relación a la producción sostenible y uso eficiente de la leña a nivel local	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					3 082 413

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Restauración de la zona de ribera (Naranjo y Meléndrez)	Restauración de las zonas ribereñas (modalidad de restauración de tierras forestales degradadas: bosques riparios)	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	82	2 031 591
	Talleres participativos para la validación de áreas por restaurar en las riberas (dirigidos, por ejemplo, a propietarios de	3800	Taller	3	11 400

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	tierras y otros actores de la cuenca)				
Costo total (Q)					2 042 991

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo de áreas protegidas	Guardabosques (el salario mensual indicado incluye prestaciones)	4000	Salario mensual por guardabosque	384	1 536 000
	Capacitación de personal de áreas protegidas (talleres de tres días, incluyendo hospedaje para facilitador y salario de tres días a Q 500, asumiendo que será impartido por un experto, más Q 100 por día de alimentación para los 20 participantes, y Q 250 por día de alquiler de salón en caso de que sea necesario)	9000	Taller	4	36 000
	Radios para guardabosques para realizar monitoreo	1300	Kit con 2 radios	4	5200
	Talleres de sensibilización y educación ambiental dirigidos a estudiantes	3800	Taller	4	15 200
	Actualización de planes de manejo	240 000	Estudio	4	960 000
	Línea base y estandarización de protocolos para los siguientes taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos (salario, viáticos, combustible, equipo)	77 750	Línea base	4	311 000
	Monitoreo de biodiversidad (plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos) (salario, viáticos, combustible)	33 500	Monitoreo	80	2 680 000
	Talleres de capacitación	4800	Taller	3	14 400
Costo total (Q)					5 557 800

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Desarrollo de turismo sostenible	Curso para guía general de turistas (Intecap)	2615	Curso/persona	80	209 200
	Impresión/diagramación de guías de aviturismo y mariposas	75	Guía	4	315
	Publicidad en redes sociales	200	Anuncio	10	2000
	Rótulos y vallas para senderos	600	1 rótulo	50	30 000
Costo total (Q)					241 515

Actividad 6	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo de incendios forestales	Guardabosques con experiencia en manejo de incendios forestales	4000	Salario mensual por guardabosque	384	1 536 000
	Equipo de brigadas para incendios forestales (azadón, <i>pulaski</i> , <i>mcleod</i> , pala, batefuego, bomba de mochila y equipo de protección)	15 000	Kit	32	480 000
	Talleres de capacitación para el control de incendios (30 participantes por taller)	4800	Taller	8	38 400
Costo total (Q)					2 054 400

Actividad 7	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Conservación y restauración del ecosistema de mangle	Restauración de mangle (mantenimiento + asesoría)	32 000	Hectárea	30	946 364
	Priorización de áreas por restaurar	78 950	Estudio	1	78 950
	Diagramación e impresión de materiales educativos (folletos y trifolios para estudiantes)	75	Trifoliar/documento	1	75
	Talleres de capacitación y educación ambiental para maestros	3800	Taller	8	30 400
	Talleres de sensibilización y educación ambiental para estudiantes	3800	Taller	8	30 400
	Lanchas para monitoreo de plantaciones	50 000	Lancha	2	100 000
	Radios para monitoreo de plantaciones	1300	Kit (2 radios)	3	3900
Costo total (Q)					1 190 089

Actividad 8	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	Talleres participativos para la identificación de las principales fuentes de abastecimiento de agua	3800	Taller	8	30 400
	Fortalecimiento de las capacidades del personal de las municipalidades	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					60 800

Programa 2: Gestión del agua

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo)	Generación de información sobre los caudales en los puntos de interés de la cuenca (incluye: depreciación del vehículo, equipo técnico, viáticos, depreciación de equipo) (2 equipos/año)	600 000	Año	10	6 000 000
	Análisis y gestión de la información	15 000	Mes	120	1 800 000
	Instalación de estaciones meteorológicas en la parte alta de la cuenca para el registro de la precipitación (asesoría e instalación)	180 000	Estación meteorológica	1	180 000
	Instalación y mantenimiento de estaciones hidrométricas en puntos estratégicos de los ríos de la cuenca (asesoría e instalación)	250 000	Estación hidrométrica	2	500 000
	Estudio sobre el balance hídrico para conocer la disponibilidad del recurso hídrico: (a) superficial (información meteorológica e hidrométrica, análisis espacial, modelos numéricos, medición de ceniza, visita de campo, trabajo de gabinete, laboratorio, equipo técnico, aforos, instrumentos, mapas) y (b) subterránea (puntos de monitoreo, muestras de isótopos, identificación de pozos comunitarios, visita de campo, trabajo de gabinete, reuniones, análisis de la información, mapas)	500 000	Estudio	2	1 000 000
	Talleres de consulta con usuarios del agua para validar los estudios realizados sobre el recurso hídrico en la cuenca	3000	Taller	10	30 000
	Monitoreo de la calidad del agua: físico, químico y microbiológico/bioquímico. No incluye metales pesados, ni agroquímicos	3500	Punto de monitoreo	80	280 000
Costo total (Q)					9 790 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para consumo humano	Cosecha de agua de niebla (cisterna de 1100 litros, neblinómetros y materiales de construcción)	143 551	Sistema	3	430 653
	Cosecha de agua de lluvia Scall (cisterna de 22 000 litros, cisterna de 10 000 litros, materiales de construcción, herramientas)	150 000	Sistema	10	1 500 000
	Implementación de ecofiltros de agua en comunidades rurales (implementación y asesoría)	300	Ecofiltro	2500	750 000
Costo total (Q)					2 680 653

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para usos productivos	Estudio de factibilidad sobre la retención de aguas a nivel de cuencas (superficial y subterránea)	400 000	Estudio	2	800 000
Costo total (Q)					800 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Aguas residuales	Estudio de evaluación de las PTAR existentes	100 000	Estudio	1	100 000
	Diseño, construcción y tratamiento de aguas residuales	300	Tratamiento/persona	67 620	20 286 113
	Estudio técnico de AR o su actualización	15 000	Estudio	1	15 000
Costo total (Q)					20 401 113

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para los ecosistemas	Monitoreo de la calidad del agua, utilizando macroinvertebrados	3000	Muestreo	80	240 000
	Estudio para determinar el caudal ecológico de los dos ríos priorizados	250 000	Estudio	1	250 000
Costo total (Q)					490 000

Programa 3: Manejo de los desechos y residuos sólidos

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	Programa de capacitación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos dirigido al público en general	4000	Capacitación	50	200 000
	Estrategia de comunicación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos (difusión en redes sociales y medios de comunicación)	50 000	Estrategia	5	250 000
	Programa de capacitación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos dirigido al personal de los mercados públicos	10 000	Programa	20	200 000
	Capacitación a comunidades sobre los efectos de la contaminación provocados por los desechos sólidos depositados en basureros clandestinos	1500	Capacitación	581	871 500
Costo total (Q)					1 521 500

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Implementar sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos	Caracterización de los residuos y desechos sólidos municipales	150 000	Estudio	20	3 000 000
	Implementación de composteras orgánicas comunales para los desechos orgánicos (los costos dependerán de la elección de la técnica de compostaje, la cantidad y tipo de material orgánico que se usa para compostar, y la cantidad destinada para uso y venta)	8000	Compostera	291	2 324 000
	Centro de acopio comunitario de material para reciclaje	8000	Centro de acopio	291	2 324 000
Costo total (Q)					7 648 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Cierre y control de basureros clandestinos	Identificación y plan de erradicación de basureros clandestinos	8000	Plan	20	160 000
	Jornadas de limpieza de basureros clandestinos comunales (mano de obra, depreciación de vehículo, instrumentos para la recolección de desechos)	3500	Jornada	20	70 000
	Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios con potencial de ocurrencia de basureros clandestinos	20 000	Estrategia	2	40 000
Costo total (Q)					270 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	Planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos (capacidad de procesar 23.87 toneladas métricas al día de residuos sólidos urbanos y de almacenar 20 515 m ³ de inorgánico no reciclable, mano de obra y mantenimiento)	11 000 000	Planta de tratamiento	2	22 000 000
Costo total (Q)					22 000 000

Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo y conservación de los suelos	Materiales y herramientas para la implementación de prácticas de conservación de suelos (incluye azadón, machete, pala, lima)	800	1 kit	5	4000
	Incentivo por cultivos a nivel y cultivos en fajas	603	Hectárea	59	35 605
	Implementación del manual de acequias de infiltración y pozos	1700	Hectárea	59	100 379
	Implementación del manual de acequias de desagüe para la parte baja de la cuenca	1700	Hectárea	59	100 379
	Implementación de cortinas rompe vientos (considera una cortina de 167 metros, o bien, fracciones de cortina)	1853	Hectárea	15	27 353
	Taller de capacitación para la implementación de parcelas demostrativas por comunidad (incluye profesional, materiales y útiles, desayuno, refacción y almuerzo para 15 personas)	5440	Taller	8	43 520
	Jornal para el mantenimiento de parcelas demostrativas para la conservación de suelos	543	Jornal	30	16 290
	Implementación de terrazas con barreras vivas (establecimiento de cuatro terrazas de muro vivo de 100 metros lineales distribuidas en una hectárea, a cada 25 metros, usando semilla)	5126	Hectárea	59	302 673
	Realización e implementación de terrazas con barreras muertas (considerando 500 metros de barreras de piedra, distribuidas en una hectárea)	7466	Hectárea	59	440 843

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Taller sobre buenas prácticas agrícolas dirigido a agricultores locales (incluye capacitador, materiales, refacción y almuerzo para 25 personas por 3 días)	12 600	Taller	5	63 000
Costo total (Q)					1 134 043

Programa 5: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca o mesa técnica	Identificación de usuarios del recurso en los principales ríos de la cuenca (equipo técnico, útiles, depreciación de vehículo)	30 000	Estudio	1	30 000
	Reuniones de la organización de cuenca (incluye uso de salón, refacción, mobiliario y equipo para 40 personas)	5000	Reunión	30	150 000
	Gestor de cuencas que coordine acciones con los actores claves según la legislación vigente para la protección y conservación de la cuenca, en vinculación con el Acuerdo Gubernativo 19-2021 (salario)	20 000	Profesional/mes	120	2 400 000
	Actualización constante del mapeo de actores de la cuenca y plan de integración de la organización de cuenca (comité, consejo o mesa técnica)	50 000	Estudio	3	150 000
	Desarrollo de plataforma virtual para consultas y apoyo a la mesa técnica	150 000	Plataforma	1	150 000
	Programa de capacitación a periodistas regionales y locales sobre el tema de manejo integrado de cuenca, para formar conocimiento técnico sobre la conservación y protección de la cuenca; además de crear redes de comunicación para la divulgación de las acciones realizadas en la cuenca (dos sesiones presenciales, una gira de campo)	14 700	Capacitación	3	44 100

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Mapeo de proyectos e iniciativas que se realizan en la región en temas sobre medio ambiente y cambio climático	7000	Estudio	10	70 000
Costo total (Q)					2 994 100

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	Foro de intercambio de experiencias sobre gobernanza y gestión de cuencas con autoridades y actores locales y regionales de la cuenca (dos días, una noche para 40 personas, incluye alimentación y <i>coffee break</i>)	40 000	Foro	2	80 000
	Capacitación a líderes y/o actores locales sobre planificación, manejo y gestión territorial con enfoque de cuenca para favorecer los procesos de gobernanza conforme a la legislación vigente (cinco sesiones virtuales, gira de campo, treinta personas)	25 000	Diplomado	20	500 000
	Fortalecer las capacidades de los tomadores de decisiones a nivel municipal y regional sobre la gestión del recurso hídrico y saneamiento (cinco sesiones virtuales, gira de campo, treinta personas)	25 000	Diplomado	5	125 000
	Capacitar a los representantes de la Unidad de Gestión Ambiental u otras unidades (OMAS, oficina forestal, Dapma) de las municipalidades en temas sobre gestión integral de cuencas	25 000	Diplomado	5	125 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Socialización del estado de la cuenca en plataformas vigentes como los consejos de desarrollo (Codede, Comude, Cocode, Coredur)	600	Actividad	30	18 000
Costo total (Q)					848 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Diseño e implementación del mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales	Diseño del mecanismo financiero	135 000	Estudio	1	135 000
	Reuniones con el grupo promotor y otros interesados	1500	Reunión	20	30 000
Costo total (Q)					165 000

Programa 6: Gestión del riesgo

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas	Talleres dirigidos a agricultores y actores comunitarios	4800	Taller	10	48 000
	Talleres dirigidos a organizaciones (por ejemplo, Insivumeh o MAGA) para el diseño/capacitación de un sistema de alerta temprana	5500	Taller	3	16 500
	Traducción de información a idiomas locales	67 200	Consultoría	2	134 400
	Parte I: Línea base de información (con base en talleres e información existente) y modelaciones con base en distintos escenarios	500 000	Estudio/consultoría (determinado con base en el salario del equipo multidisciplinario)	1	500 000
	Parte II: Desarrollo del sistema y socialización	500 000	Estudio/consultoría (determinado con base en el salario del equipo multidisciplinario)	1	500 000
Costo total (Q)					1 198 900

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Diseño y evaluación de una estructura para la contención de inundaciones	Estudio para el diseño del dique o borda	50 000	Estudio	1	50 000
	Implementación y mantenimiento del dique o borda	3000	m ³	3700	11 100 000
Costo total (Q)					11 150 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Coordinadoras locales para la reducción de desastres	Talleres de la Mesa Regional de Gestión del Riesgo	800	Taller	5	4000
	Proceso de capacitación a técnicos municipales e instituciones (sistemas de información geográfica y gestión de riesgo)	16 000	Capacitación	5	80 000
	Curso para capacitadores (CPC) enfocado en la gestión del riesgo	64 000	Curso	4	256 000
	Proceso de acreditación de las coordinadoras	8000	Proceso	5	40 000
Costo total (Q)					380 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	Fortalecimiento de capacidades a nivel comunitario sobre los riesgos en la cuenca	1000	Talleres	50	50 000
	Diplomados sobre adaptación comunitaria al cambio climático (30 participantes)	22 800	Diplomado	4	91 200
	Monitoreo de la concentración de sedimentos	600	Monitoreo	240	144 000
	Mapeo de percepción comunitaria a inundaciones, lahares, piroclastos y deslizamientos	100 000	Estudio	4	400 000
	Estudio sobre el balance de sedimentos en la cuenca	200 000	Estudio	2	400 000
Costo total (Q)					1 085 200

Fuente: elaboración propia (2022).

Anexo 3. Cronograma de actividades

Programa	Actividades	Años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	█									
	Uso eficiente de leña como fuente energética	█									
	Restauración de la zona de ribera (Naranjo y Meléndrez)	█									
	Manejo de áreas protegidas	█									
	Desarrollo de turismo sostenible	█									
	Manejo de incendios	█									
	Conservación y restauración del ecosistema mangle	█									
	Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	█									
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos	█									
	Agua para consumo humano	█									
	Agua para usos productivos	█									
	Aguas residuales	█									
	Agua para los ecosistemas	█									
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	█									
	Implementar sistemas participativos de gestión de desechos sólidos	█									
	Cierre y control de basureros clandestinos	█									
	Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	█									
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos	█									
		█									
Gobernanza territorial con enfoque de cuenca	Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca o Mesa Técnica	█									
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	█									
	Diseño e implementación de mecanismos financiero de compensación por servicios ambientales	█									
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas	█									
	Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones.	█									
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres	█									
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	█									

Fuente: elaboración propia (2022).