



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

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

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 Achiguate

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 Achiguate. 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 Y ACRÓNIMOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA	2
2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA.....	3
3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	7
4 CLIMA	11
4.1 Precipitación pluvial	11
4.2 Temperatura.....	12
4.3 Evapotranspiración potencial.....	13
5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA	14
5.1 Meteorología.....	14
5.2 Anomalías observadas.....	15
5.3 Variabilidad climática observada	20
5.4 Variabilidad de la época lluviosa	26
5.5 Canícula.....	28
6 CAMBIO CLIMÁTICO	31
6.1 Proyecciones de cambio climático	31
7 HIDROLOGÍA.....	36
7.1 Balance hidrológico.....	36
7.2 Caudales	37
7.3 Agua subterránea	41
7.4 Recarga hidrológica	44
7.5 Cuerpos de agua	45
8 FISIOGRAFÍA-GEOMORFOLOGÍA	47
9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE	49
10 GEOLOGÍA.....	50
11 SUELOS	51
12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA.....	53
13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	58
14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO	61
15 EROSIÓN HÍDRICA	63

16	ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS	65
17	BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS	67
18	RIESGO.....	69
18.1	Deslizamientos.....	69
18.2	Inundaciones	69
18.3	Amenazas volcánicas	72
18.4	Lahares.....	73
18.5	Flujos piroclásticos	75
18.6	Sequía	76
18.7	Vulnerabilidad sistémica	77
18.8	Amenazas climáticas.....	78
18.9	Riesgo a amenazas climáticas	79
18.10	Riesgo a desastres.....	80
19	TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR	85
20	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO	86
21	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	87
	REFERENCIAS	89

Índice de tablas

Tabla 1.	Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	9
Tabla 2.	Balance hidrológico anual de la cuenca del río Achiguate y algunas de sus subcuencas	36
Tabla 3.	Caudales máximos generados en la cuenca del río Achiguate.....	41
Tabla 4.	Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Achiguate	47
Tabla 5.	Uso de la tierra 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Achiguate	53
Tabla 6.	Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Achiguate	55
Tabla 7.	Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate	59
Tabla 8.	Distribución de las zonas de vida en la cuenca del río Achiguate por superficie ocupada	66
Tabla 9.	Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Achiguate.....	86

Índice de figuras

Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de una cuenca hidrográfica	2
Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	4
Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	5
Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	6
Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	7
Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	10
Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Achiguate	10
Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas de la cuenca del río Achiguate para el período 1991 a 2020	11
Figura 9. Temperatura media anual e isotermas de la cuenca del río Achiguate para el período 1991 a 2020	12
Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual (2000-2013) de la cuenca del río Achiguate	13
Figura 11. Precipitación pluvial media anual (2019-2020) en la cuenca del río Achiguate	14
Figura 12. Temperatura media anual para el período 2019-2020 en la cuenca del río Achiguate	15
Figura 13. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada de la estación Alameda ICTA para el período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)	16
Figura 14. Anomalía de temperatura media anual de la estación Alameda ICTA para el período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)..	17
Figura 15. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada de la estación Sabana Grande para el período 1971-2014 (región climática bocacosta).....	17
Figura 16. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada de la estación Camantulul para el periodo 1971-2014 (región climática bocacosta) ...	18
Figura 17. Anomalía de temperatura media anual en la estación Sabana Grande para el período 1971-2014 (región climática bocacosta).....	18
Figura 18. Anomalía de temperatura media anual de la estación Camantulul para el período 1971-2014 (región climática bocacosta)	19
Figura 19. Anomalía de precipitación pluvial media anual de la estación San José para el periodo 1971-2014 (región climática del Pacífico)	19
Figura 20. Anomalía de temperatura media anual de la estación San José para el periodo 1971-2014 (región climática del Pacífico)	20
Figura 21. Precipitación pluvial media mensual en la estación Alameda ICTA	21
Figura 22. Temperatura media mensual en la estación Alameda ICTA	21
Figura 23. Precipitación pluvial media mensual en la estación Sabana Grande.....	22
Figura 24. Precipitación pluvial media mensual en la estación Camantulul	23
Figura 25. Temperatura media mensual en la estación Sabana Grande	23
Figura 26. Temperatura media mensual en la estación Camantulul	24

Figura 27. Precipitación pluvial media mensual en la estación Puerto San José.....	25
Figura 28. Temperatura media mensual en la estación Puerto San José	25
Figura 29. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate	26
Figura 30. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate	27
Figura 31. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate	28
Figura 32. Precipitación pluvial media mensual simulada con el modelo RegCM4 para el período 2011-2017, donde también se muestra el límite departamental	29
Figura 33. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Achiguate	30
Figura 34. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	31
Figura 35. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	32
Figura 36. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5.....	33
Figura 37. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5.....	33
Figura 38. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	34
Figura 39. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	34
Figura 40. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.....	35
Figura 41. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.....	35
Figura 42. Disponibilidad hídrica específica (m ³ /km ² /año) en la cuenca del río Achiguate	37
Figura 43. Hidrometría en la cuenca hidrográfica del río Achiguate	38
Figura 44. Caudales semanales históricos (2016-2021) durante la época seca del punto de aforo Guacalate.....	39
Figura 45. Caudales semanales históricos (2016-2021) durante la época seca del punto de aforo Achiguate.....	39
Figura 46. Caudales semanales históricos (2016-2021) de la época seca del punto de aforo La Barrita.....	40
Figura 47. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Achiguate	42
Figura 48. Nivel freático promedio del abanico aluvial central durante el mes de agosto (2017-2020).....	43
Figura 49. Nivel freático promedio del abanico aluvial central durante el mes de marzo (2017-2021)	43

Figura 50. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Achiguate	44
Figura 51. Recarga hídrica media anual del abanico aluvial central	45
Figura 52. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Achiguate	46
Figura 53. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Achiguate.....	48
Figura 54. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	49
Figura 55. Geología de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	50
Figura 56. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Achiguate.....	52
Figura 57. Uso y cobertura de la tierra para el año 2012 en la cuenca del río Achiguate	54
Figura 58. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate para el año 2020	57
Figura 59. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Achiguate para el periodo 2010-2016	57
Figura 60. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate según la metodología del INAB.....	60
Figura 61. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate	62
Figura 62. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Achiguate	64
Figura 63. Ecosistemas de Guatemala con base en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	66
Figura 64. Registro de la biodiversidad de la cuenca del río Achiguate, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica	67
Figura 65. Áreas protegidas en la cuenca del río Achiguate.....	68
Figura 66. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Achiguate	69
Figura 67. Susceptibilidad a inundaciones en la Cuenca del río Achiguate	70
Figura 68. Amenaza por inundación en la cuenca del río Achiguate.....	71
Figura 69. Zonas susceptibles a inundación previo a la temporada de precipitación pluvial (marzo) mediante modelación hidráulica en dos dimensiones ..	72
Figura 70. Amenaza por lahares derivado de la erupción del volcán de Fuego en junio de 2018	74
Figura 71. Modelación de lahares del volcán de Fuego	75
Figura 72. Amenaza por flujos piroclásticos en la cuenca del río Achiguate	76
Figura 73. Amenaza por sequía en la cuenca del río Achiguate.....	77
Figura 74. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Achiguate	78
Figura 75. Amenazas climáticas por categoría en la cuenca del río Achiguate	79
Figura 76. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Achiguate.....	80
Figura 77. Índice de peligro y exposición a desastres en la cuenca del río Achiguate	81
Figura 78. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Achiguate	82
Figura 79. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Achiguate	83
Figura 80. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Achiguate	84
Figura 81. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar	85
Figura 82. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Achiguate.....	86

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
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	representative concentration pathways (trayectorias de concentración representativas)
RegCM	regional climate model system (sistema de modelo de clima regional)
SeConred	Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
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	<i>water evaluation and planning system</i> (sistema de evaluación y planificación del agua)

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Achiguate se elaboró en cuatro fases, que se publican 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

La caracterización biofísica, que corresponde al presente capítulo, es la base para realizar el diagnóstico y definir la línea base del estado actual de la cuenca hidrográfica del río Achiguate. Incluye los siguientes componentes: características morfológicas, clima, variabilidad climática, 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, tiraderos de basura y aprovechamiento energético.

1 METODOLOGÍA

La caracterización biofísica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se realizó con base en información primaria y secundaria proveniente de diferentes fuentes. Las variables o componentes considerados fueron: características morfológicas, clima, variabilidad climática, 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, tiraderos de basura y aprovechamiento energético. La información fue sistematizada por componente y luego se aplicó un geoproceto en la interfaz de un programa computacional de sistemas de información geográfica (SIG). Finalmente se elaboraron mapas digitales que describen la distribución espacial de las variables, gráficos y/o tablas (Figura 1). Las características morfológicas se calcularon a través del programa QGIS v. 3.10.11 A Coruña (QGIS Development Team, 2019).

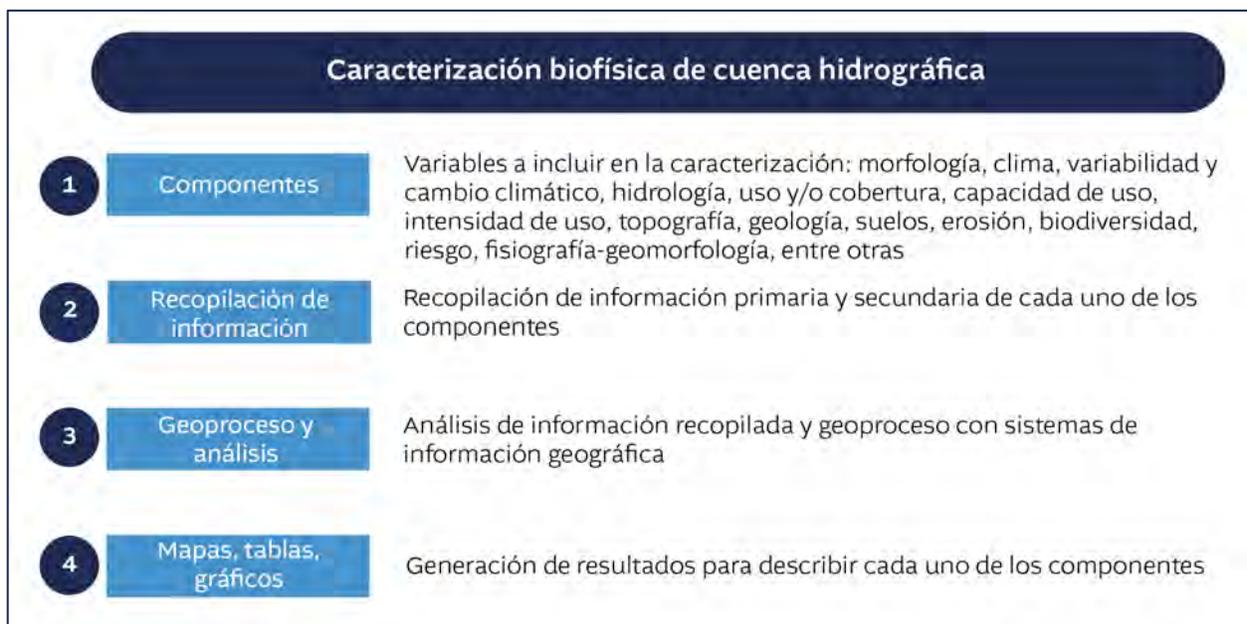


Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de una cuenca hidrográfica

Fuente: elaboración propia (2022).

2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA

Los límites de la cuenca hidrográfica del río Achiguate corresponden a la cartografía oficial elaborada por la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2009), la cual se realizó con el método de delimitación de cuencas hidrográficas de Pfafstetter (1989). Esta cuenca es exorreica, drena hacia el océano Pacífico y su centroide en coordenadas planas locales (GTM) corresponde a 1 585 939 metros norte y 462 120 metros oeste.

Según el mapa de partes de cuenca del Instituto Nacional de Bosques (INAB, 2017a), la cuenca alta de Achiguate tiene influencia de los conos volcánicos de Fuego, Acatenango y Agua. En esta área se ubican las áreas pobladas de Chimaltenango, El Tejar, San Andrés Itzapa, Sumpango, San Mateo Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, San Miguel Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santo Tomás Milpas Altas, Santa María de Jesús y San José Calderas (Figura 2).

En la parte media de la cuenca se localizan las áreas pobladas de Parramos, San Lorenzo El Tejar, Pastores, Jocotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, Alotenango, San Pedro Las Huertas, San Juan del Obispo, San Lorenzo El Cubo, San Miguel Los Lotes, Parcelamiento Agrario Ceilar, entre otras. En la parte baja se ubican las zonas pobladas de El Rodeo, Parcelamiento Agrario Chuchú, Finca San Andrés Osuna, una porción de Escuintla, Junajpú, El Esfuerzo, Siquinalá, La Florida Aceituno, La Democracia, Masagua y Cuyuta.

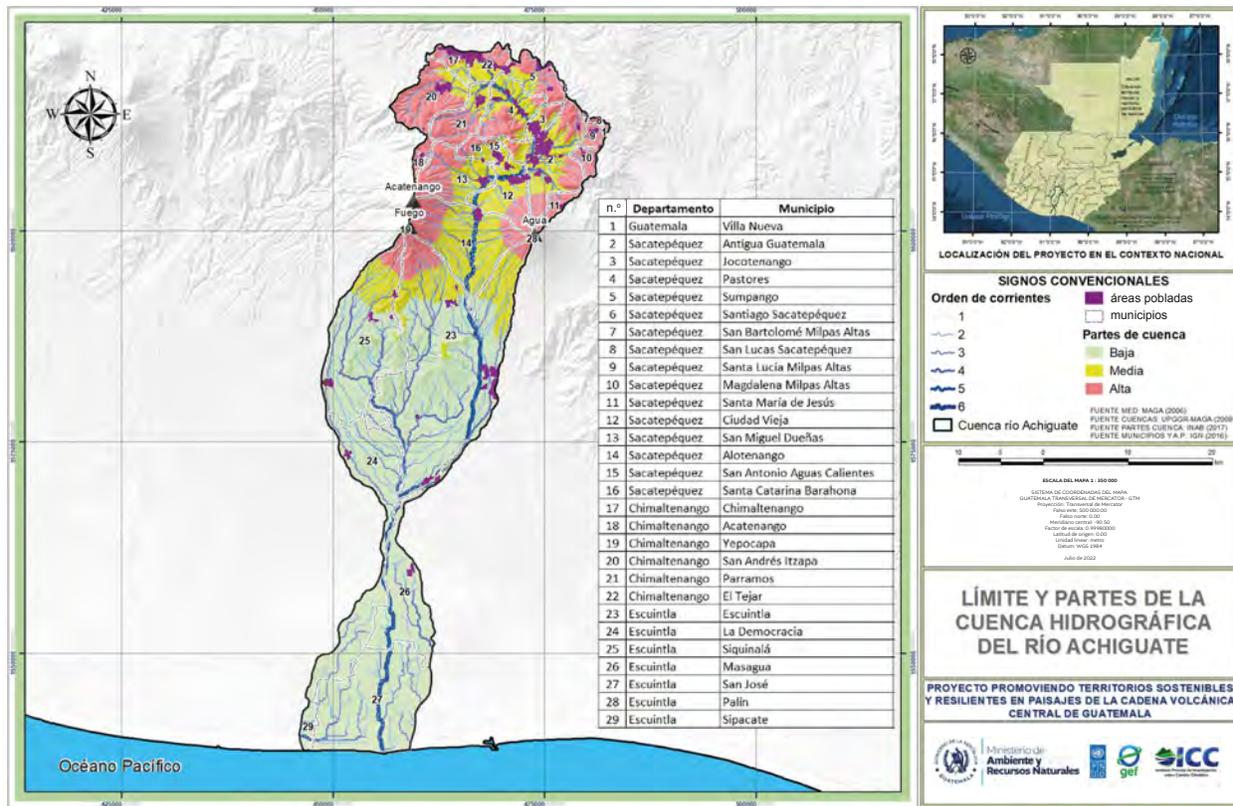


Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

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

La cuenca del río Achiguate está clasificada como de nivel 6 (código 957542), según el método de Pfafstetter (1989). Sus unidades de mayor nivel nombradas en la cartografía existente son las cuencas del nivel 7, dentro de las cuales se encuentran las de los ríos Guacalate (código 9575422), Las Provincias (9575424), Ceniza (9575426) y El Jute (9575428) (Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, 2009). Adicionalmente, existen cinco cuencas de nivel 7 sin nombre que se clasifican como intercuenas, de las cuales, luego de haber realizado un análisis cartográfico, una fue nombrada como Achiguate bajo (Figura 3).

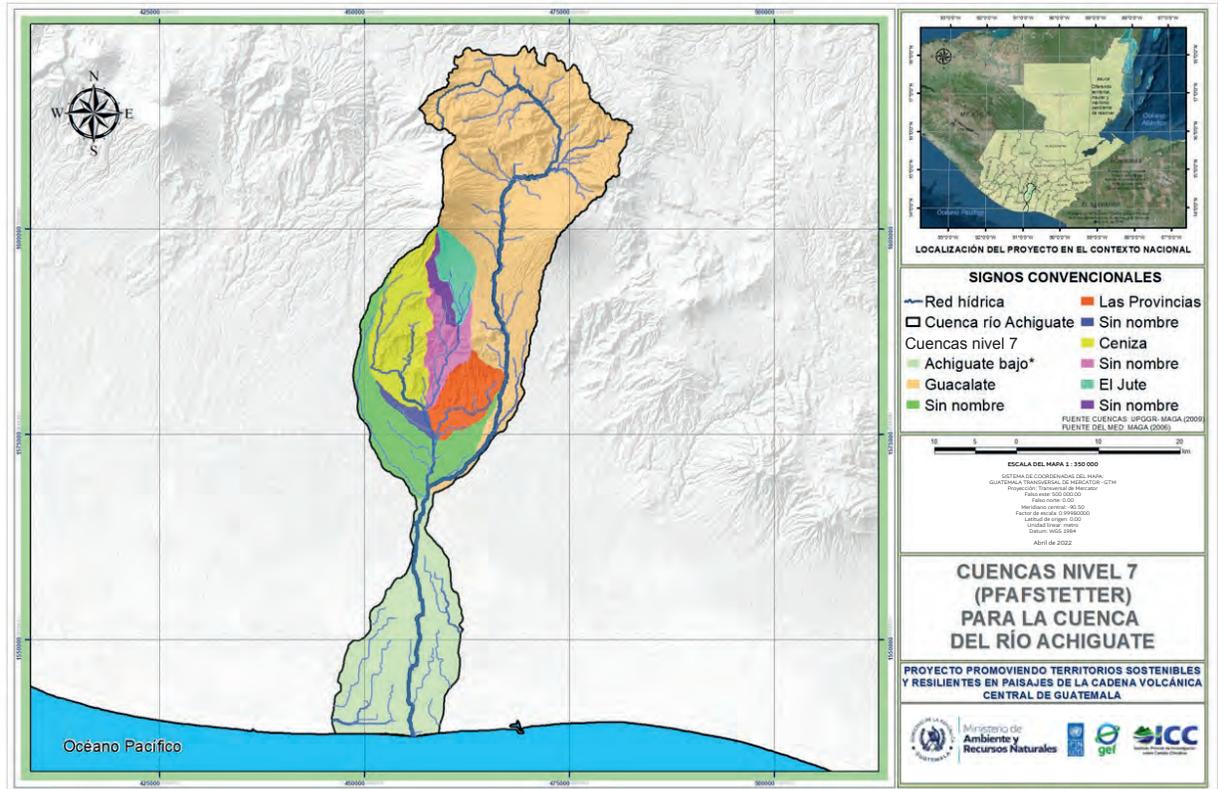


Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

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

Se identificaron 35 cuencas del nivel 8¹, de las cuales 13 están nombradas en la cartografía, como las de los ríos Limoncillo (código 95754222), Agua Blanca (95754224), Ramuxat (95754226), Pensativo² (95754228), Platanares (95754264) y Aceituno (95754243), entre otras. Las restantes 22 no tienen un nombre asignado, de las cuales cuatro se nombraron según el análisis cartográfico realizado: Achiguate bajo, Alto Guacalate, Guacalate bajo y Mazate (Figura 4).

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

² Las cuencas Limoncillo, Agua Blanca, Ramuxat y Pensativo pertenecen a la cuenca del río Guacalate (9575422) —lo cual se denota al observar sus primeros siete dígitos—.

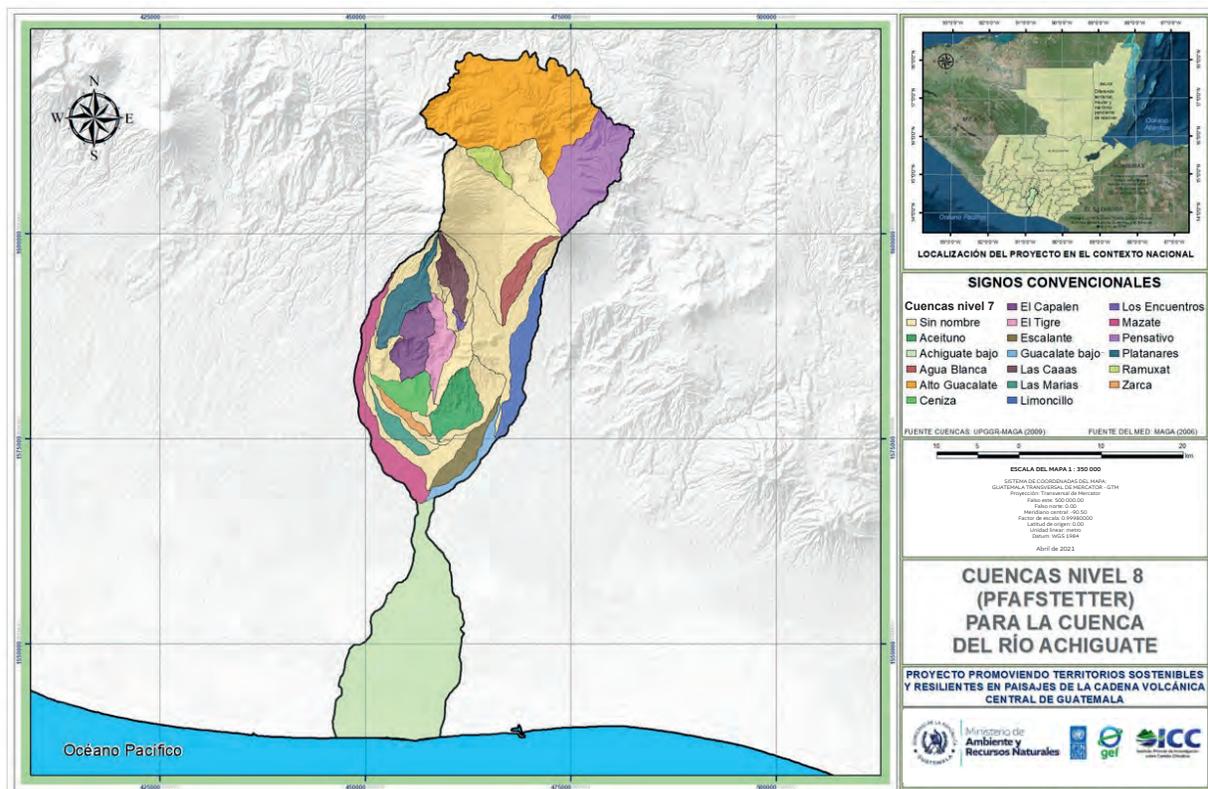


Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

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

3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La cuenca hidrográfica del río Achiguate drena sus aguas hacia el océano Pacífico. Presenta una superficie de 1236.9 kilómetros cuadrados (km^2) y un perímetro igual a 236.7 kilómetros (km), lo cual indica que es una cuenca grande en el contexto de Guatemala (Figura 5).

Su forma es alargada en dirección de la corriente principal, según el factor de forma (F) de Horton. Los parámetros de coeficiente de compacidad (C), relación circular (R_c) y radio de elongación (R_e) confirman dicha forma (Tabla 1).

Su densidad de drenaje (D_d), frecuencia de corrientes (F_c) y número de infiltración (N_{inf}) indican que la cuenca tiene baja permeabilidad, drenaje medio a alto y tiende a presentar una respuesta hidrológica rápida a crecidas (Horton, 1932) con potencial medio a producir escorrentía superficial. Según el tiempo de concentración, dicha respuesta se lograría en 13.6 horas, mientras que la textura de drenaje (T_d) revela que la cuenca alcanzará el caudal pico o máximo en corto tiempo (Tabla 1).

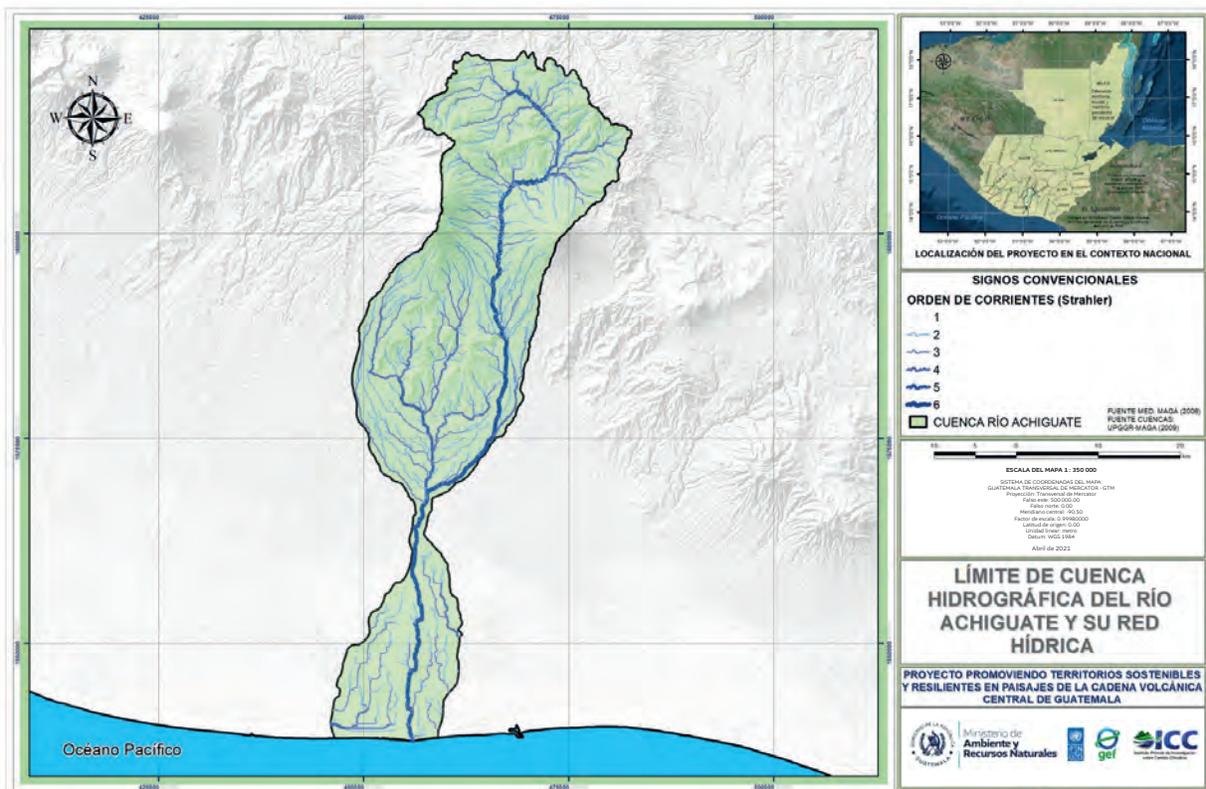


Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

Su litología tiende a ser resistente, con producción de caudales altos, dado los patrones de drenaje dendrítico, radial y paralelo, así como al elevado orden de corrientes (6). El radio de bifurcación revela que la cuenca presenta variaciones en su desarrollo geológico y litológico, confirmando la presencia de materiales de resistencia uniforme con alto número de corrientes entre el orden 1 y 4. El coeficiente de almacenamiento hidrológico (ρ) es variado en la red de drenaje durante los eventos de lluvia, donde la corriente principal es de orden 6 y en las proximidades de la desembocadura es la más susceptible a inundaciones y erosión (Tabla 1).

Según el coeficiente de masividad, es una cuenca montañosa, con un terreno moderadamente escarpado acorde a su pendiente media, lo cual fue confirmado por medio del coeficiente de relieve y orográfico. Este relieve, y la longitud de la cuenca, son indicadores del alto potencial de escorrentía superficial y erosión hídrica, con tendencia a la recarga hídrica baja. Igualmente, el alto valor del número de rugosidad revela la susceptibilidad de la cuenca a la erosión del suelo (Tabla 1) .

La elevación media de la cuenca es igual a 951 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) y la elevación más frecuente se presenta entre los 0 a los 89 m s.n.m. La forma de la curva hipsométrica relativa revela que la cuenca se encuentra en un estado transitorio de evolución del paisaje entre su equilibrio y vejez, con dominancia de este último. Así, la fase de vejez está representada por un estado de casi planicie que indica el final del ciclo de erosión que se ha establecido por la deposición de sedimentos, lo cual hace que la cuenca sea vulnerable a inundaciones en las zonas adyacentes al río principal ante eventos de altas magnitudes de lluvia. Por otro lado, la sección convexa de la curva hipsométrica indica la tendencia al incremento del potencial erosivo, dada la presencia de los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango (Figura 6).

La pendiente media del cauce principal se describe entre inclinada y fuertemente inclinada, con algunos tramos más pronunciados (entre 1400 y 300 m s.n.m.). Esta característica, aunada a la alta tendencia de producción de escorrentía superficial de la cuenca, incide en que la potencia de la corriente sea alta, y con ello ocurra mayor erosión del lecho del río y transporte de materiales y sedimentos que aporta el volcán de Fuego (Figura 7). Debido a su morfología (aspectos superficiales, lineales y de relieve), la cuenca del río Achiguate tiene una tendencia entre media y alta a inundarse (Tabla 1).

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

Aspectos lineales		
Parámetro	Unidad	Valor
Perímetro (P)	Kilómetro (km)	236.7
Orden de corrientes (u)	Orden jerárquico	6
Radio de bifurcación medio ($\overline{R_b}$)	Adimensional	14.1
Longitud media de corrientes ($\overline{L_u}$)	km	0.9
Radio de longitud medio ($\overline{R_L}$)	Adimensional	0.8
Longitud del cauce principal (L_c)	km	132.9
Longitud axial o máxima de la cuenca (L_b)	km	87.0
Longitud acumulada de corrientes (L_a)	km	2720.2
Textura de drenaje (T_d)		12.8
Coefficiente de almacenamiento hidrológico (ρ)	Adimensional	0.17
Aspectos de superficie		
Área (A)	Kilómetro cuadrado (km ²)	1236.9
Factor de forma (F)	Adimensional	0.16
Coefficiente de compacidad (C)	Adimensional	1.90
Relación circular (R_c)	Adimensional	0.28
Radio de elongación (R_e)	Adimensional	0.46
Densidad de drenaje (D_d)	km/km ²	2.20
Frecuencia de corrientes (F_c)	Corrientes/km ²	2.45
Coefficiente de torrencialidad (C_t)	U ₁ / km ²	1.30
Número de infiltración (N_{inf})	Adimensional	5.38
Aspectos de relieve		
Relieve de la cuenca (R)	m s.n.m.	3973
Pendiente media de la cuenca (S)	Porcentaje	20.92
Pendiente media del cauce principal (Sc)	Porcentaje	8.96
Elevación media de la cuenca (E_m)	m s.n.m.	951
Coefficiente de masividad (K_m)	km	0.77
Coefficiente de relieve (C_r)	Adimensional	0.05
Coefficiente orográfico (Co)	Adimensional	0.00073
Número de rugosidad (N_r)	Adimensional	8.74
Tiempo de concentración		
Tiempo de concentración (Tc)	Minutos	812

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).

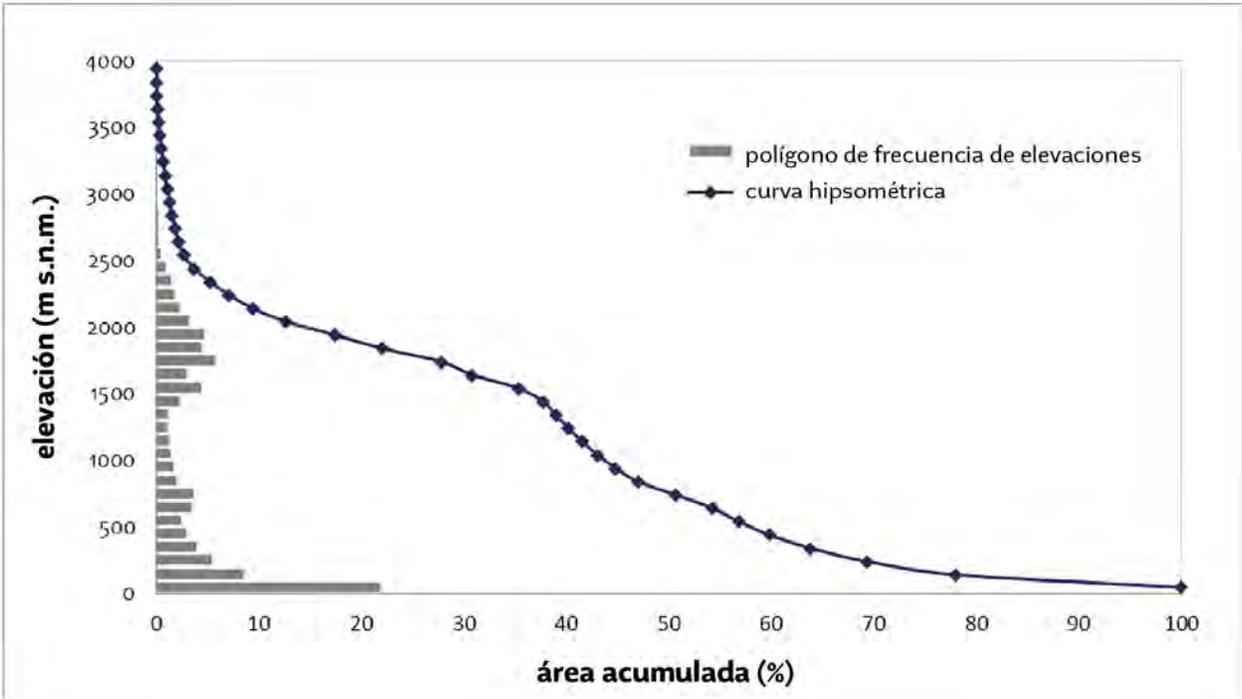


Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: elaboración propia con base en diversas fuentes cartográficas.

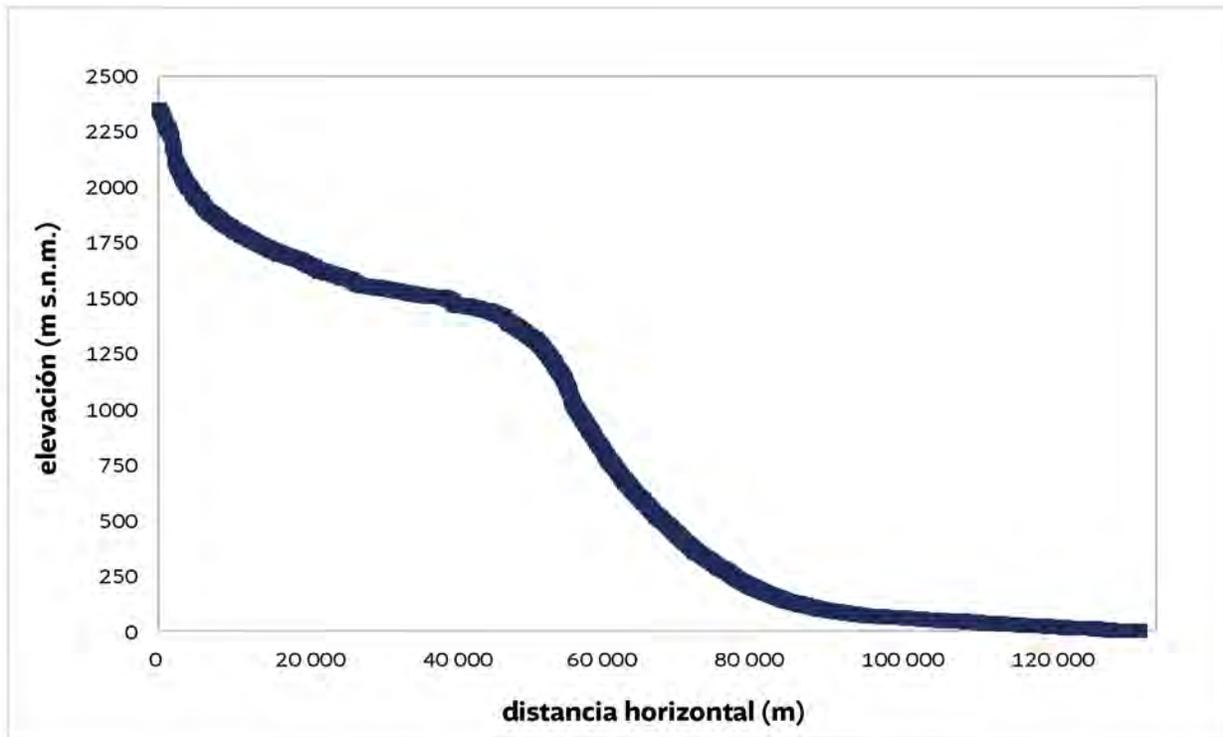


Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Achiguate
Fuente: elaboración propia con base en diversas fuentes cartográficas.

4 CLIMA

4.1 Precipitación pluvial

Con base en la información de la red de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh, 2022), el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) realizó el control de calidad de dichos datos, el cálculo de la precipitación media anual por estación y la distribución espacial de la precipitación media con base en el método de interpolación Kriging ordinario.

Según la distribución espacial de la variable en mención, la cuenca hidrográfica del río Achiguate se caracteriza por: (a) una zona de mayor precipitación anual (2000-3000 mm) entre la cuenca baja y media y (b) una categoría de menor magnitud de precipitación (1000-2000 mm) en la parte más baja y más alta de la cuenca. Asimismo, se identificaron menores magnitudes anuales en su cabecera, tal como lo muestran las isoyetas (Figura 8). La precipitación anual media del período 1991-2020 para esta cuenca fue de 2071.55 ± 596.96 milímetros (mm).

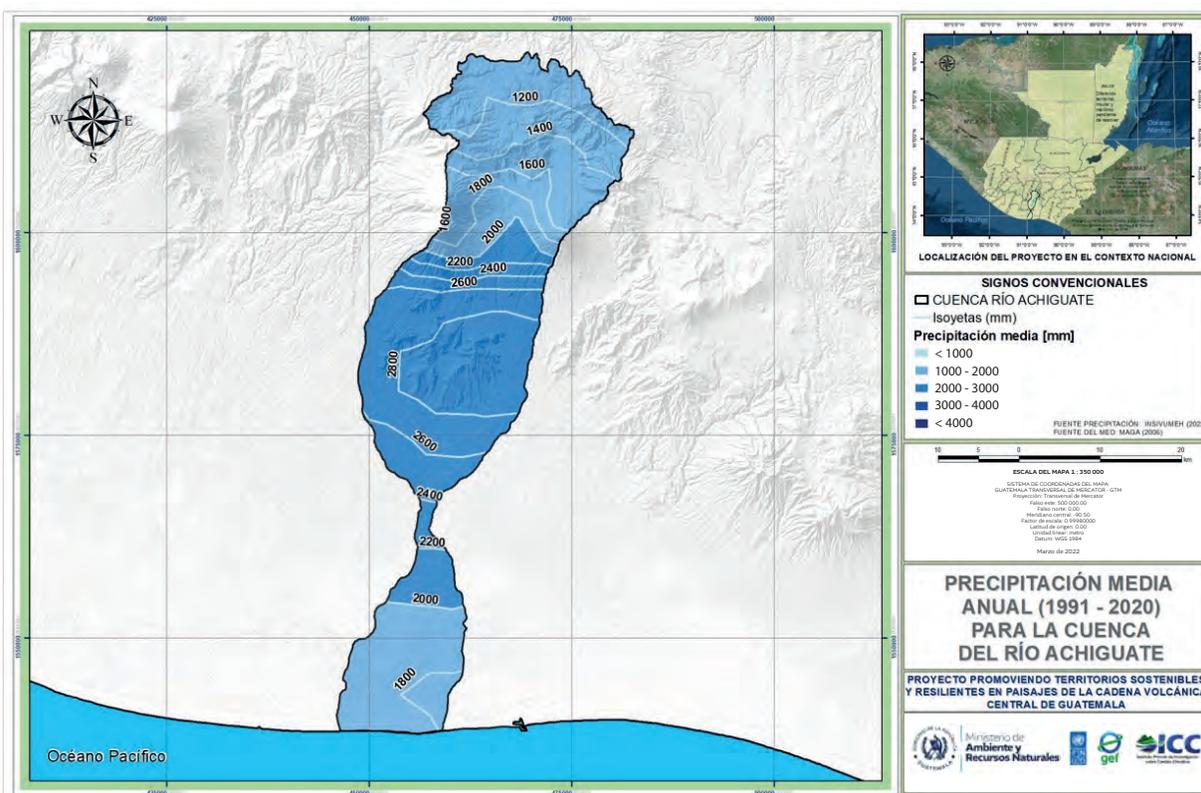


Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas de la cuenca del río Achiguate para el período 1991 a 2020

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

4.2 Temperatura

Para obtener la distribución espacial de la temperatura media anual del período 1991-2020 se utilizó el mismo proceso metodológico indicado para la variable de precipitación pluvial. Se identificaron bandas térmicas que muestran una relación inversa con respecto a la altitud o elevación del terreno. De allí que en la cuenca hidrográfica del río Achiguate las mayores temperaturas anuales se presentan en la parte más baja ($> 29\text{ }^{\circ}\text{C}$) y las menores en la parte más alta ($< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$). La mayor extensión de la cuenca presenta temperaturas anuales por arriba de los $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 9) y la temperatura anual media del período en mención fue de $22.96 \pm 3.21\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2022; Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

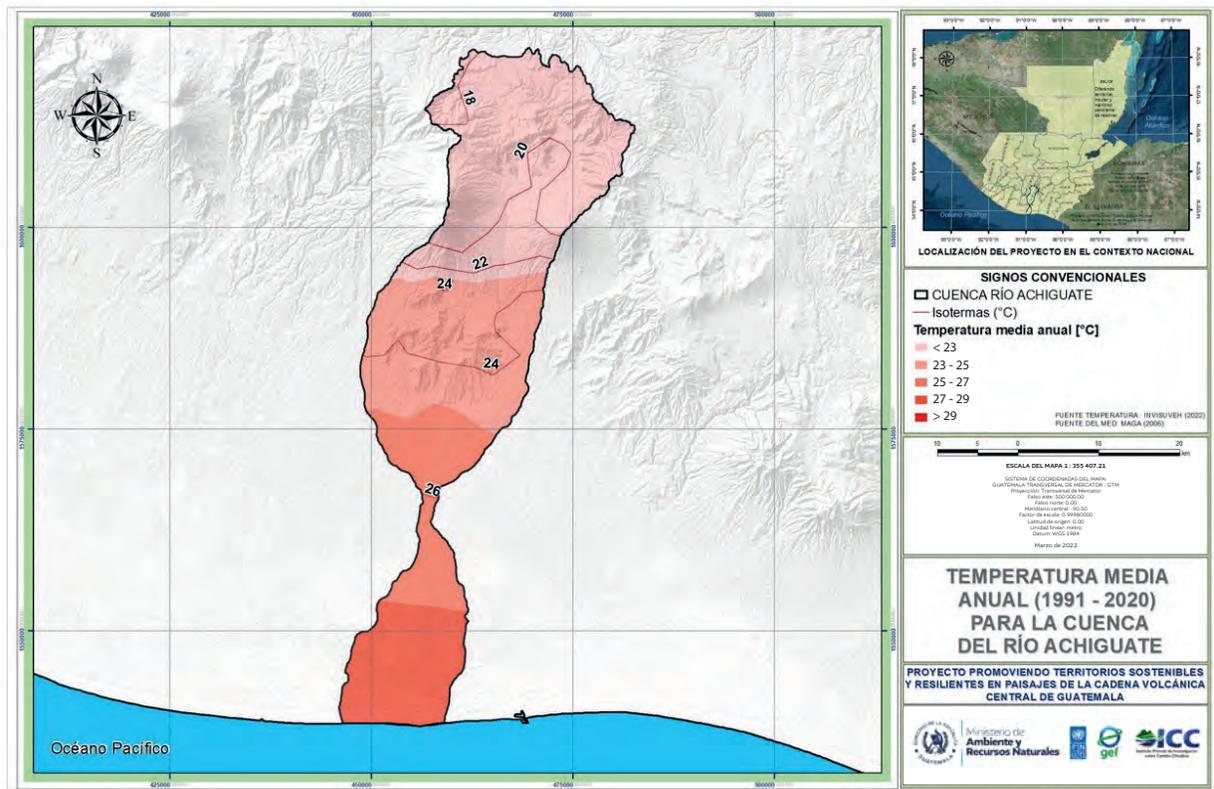


Figura 9. Temperatura media anual e isotermas de la cuenca del río Achiguate para el período 1991 a 2020

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

La evapotranspiración potencial media anual para el período 2000-2013 en la cuenca del río Achiguate fue de 2116 ± 500 mm. Los mayores valores se presentaron en la superficie de los municipios del departamento de Escuintla (> 2000 mm), y los más bajos (< 2000 mm) en la parte alta de la cuenca —correspondiente a los municipios de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez— (Figura 10³).

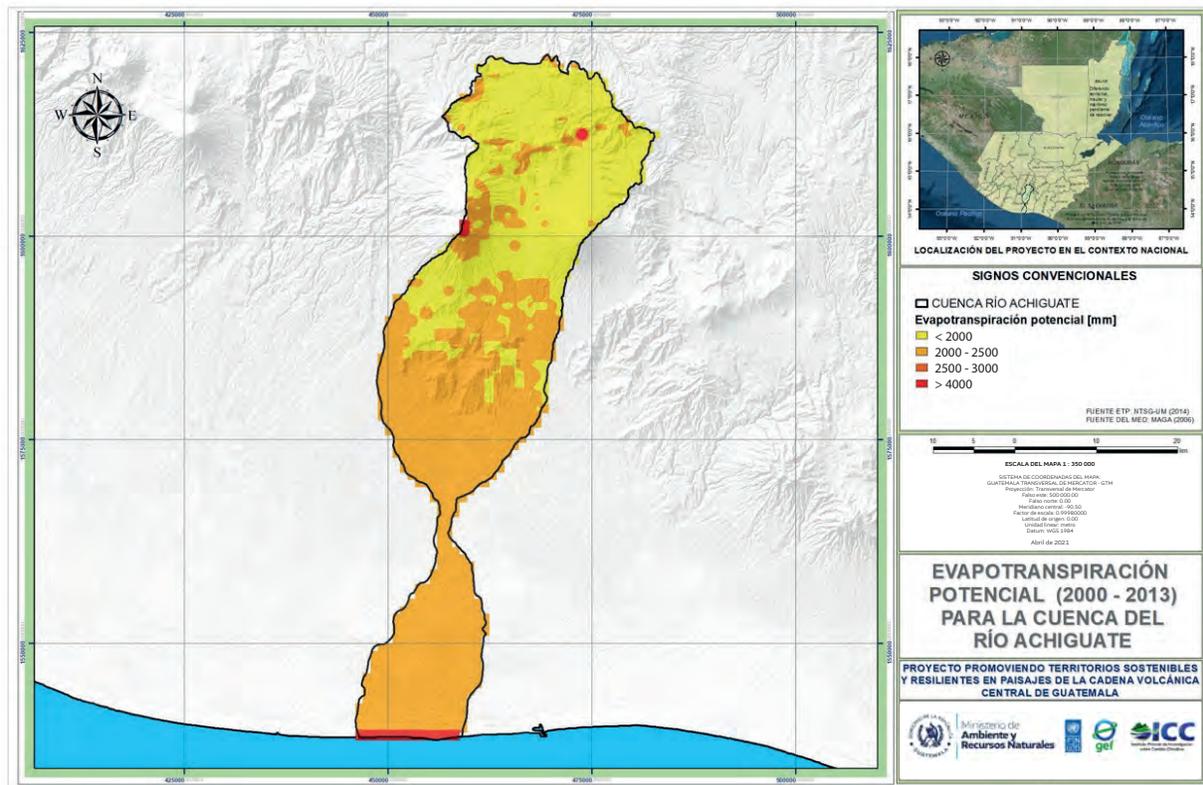


Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual (2000-2013) en la cuenca del río Achiguate

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

³ La evapotranspiración potencial de este mapa fue obtenida a partir del satélite Modis (*moderate resolution imaging spectroradiometer*), el cual combina información sobre teledetección y observaciones meteorológicas como variables de entrada, dentro de las cuales están: cobertura terrestre, índice de área foliar, albedo, índice de vegetación mejorado y conjunto de datos meteorológicos de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) (Mu et al., 2011).

5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

5.1 Meteorología

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

La precipitación pluvial media anual para el período 2019-2020 en la cuenca del río Achiguate fue igual a 2341 mm y la temperatura media anual de 23.45 °C (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020d y 2021c).

En cuanto a la precipitación pluvial, las mayores magnitudes se presentaron en la región bocacosta, correspondiente a los municipios de Siquinalá y Escuintla (3000 mm a 4000 mm); mientras que en la región del Pacífico los valores llegaron hasta los 1000 mm. Por su lado, en la región del altiplano central o norte de la cuenca (Sacatepéquez y Chimaltenango), los valores de precipitación pluvial estuvieron por debajo de los 1000 mm (Figura 11).

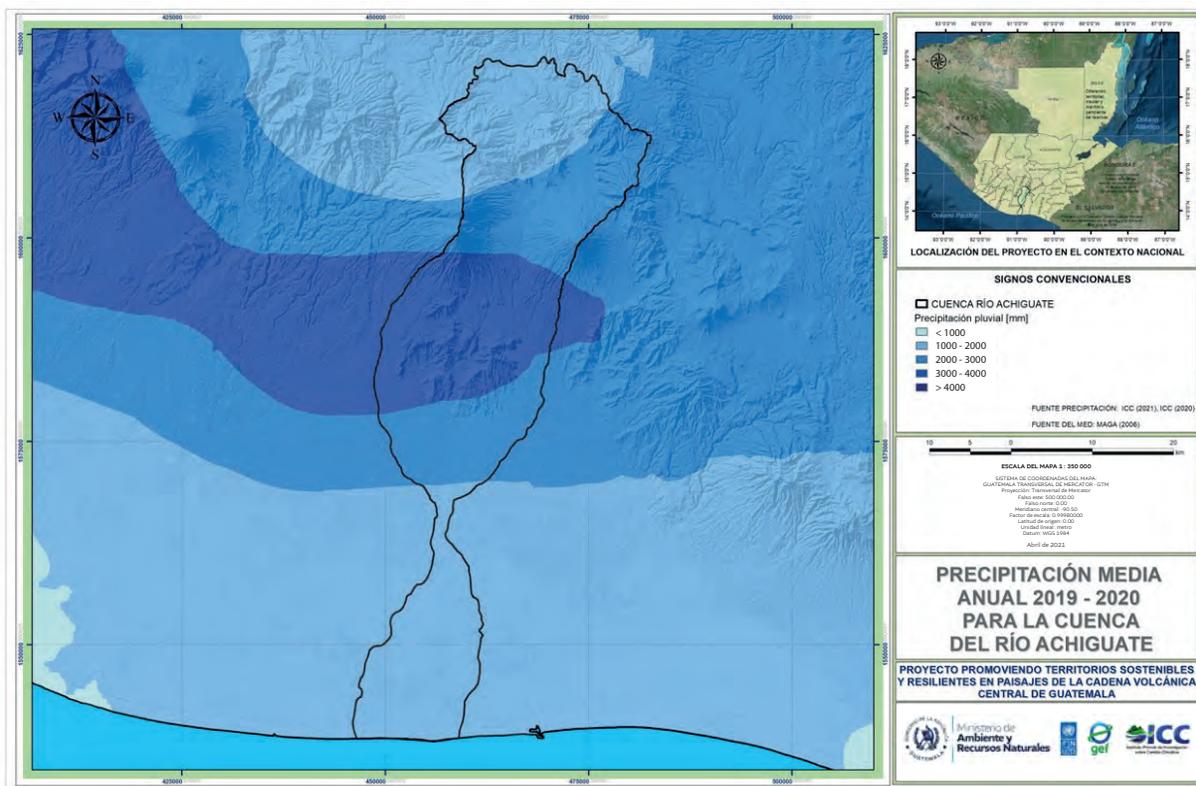


Figura 11. Precipitación pluvial media anual (2019-2020) en la cuenca del río Achiguate

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

En cuanto a la variable de temperatura media anual, los mayores valores se presentaron en la región del Pacífico o sur de la cuenca (27-29 °C), mientras que en la bocacosta las magnitudes fueron de entre los 23 °C y 27 °C y en el altiplano central o norte de la cuenca estuvieron por debajo de los 23 °C (Figura 12).

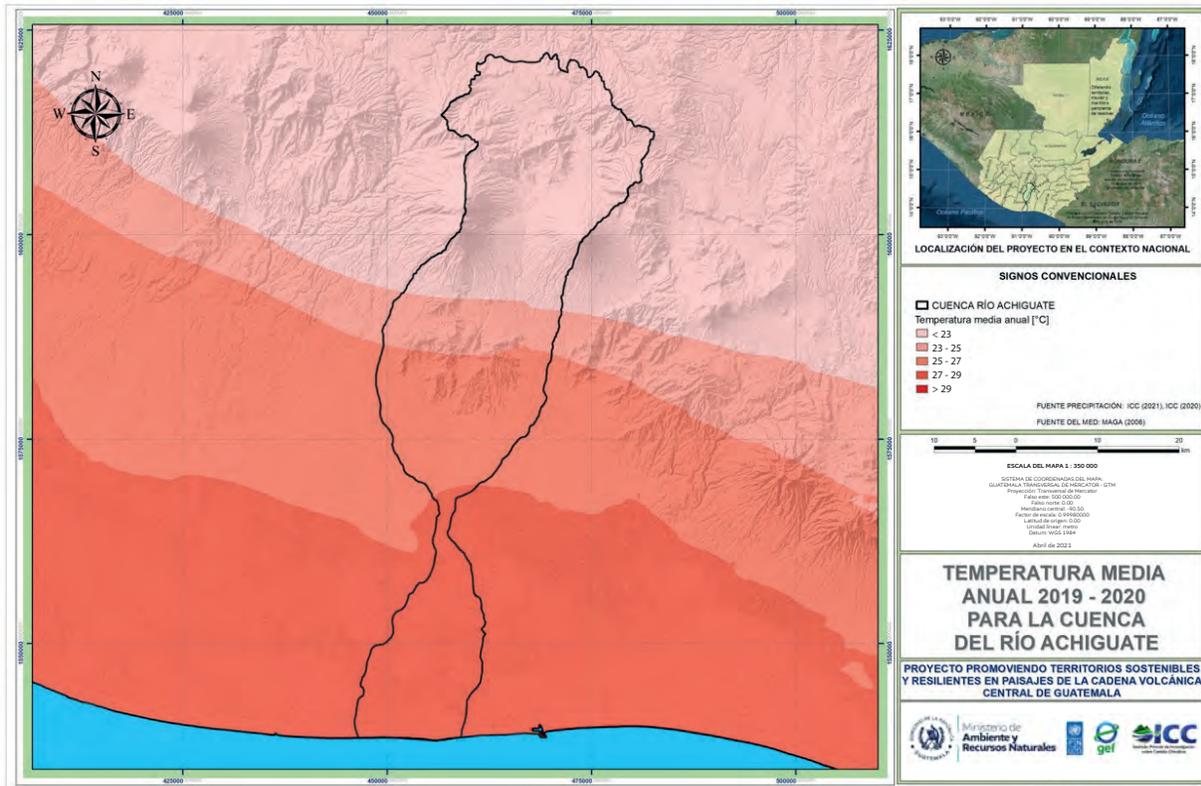


Figura 12. Temperatura media anual para el período 2019-2020 en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020d, 2021c)

5.2 Anomalías observadas

Según la regionalización climática de Guatemala, la cuenca del río Achiguate tiene influencia espacial de las siguientes tres regiones, en dirección de sur a norte: región Pacífico, región bocacosta y región altiplano central y occidente (en la cabecera de la cuenca). Con base en esta regionalización, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c) realizó un análisis sobre las anomalías de precipitación pluvial estandarizada y temperatura media para la red de estaciones a su cargo durante el período 1971-2014. A continuación se presentan los resultados para las estaciones con influencia espacial en la cuenca del río Achiguate.

- Región altiplano central y occidente: estación Alameda ICTA

Con relación a la precipitación media anual, se comparó el período base (1971-2000) con el periodo 2001-2014, encontrándose con mayor frecuencia una anomalía positiva, es decir, que la precipitación media anual del período actual fue superior a la del período base. La anomalía positiva de mayor magnitud se presentó en el año 2010, que corresponde a un año de La Niña (Figura 13).

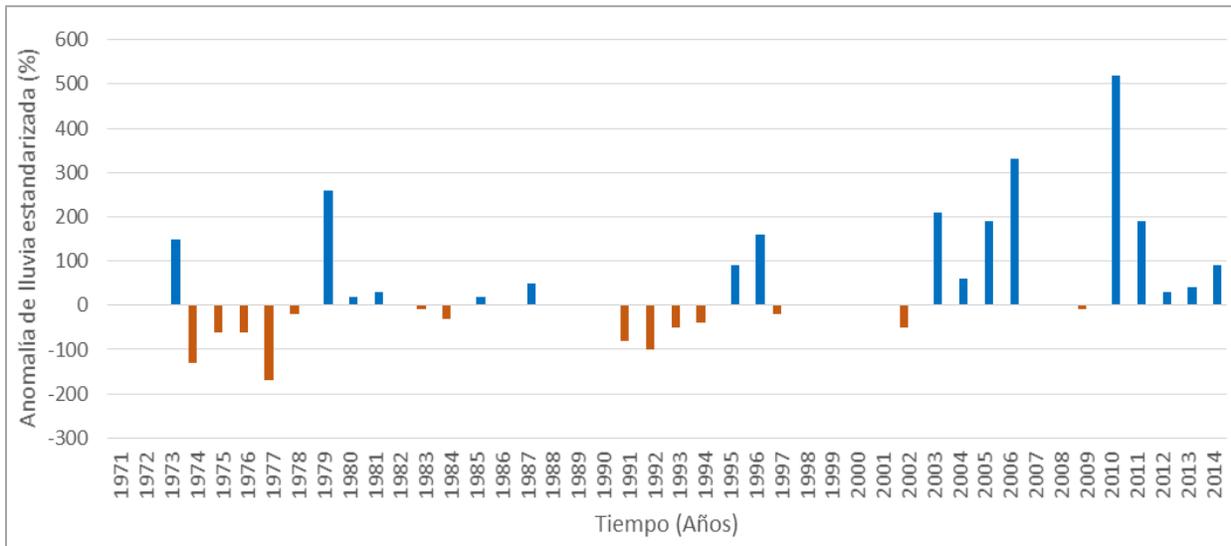


Figura 13. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada de la estación Alameda ICTA para el período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 60).

En cuanto a la temperatura media anual, las mayores magnitudes de anomalía positiva se presentaron al final del periodo base y el mayor incremento fue superior a los 2 °C; además, fue evidente una tendencia al incremento de la temperatura (Figura 14).

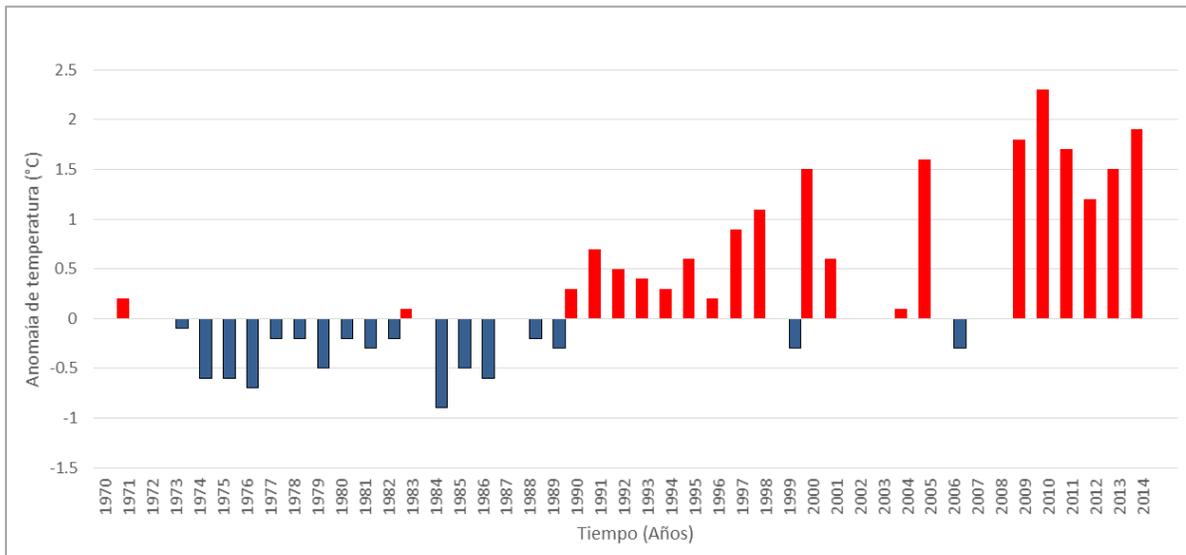


Figura 14. Anomalía de temperatura media anual de la estación Alameda ICTA para el período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)
 Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 60).

- Región bocacosta: estaciones Sabana Grande y Camantulul

En cuanto a la precipitación pluvial media anual, se observaron fluctuaciones entre las anomalías positivas y negativas en la estación Sabana Grande durante el periodo 2000-2014 (Figura 15). Por su parte, la estación Camantulul mostró una marcada frecuencia de anomalía positiva con cierta fluctuación para el mismo periodo (Figura 16).

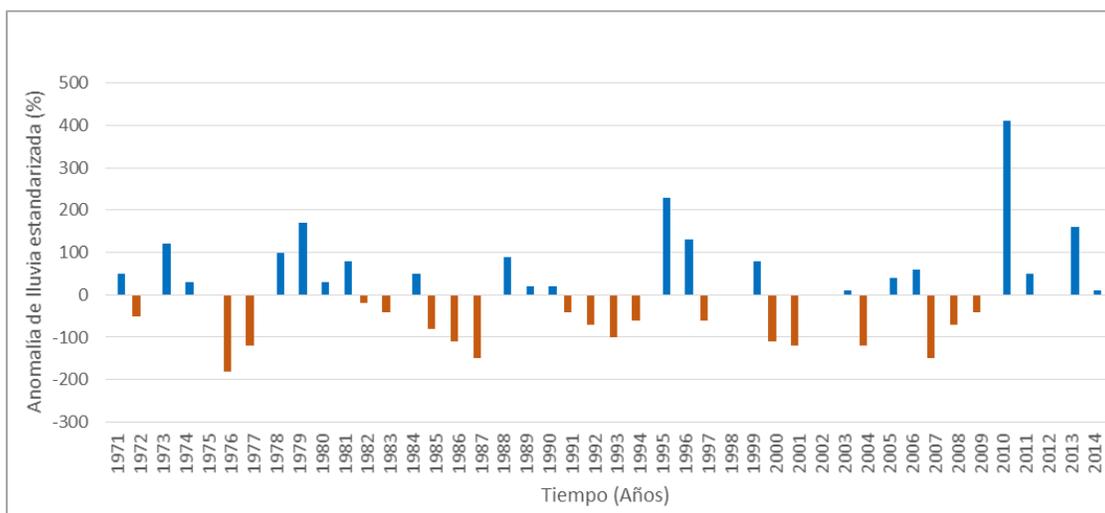


Figura 15. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada de la estación Sabana Grande para el período 1971-2014 (región climática bocacosta)
 Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 41).

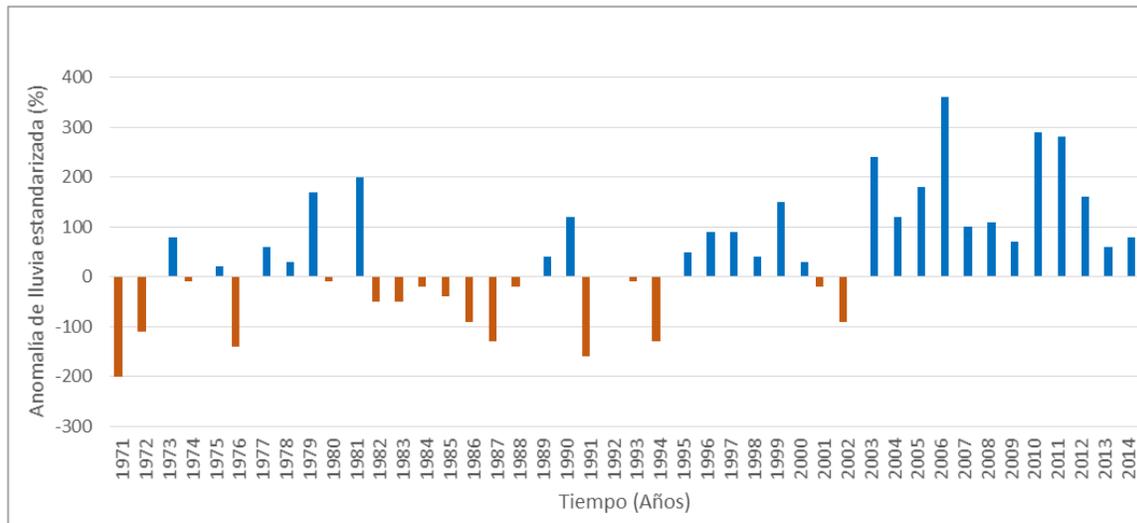


Figura 16. Anomalia de precipitación pluvial estandarizada de la estación Camantulul para el periodo 1971-2014 (región climática bocacosta)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 40).

Con relación a la anomalia de temperatura media anual, en ambas estaciones tendió a ser positiva (Figura 17). La estación de Camantulul mostró una clara tendencia de incremento fluctuante después del año 1993, alcanzando hasta +3.7 °C (Figura 18).

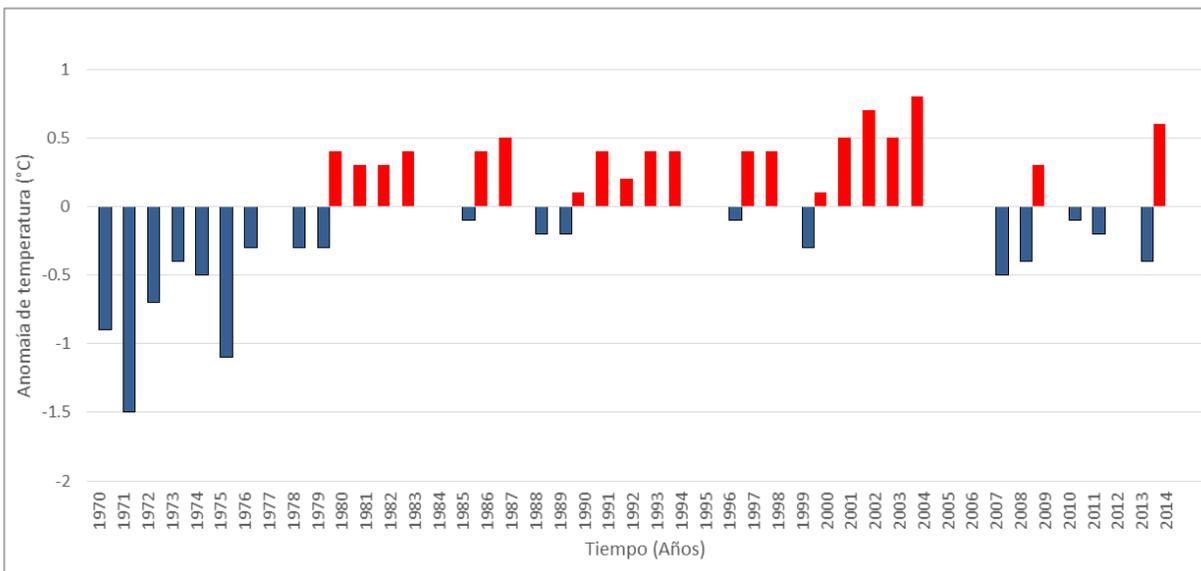


Figura 17. Anomalia de temperatura media anual en la estación Sabana Grande para el período 1971-2014 (región climática bocacosta)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 42).

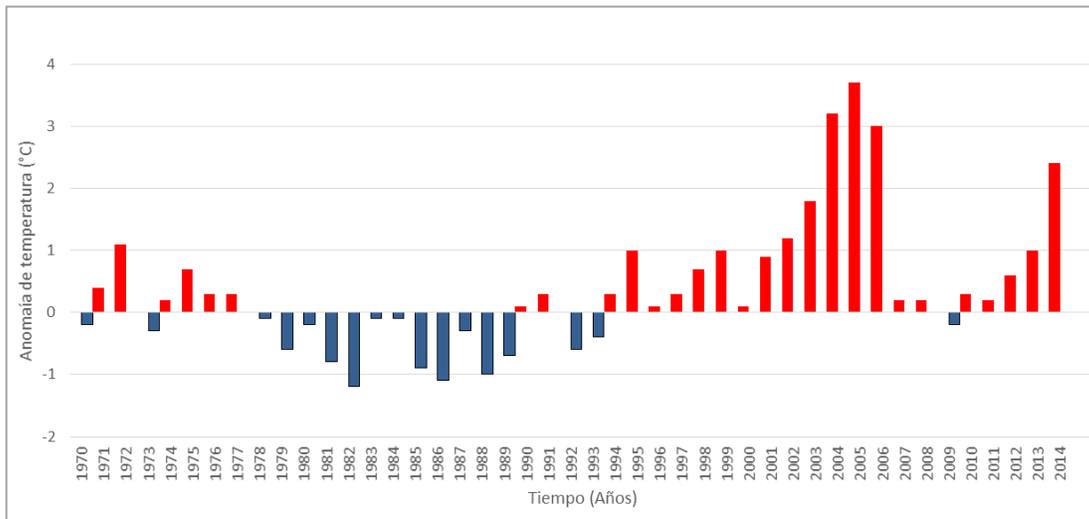


Figura 18. Anomalía de temperatura media anual de la estación Camantulul para el período 1971-2014 (región climática bocacosta)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 41).

- Región Pacífico: estación San José Aeropuerto

La frecuencia de anomalía positiva o de incremento más alta de precipitación pluvial se manifestó durante el periodo 2001-2014. En la mayoría de las estaciones previamente descritas, la mayor magnitud ocurrió en el año 2010 (Figura 19). En cuanto a la anomalía de temperatura media anual, se encontró un mayor número de años de tipo positivo, de hasta +1 °C (Figura 20).

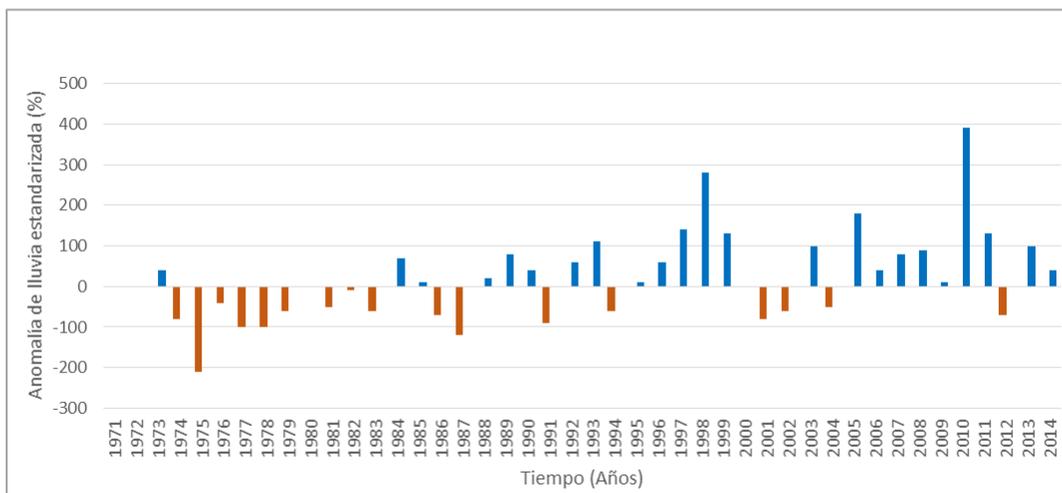


Figura 19. Anomalía de precipitación pluvial media anual de la estación San José para el periodo 1971-2014 (región climática del Pacífico)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 50).

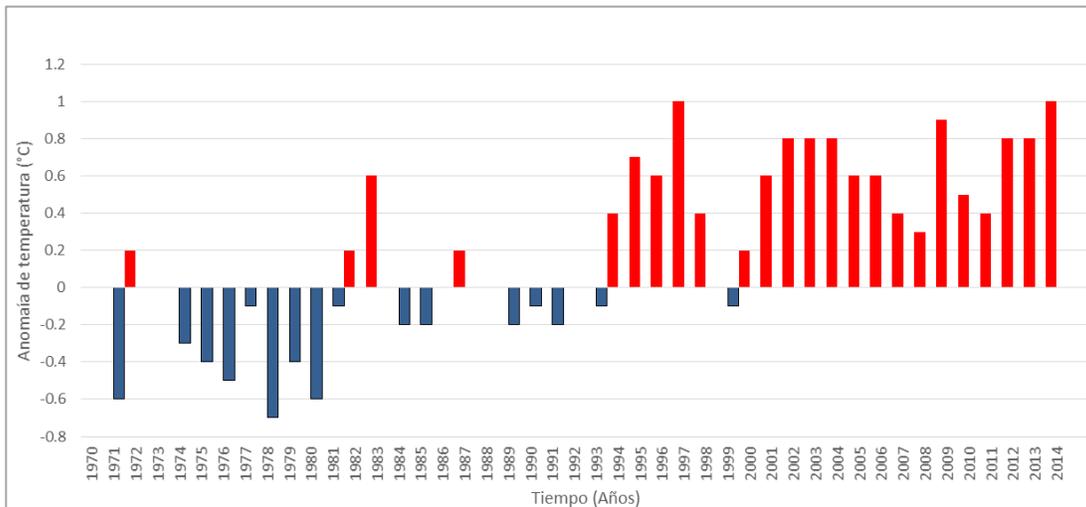


Figura 20. Anomalía de temperatura media anual de la estación San José para el periodo 1971-2014 (región climática del Pacífico)

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 51).

5.3 Variabilidad climática observada

A continuación, se describen los aspectos sobre variabilidad climática observados en las estaciones meteorológicas de las tres regiones climáticas con las que la cuenca del río Achiguate tiene correspondencia espacial.

- Región altiplano central y occidente: estación Alameda ICTA

La precipitación pluvial media anual en el periodo de referencia (1971-2000) fue de 965.2 mm y durante el período 2001-2014 de 1206.6 mm. De un período a otro hubo un incremento de 241.4 mm, que refleja el aumento de precipitación pluvial media mensual de los doce meses del año. La dispersión de la variable fue mayor durante los meses de la época lluviosa en comparación con los de la época seca, donde la cantidad de precipitación pluvial fue nula o de baja magnitud (Figura 21).

La variabilidad de temperatura media mensual durante el período 2001-2014 se mantuvo por arriba del periodo de referencia (1971-2014); pero ocurrió lo contrario con el período de 1971-2000. La variabilidad de los datos tiende a ser similar, dada la similitud del rango intercuartílico (Figura 22).

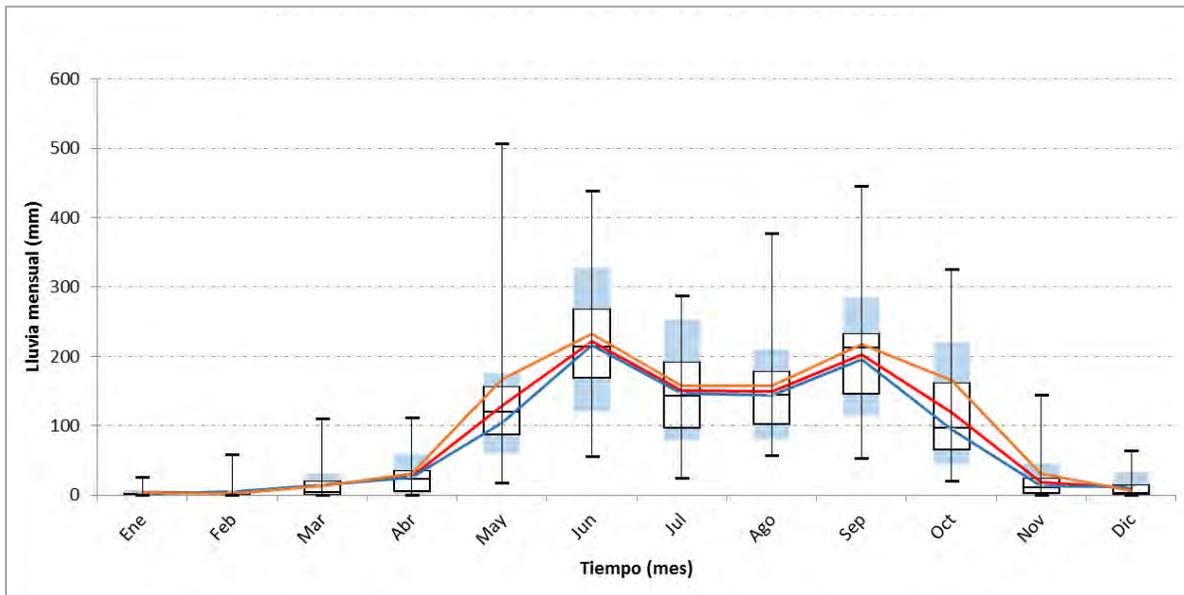


Figura 21. Precipitación pluvial media mensual en la estación Alameda ICTA
 Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea mediana) y 75, y los extremos en color celeste corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 56).

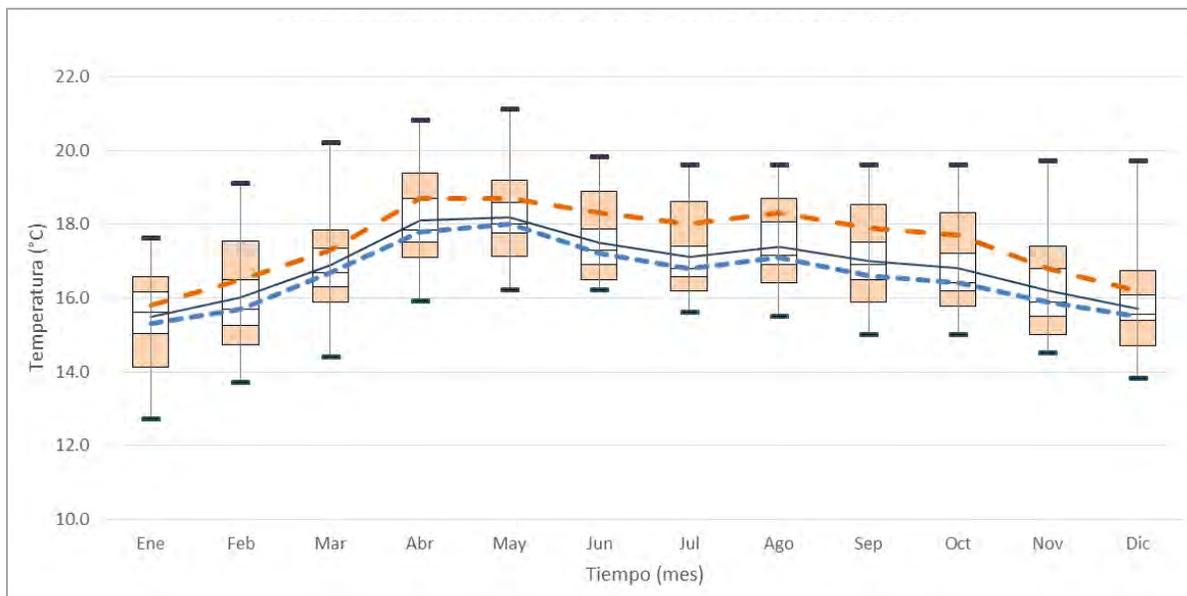


Figura 22. Temperatura media mensual en la estación Alameda ICTA
 Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea negra = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea mediana) y 75, y los extremos en color durazno corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 59).

- Región bocacosta: Sabana Grande y Camantulul

En las estaciones de la bocacosta, Sabana Grande y Camantulul, se observó un incremento generalizado de la precipitación pluvial durante el período 2001-2014, en comparación con el periodo base de 1971-2000. Esto fue más acentuado en la estación Camantulul, ya que al inicio de la época seca hubo menos precipitación pluvial en Sabana Grande durante el periodo actual. Una vez más, según el rango intercuartílico, la dispersión de la variable en la época lluviosa fue mayor a la época seca (Figura 23 y Figura 24).

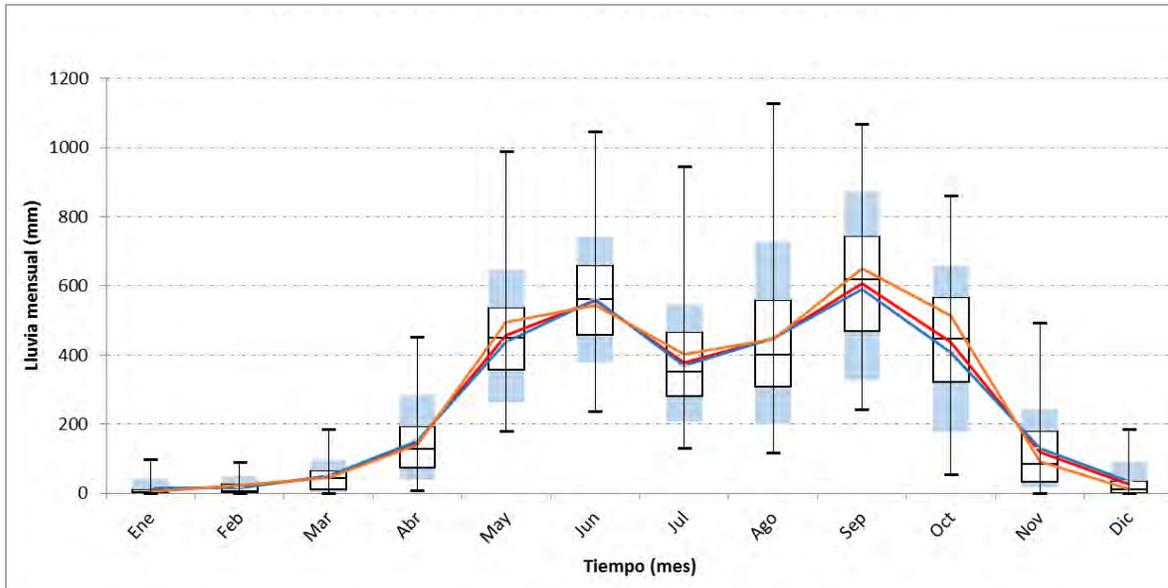


Figura 23. Precipitación pluvial media mensual en la estación Sabana Grande
 Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color celeste corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 38).

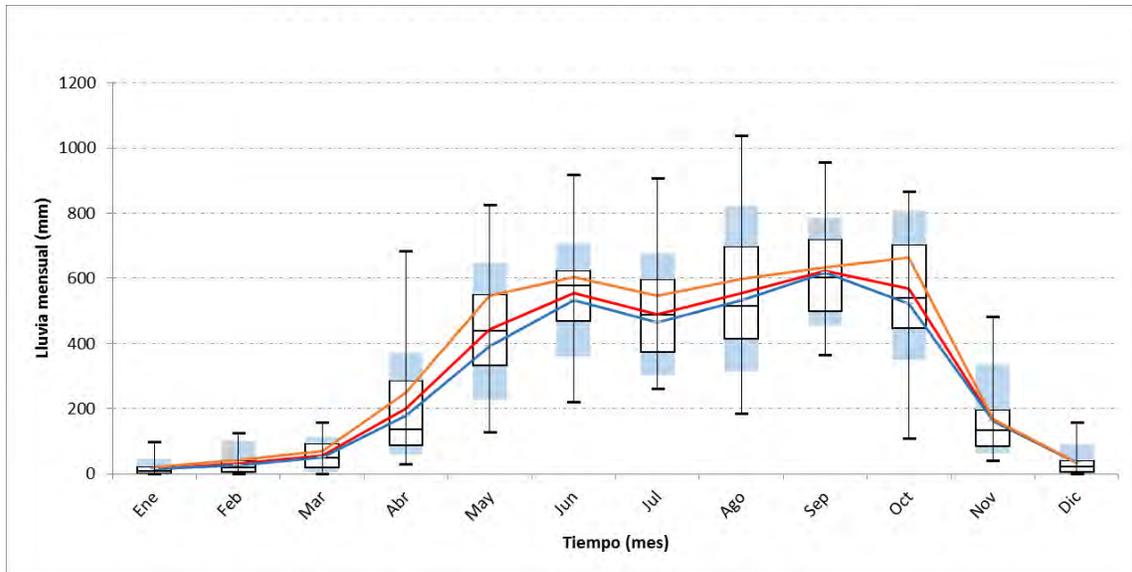


Figura 24. Precipitación pluvial media mensual en la estación Camantulul
 Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color celeste corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 37).

En cuanto a la variable de temperatura media, en ambas estaciones se presentaron mayores temperaturas durante el periodo de 2001-2014. La variabilidad o dispersión de esta variable fue mayor en la estación Camantulul (Figura 25 y Figura 26).

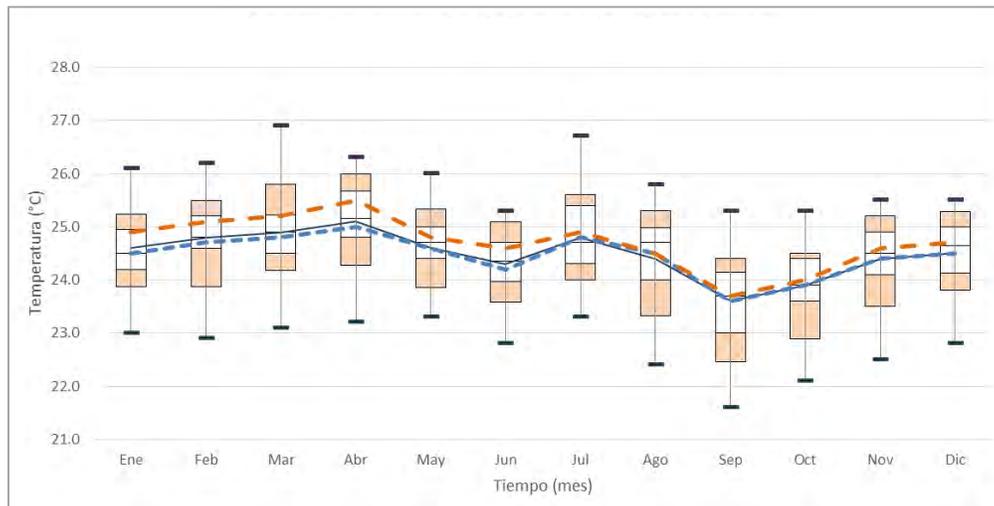


Figura 25. Temperatura media mensual en la estación Sabana Grande
 Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color durazno corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 40).

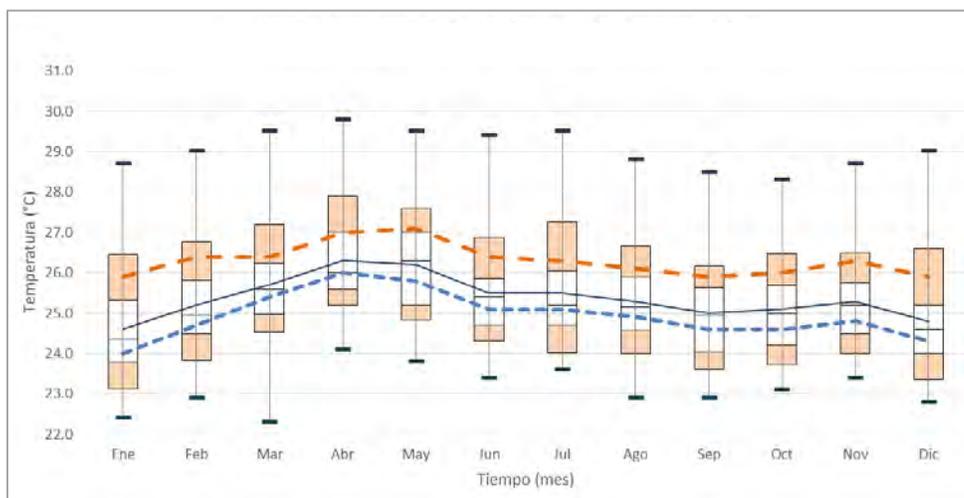


Figura 26. Temperatura media mensual en la estación Camantulul

Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea negra = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color durazno corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 39).

- Región del Pacífico: Puerto San José

Los datos provenientes de la estación Puerto San José muestran que la precipitación pluvial media mensual incrementó durante el periodo 2001-2014, al compararse con el periodo base (1971-2000). Sin embargo, se observa lo contrario durante los meses de septiembre, noviembre y diciembre. Los meses con mayor variabilidad o dispersión de datos fueron los de la época lluviosa en comparación con los de la época seca (Figura 27).

Según el comportamiento de la temperatura media mensual registrado en la estación Puerto San José, esta variable fue mayor durante el periodo 2001-2014, en comparación con el periodo base (1971-2000). Las temperaturas más bajas se presentaron entre el final de un año e inicio del siguiente (Figura 28).

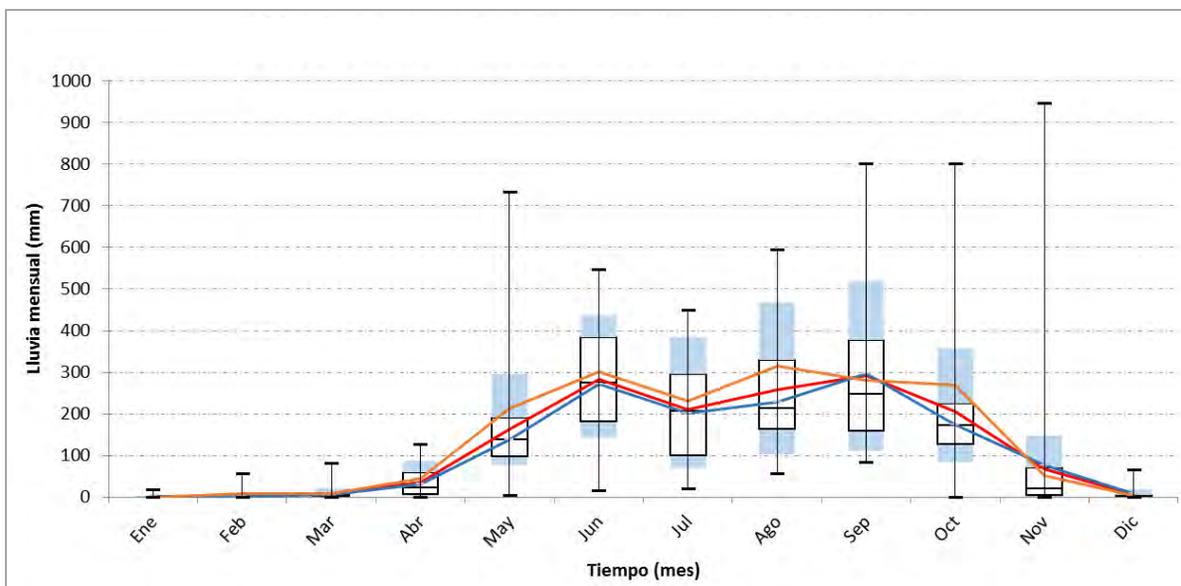


Figura 27. Precipitación pluvial media mensual en la estación Puerto San José
Nota. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color celeste corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 47).

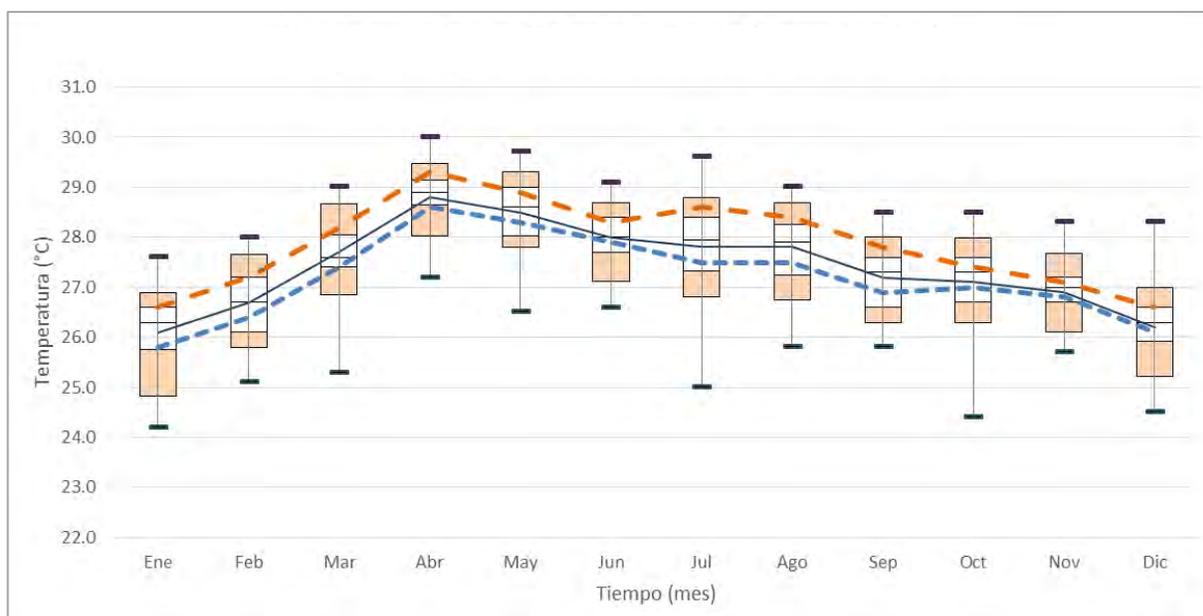


Figura 28. Temperatura media mensual en la estación Puerto San José
Fuente. Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea negra = media del período 1971-2014. Gráfico de cajas compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color durazno corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018c, p. 49).

5.4 Variabilidad de la época lluviosa

Durante el período 1980-2018, la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate fue variable en cuanto a su inicio, final y duración (Orrego León *et al.*, 2021). El inicio de la época lluviosa ocurrió entre el 25 de abril al 1 de junio, con una marcada tendencia a adelantarse en las estaciones meteorológicas analizadas, a excepción de la estación Suiza Contenta, donde la tendencia fue a mantenerse. En la banda de elevación entre los 39 y 3933 m s.n.m., la tendencia fue a que la época lluviosa iniciara entre el 25 de abril y el 17 de mayo. A medida que incrementa y disminuye la elevación en comparación con la banda anterior (39-3933 m s.n.m.), el inicio de la época lluviosa se va trasladando a los períodos 18-27 de mayo y 28 de mayo al 1 de junio (Figura 29).

El final de la época lluviosa se presenta entre el 10 de octubre al 13 de noviembre, y la tendencia indica que así se mantendrá, a excepción de la estación Suiza Contenta, donde se espera un retraso en el final de dicha época. Al dividir la cuenca en bandas de elevación, la época lluviosa finaliza entre el 25 de octubre al 13 de noviembre en la banda central (30-3973 m s.n.m.), mientras que en las dos bandas restantes finaliza más temprano (periodo del 10 al 24 de octubre) (Figura 30).

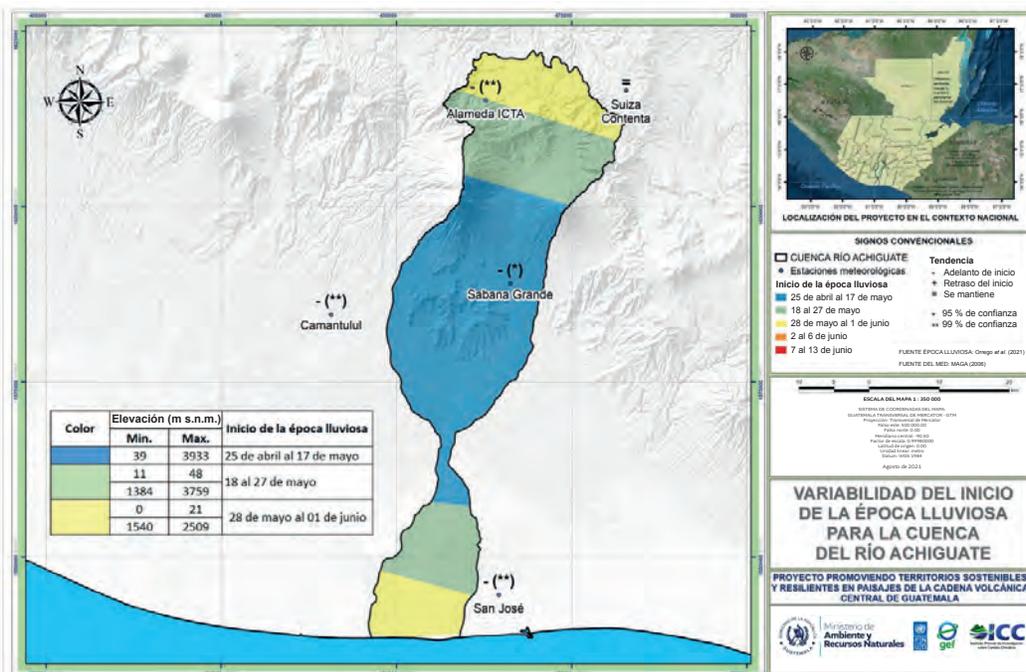


Figura 29. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Orrego *et al.* (2021).

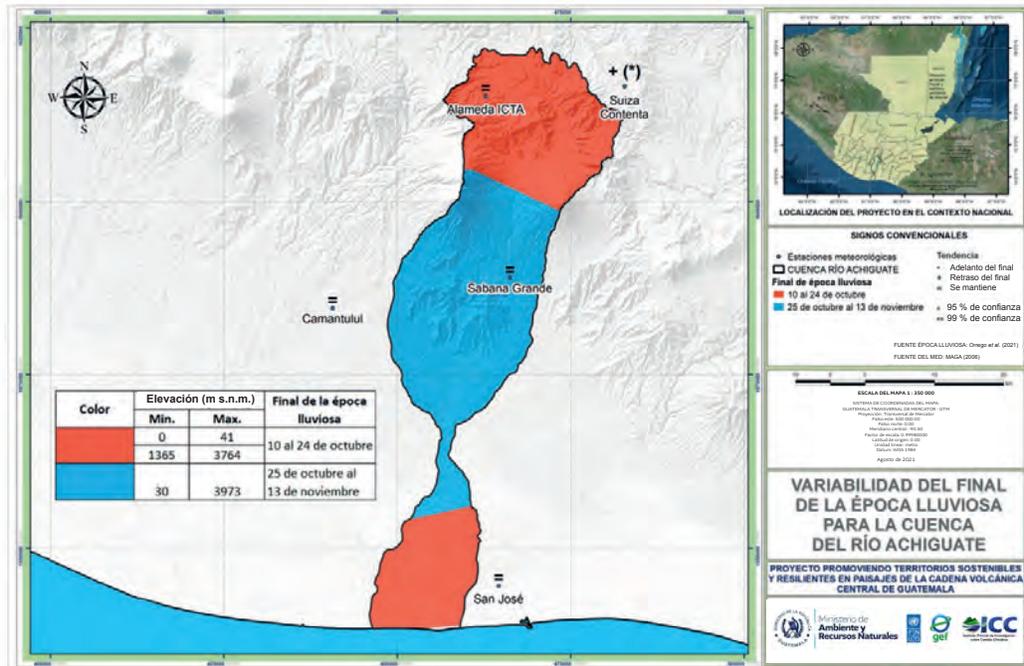


Figura 30. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate
 Fuente: Orrego et al. (2021).

La parte central de la cuenca (que corresponde a la banda de 56 a 3225 m s.n.m) tiene la máxima duración de la época lluviosa (175 a 215 días), con tendencia a mantenerse. En la mayoría de esta banda ocurre el inicio más temprano de la época lluviosa (25 de abril al 17 de mayo) con tendencia a adelantarse, mientras que la fecha más tardía para la finalización de la época es del 25 de octubre al 13 de noviembre. Complementariamente, en la cabecera de la cuenca y en la zona adyacente al mar la duración es de entre 115 y 150 días, con tendencia significativa al aumento de la duración, mientras que en las bandas restantes es de entre 150 a 175 días (Figura 31).

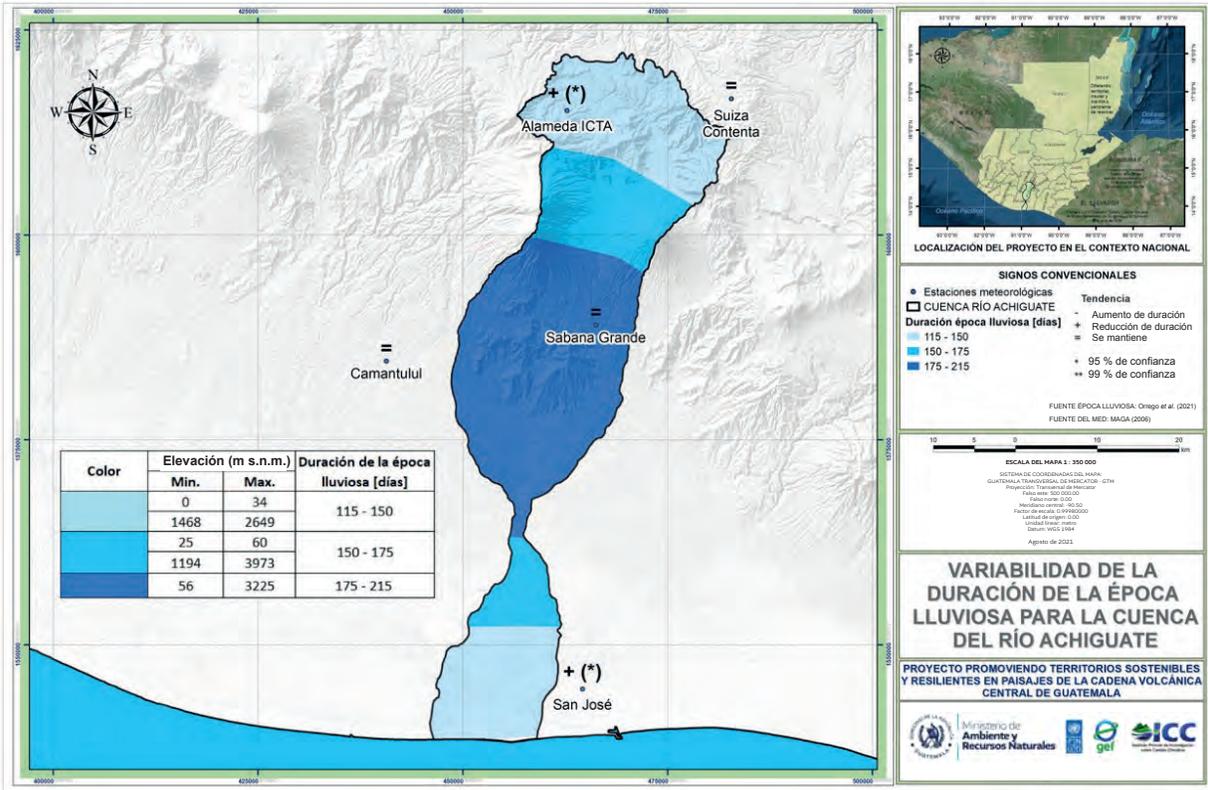


Figura 31. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Orrego et al. (2021).

5.5 Canícula

Según el estudio realizado por García-Oliva y Pazos (2021), en la mayor parte de la superficie de la vertiente del Pacífico ocurre una canícula⁴ pronunciada, lo cual puede observarse de color verde en los cuadrantes de la Figura 32, que corresponden a la superficie de la cuenca hidrográfica del río Achiguate (Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla).

⁴ En este estudio, el término "canícula" se define como la disminución de la cantidad de precipitación pluvial que ocurre entre los meses de julio y agosto (García-Oliva y Pazos, 2021).

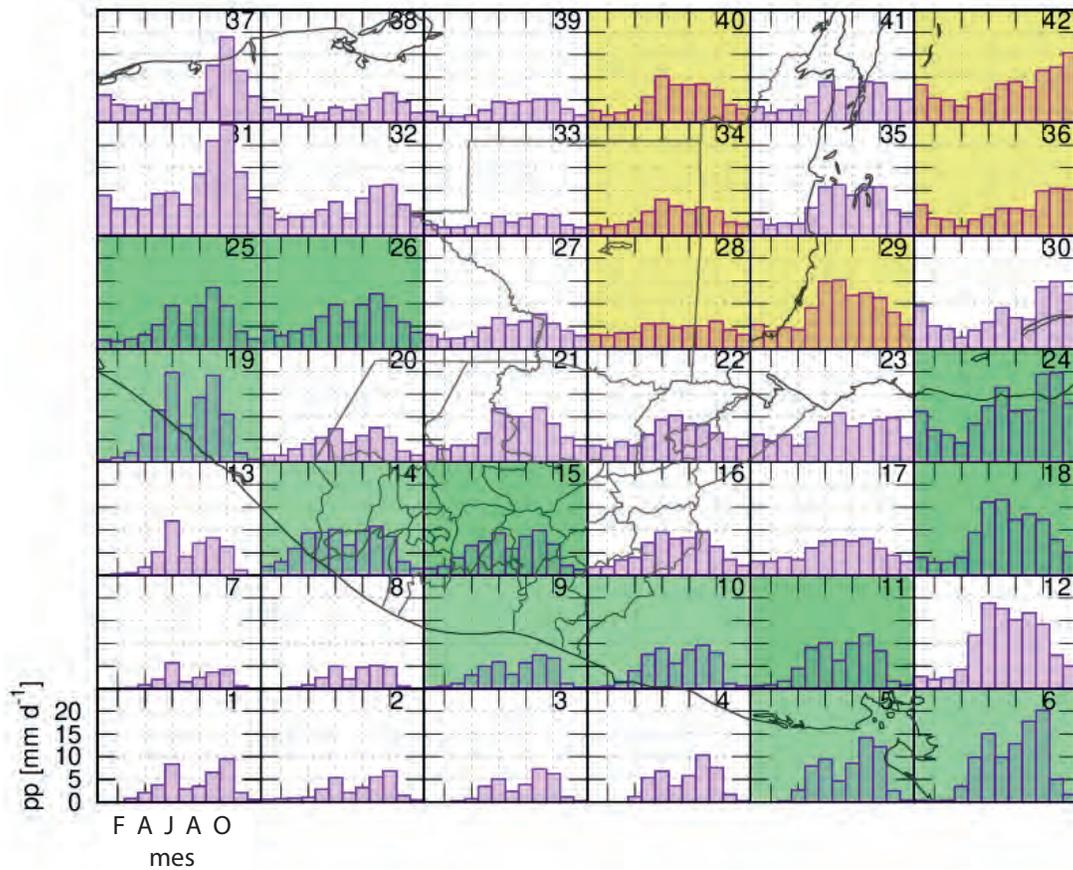


Figura 32. Precipitación pluvial media mensual simulada con el modelo RegCM4 para el período 2011-2017, donde también se muestra el límite departamental

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

Por su lado, el estudio realizado por Orrego León *et al.* (2022), con datos sobre precipitación y temperatura diaria para el período 1980-2019, muestra que en la mayor parte de la cuenca hidrográfica del río Achiguate (parte baja y media) la duración de la canícula es de 26 a 35 días. Por el contrario, en las partes más altas puede durar desde 36 a 55 días, con tendencia a mantenerse (Figura 33). El mismo estudio indica que la intensidad de la canícula para la cuenca comprende entre -50 a 50 mm, lo cual resulta de la comparación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Por último, la precipitación pluvial media durante la canícula oscila entre los 100 a 200 mm.

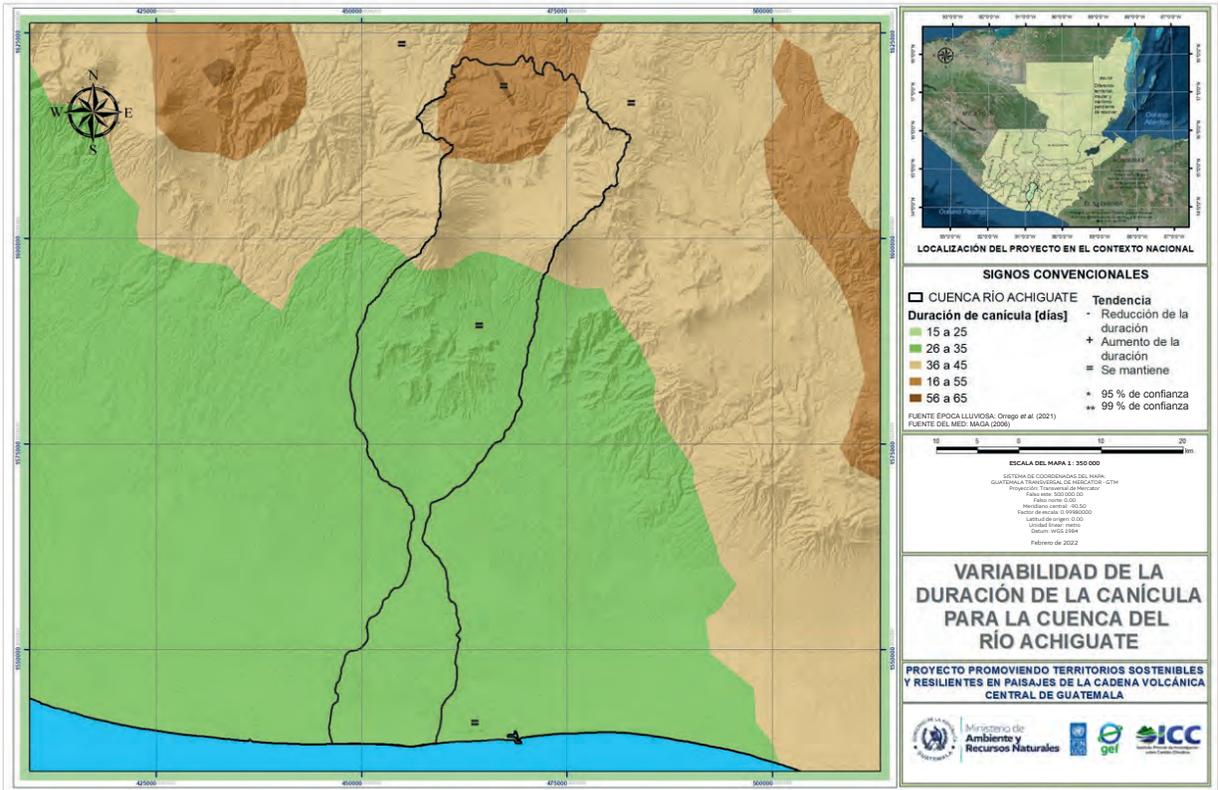


Figura 33. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Achiguate
 Fuente: Orrego et al. (2022)

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 utilizando el modelo climático regional RegCM y los escenarios RCP 4.5 y 8.5. El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) analizó y procesó el conjunto de datos de los escenarios en mención (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019a), y elaboró mapas de las variables "precipitación pluvial" y "temperatura media anual" para los períodos 2010-2039 y 2040-2069, los cuales se presentan a continuación.

El escenario de cambio climático RCP 4.5 prevé que la cuenca del río Achiguate presente tres categorías de precipitación pluvial para los períodos 2010-2039 y 2040-2069, que van desde los 500 mm hasta los 4000 mm. Así, en la parte baja de la cuenca se prevén precipitaciones de 500 a 1000 mm y en la parte alta de 2000 a 4000 mm (Figura 34 y Figura 35).

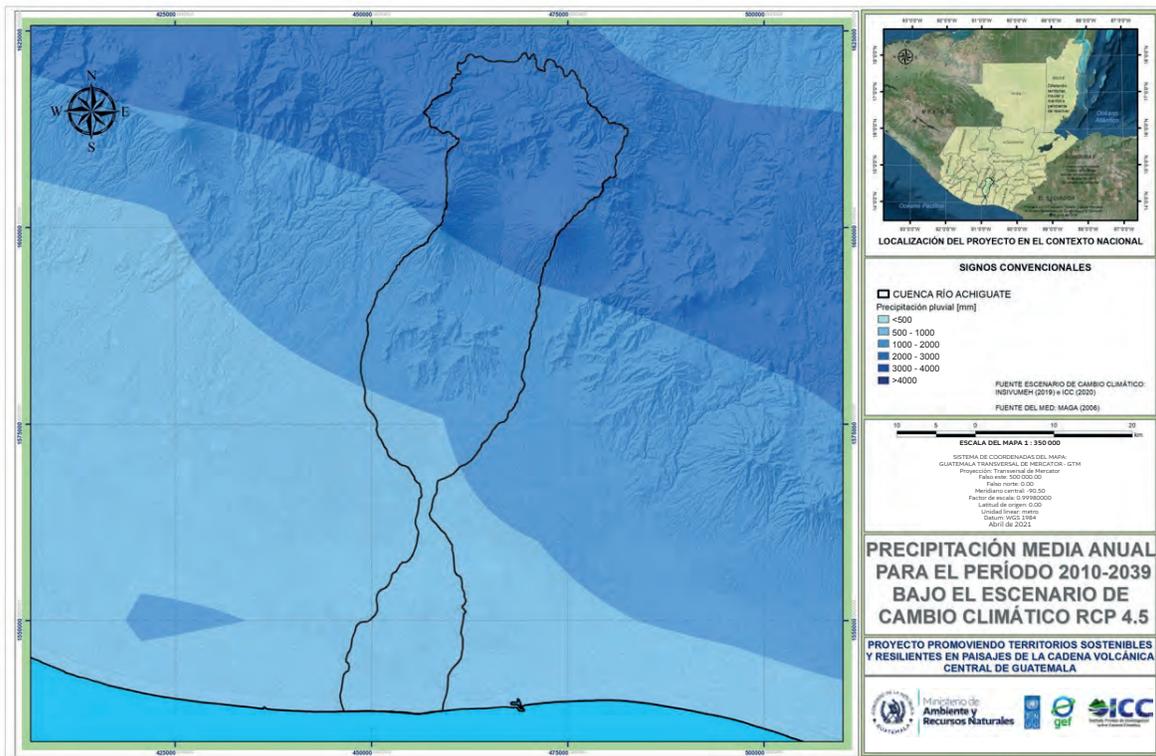


Figura 34. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

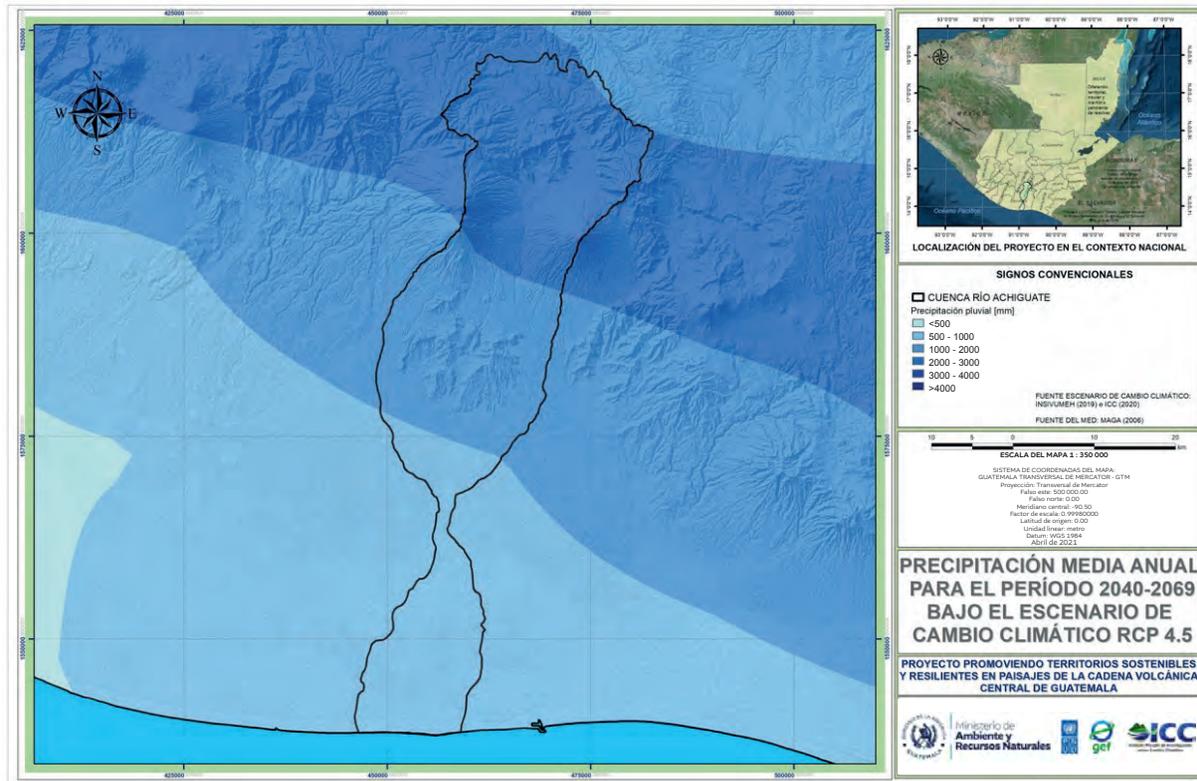


Figura 35. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

En cuanto a la temperatura media, se prevé el cambio o desplazamiento de los pisos térmicos entre los períodos previamente indicados. Durante el periodo 2040-2069, el rango de 21 °C a 23 °C se ubicaría en las faldas de los volcanes de Agua y Fuego; mientras que el rango de 27 °C a 29 °C se observaría en mayor extensión en la parte baja de la cuenca (Figura 36 y Figura 37).

El escenario de cambio climático RCP 8.5, bajo los mismos períodos de análisis, prevé que la precipitación pluvial media anual tienda a mantenerse en las mismas categorías o bandas de cantidad de precipitación pluvial (500-1000, 1000-2000, 2000-4000); pero la banda de 2000 a 4000 mm se extendería durante el período 2040-2069, tanto al sur como al norte (Figura 38 y Figura 39).

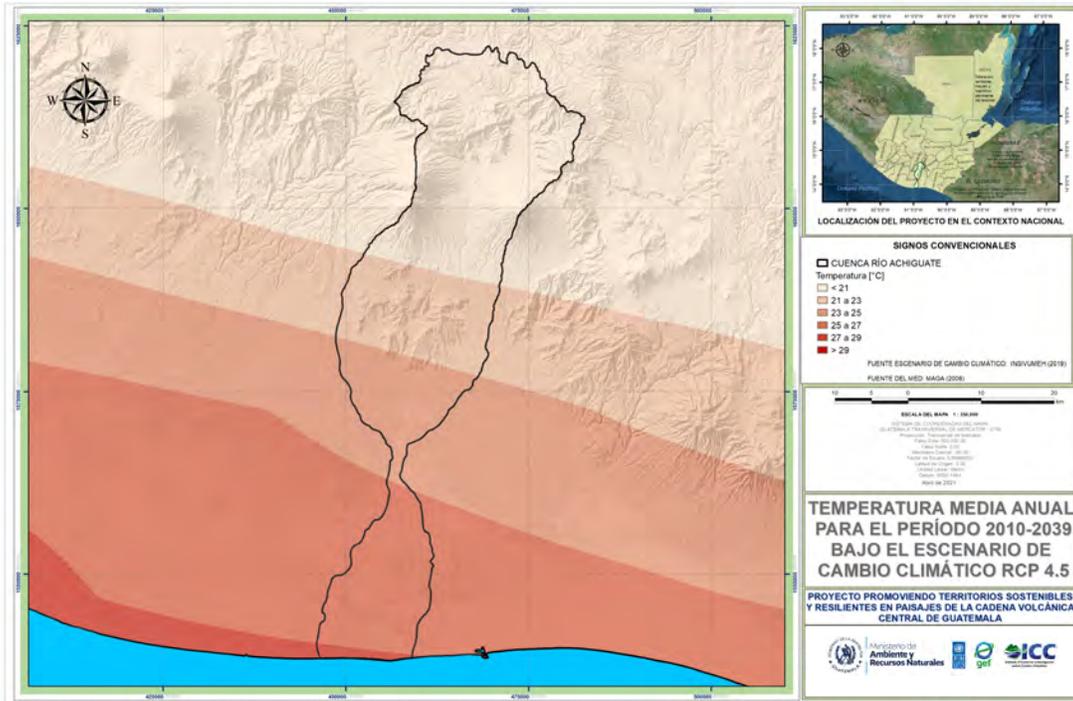


Figura 36. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

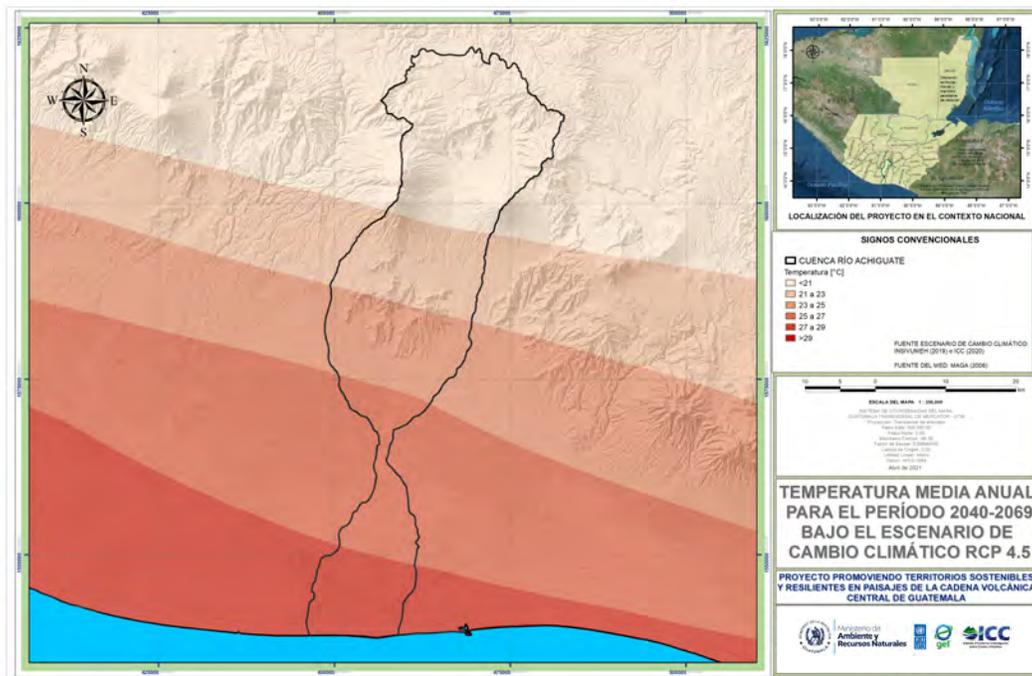


Figura 37. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

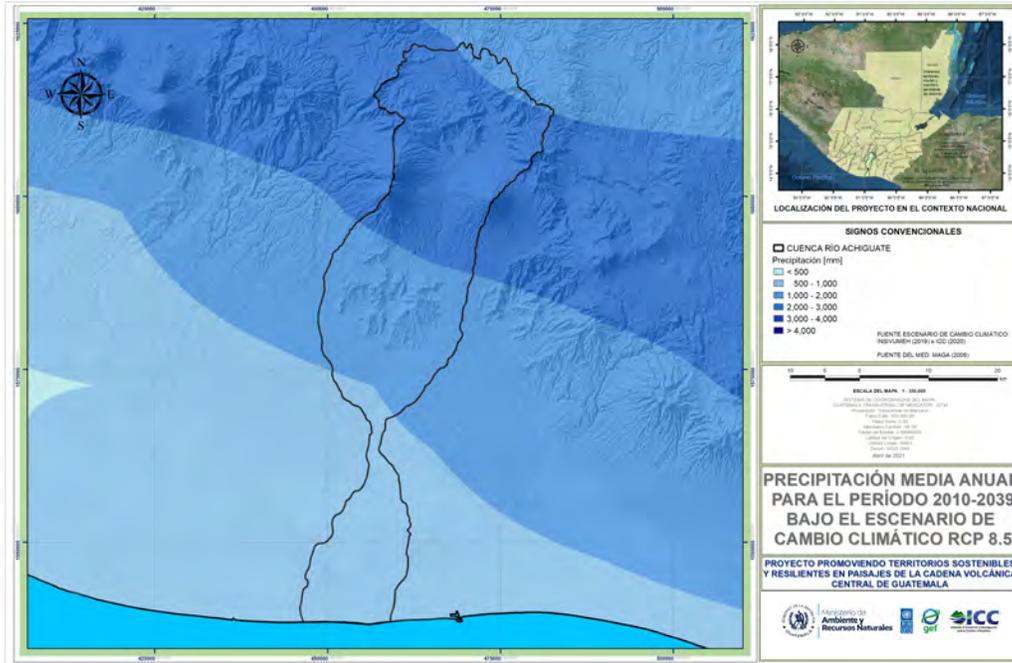


Figura 38. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

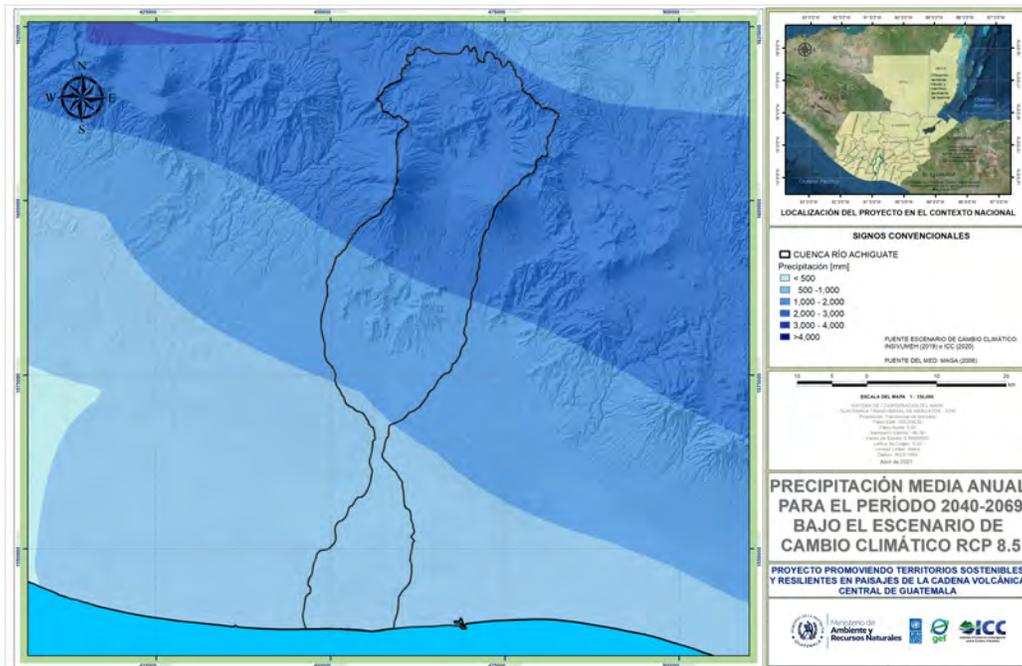


Figura 39. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

En cuanto a la temperatura media anual, este escenario muestra un desplazamiento de los pisos térmicos entre los dos períodos analizados, que alcanzará el cráter de los volcanes de Fuego y Agua en el período 2040-2069 (Figura 40 y Figura 41).

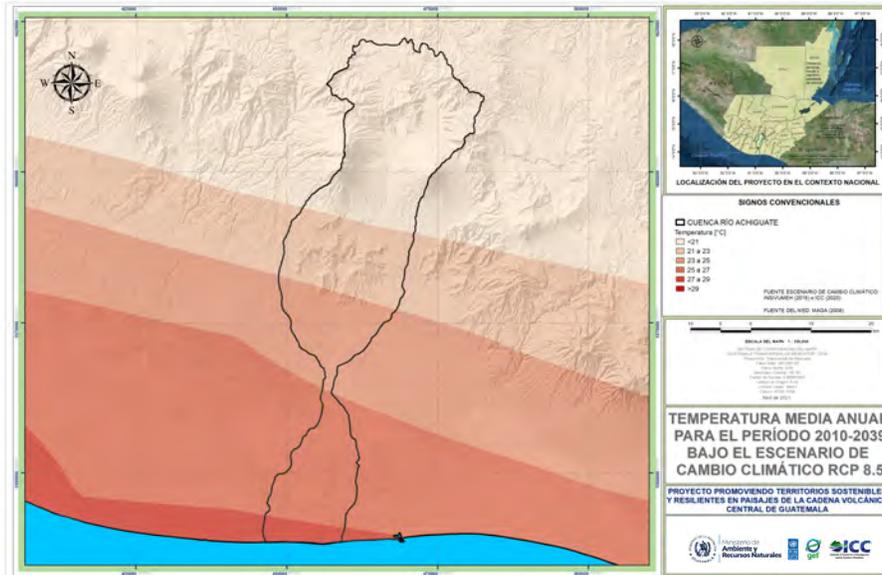


Figura 40. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

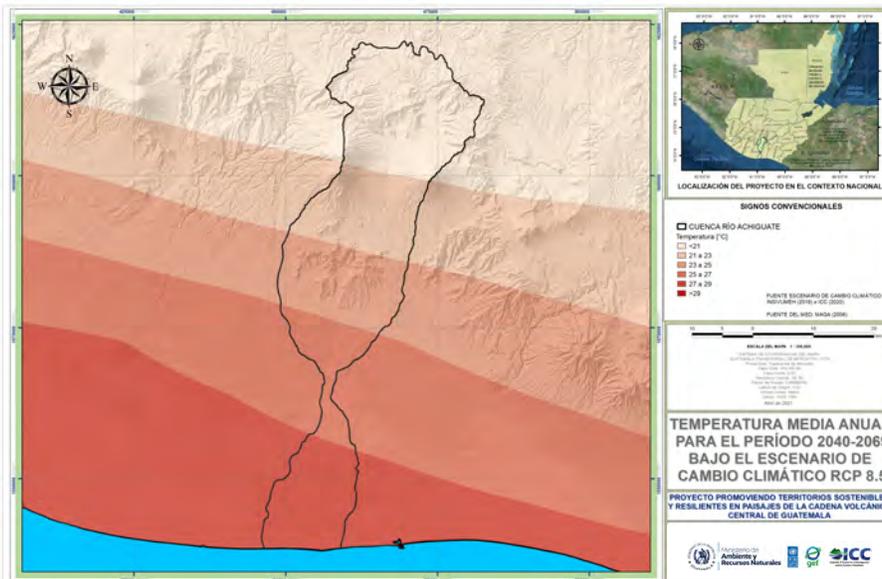


Figura 41. Temperatura media anual en la cuenca del río Achiguate para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020c) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

7 HIDROLOGÍA

7.1 Balance hidrológico

El balance hidrológico anual de la cuenca hidrográfica del río Achiguate y subcuencas fue estimado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015), a través del modelo hidrológico de la plataforma WEAP (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua). Los resultados de dicha modelación hidrológica, entradas, salidas y disponibilidad hídrica, se presentan en la Tabla 2. Para dicho balance la única entrada son las precipitaciones, y las salidas están comprendidas por los flujos de escorrentía superficial y subsuperficial, la recarga hídrica de acuíferos y la evapotranspiración. Por su lado, la disponibilidad hídrica comprende la recarga hídrica anual, la escorrentía superficial y subsuperficial y el agua almacenada en el suelo.

Tabla 2. Balance hidrológico anual de la cuenca del río Achiguate y algunas de sus subcuencas

Balance hidrológico anual (millones de metros cúbicos)						
Variable	Cuenca Achiguate	Cuencas de nivel 7 y 8				
		Guacalate	Ceniza	El Jute	Las Provincias	Achiguate bajo
Entradas						
Precipitación	2540.0	1049.6	361.6	70.3	156.7	901.9
Almacenamiento del año anterior	199.0	90.9	14.66	4.8	10.4	78.3
Salidas						
Evapotranspiración	1047.1	413.0	134.8	25.1	62.4	411.8
Escorrentía superficial	831.1	339.4	145.5	18.8	72.2	255.2
Escorrentía subsuperficial	99.3	44.6	12.2	4.0	3.3	35.2
Recarga hídrica	562.7	252.7	69.1	22.4	18.8	199.7
Almacenamiento en el suelo	199.0	90.9	14.7	4.8	10.4	78.3
Disponibilidad hídrica	1692.1	727.6	241.5	49.9	104.7	568.4

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

La disponibilidad hídrica específica se mide por unidad de superficie. Los mayores valores se observan en la parte media de la cuenca (que tiene correspondencia con las subcuencas Ceniza, El Jute, Las Provincias y una porción de Achiguate bajo). La disponibilidad es inferior en la cabecera y superficie adyacente a la desembocadura (Figura 42).

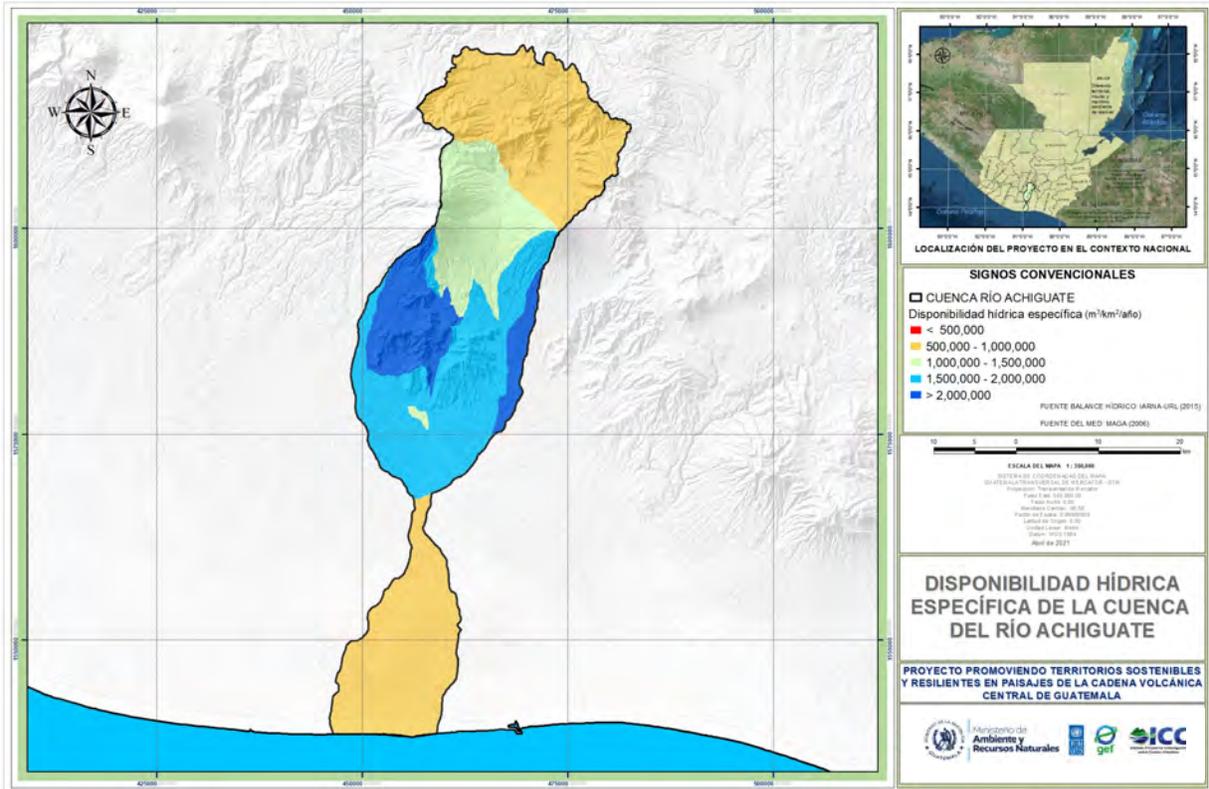


Figura 42. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Achiguate

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

7.2 Caudales

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021b) ha monitoreado caudales desde el periodo 2016 a 2021 a través de aforos, principalmente durante la época seca cuando los niveles de los ríos lo permiten (primeras 20 semanas del año). Así, se tiene información para la época seca de los tres siguientes puntos de aforo ubicados en esta cuenca: Guacalate, Achiguate y La Barrita (Figura 43).

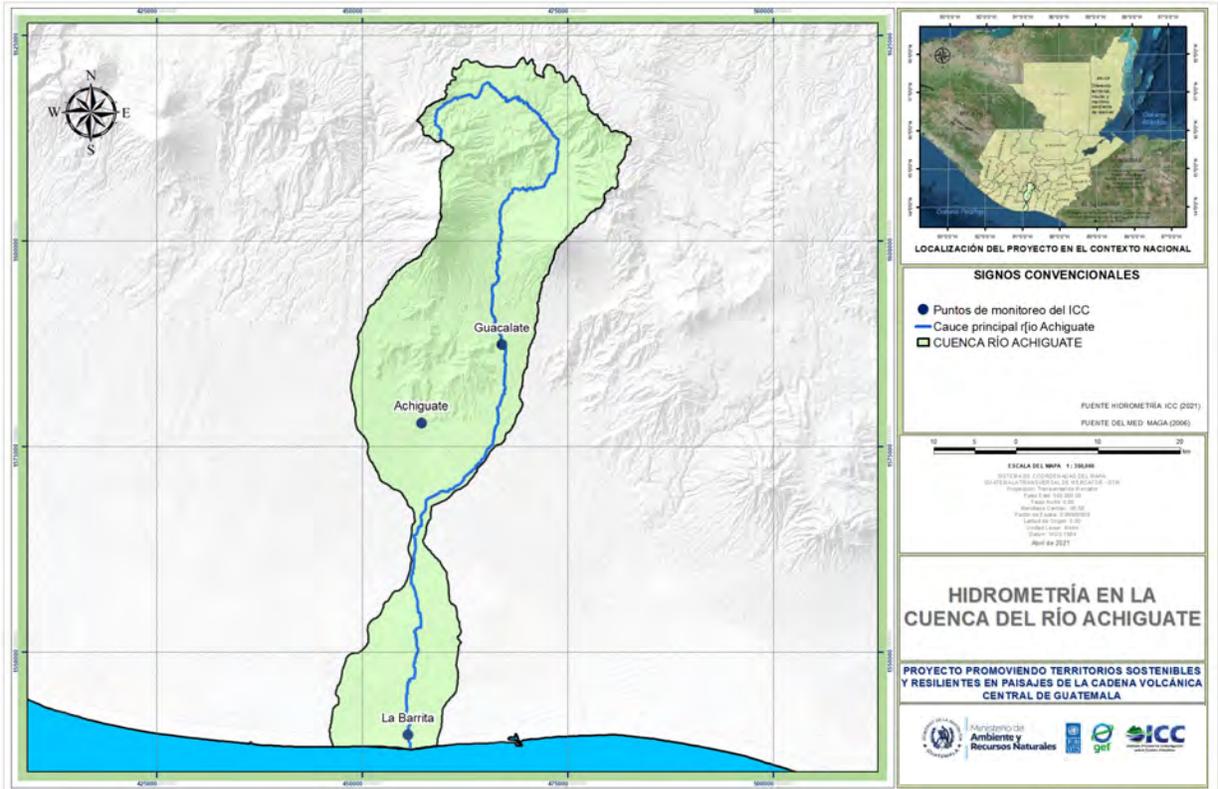


Figura 43. Hidrometría en la cuenca hidrográfica del río Achiguate

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

Durante el período 2016-2021, el punto de aforo Guacalate presentaba una media igual a $6.22 \text{ m}^3/\text{s}$ y percentiles de 10 y 90 que corresponden a $5.39 \text{ m}^3/\text{s}$ y $7.06 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (para las primeras 20 semanas del año) (Figura 44).

Para el mismo periodo de análisis, la estación Achiguate presentó un caudal medio de $5.00 \text{ m}^3/\text{s}$, con percentiles de 10 y 90, que corresponden a $3.58 \text{ m}^3/\text{s}$ y $6.13 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 45). Por su lado, la estación La Barrita ubicada en la desembocadura de la cuenca del río Achiguate, presentó un caudal medio igual a $5.51 \text{ m}^3/\text{s}$, con percentiles de 10 y 90, correspondientes a $2.56 \text{ m}^3/\text{s}$ y $9.52 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 46).

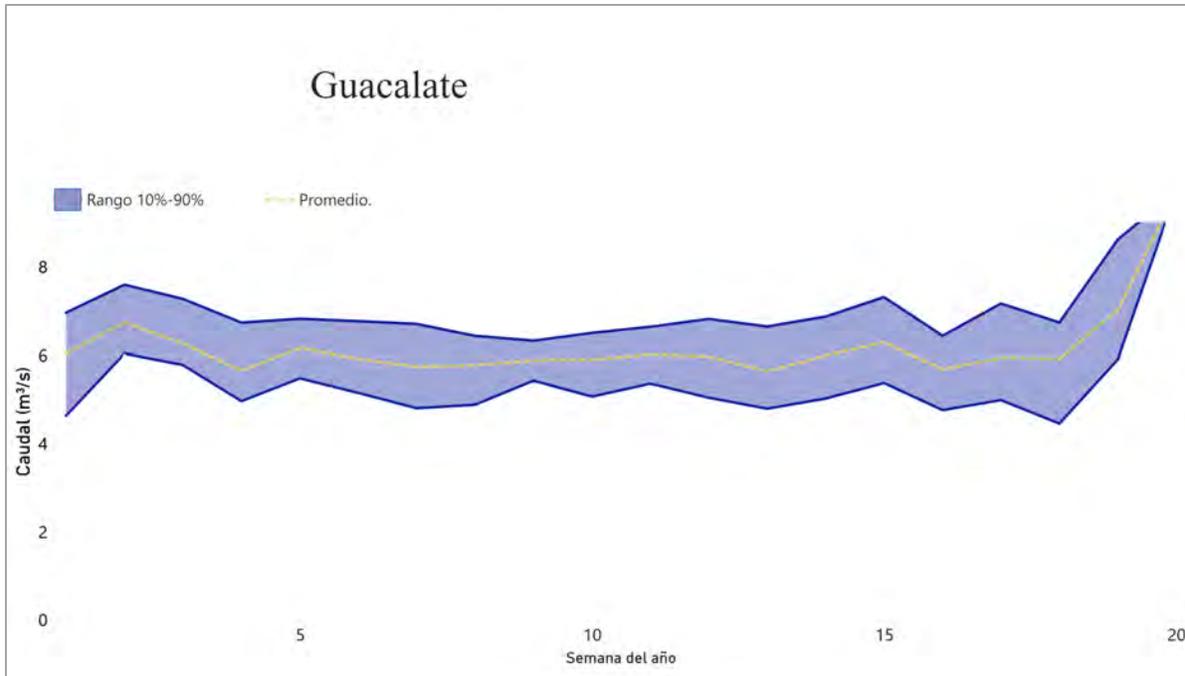


Figura 44. Caudales semanales históricos (2016-2021) durante la época seca del punto de aforo Guacalate

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

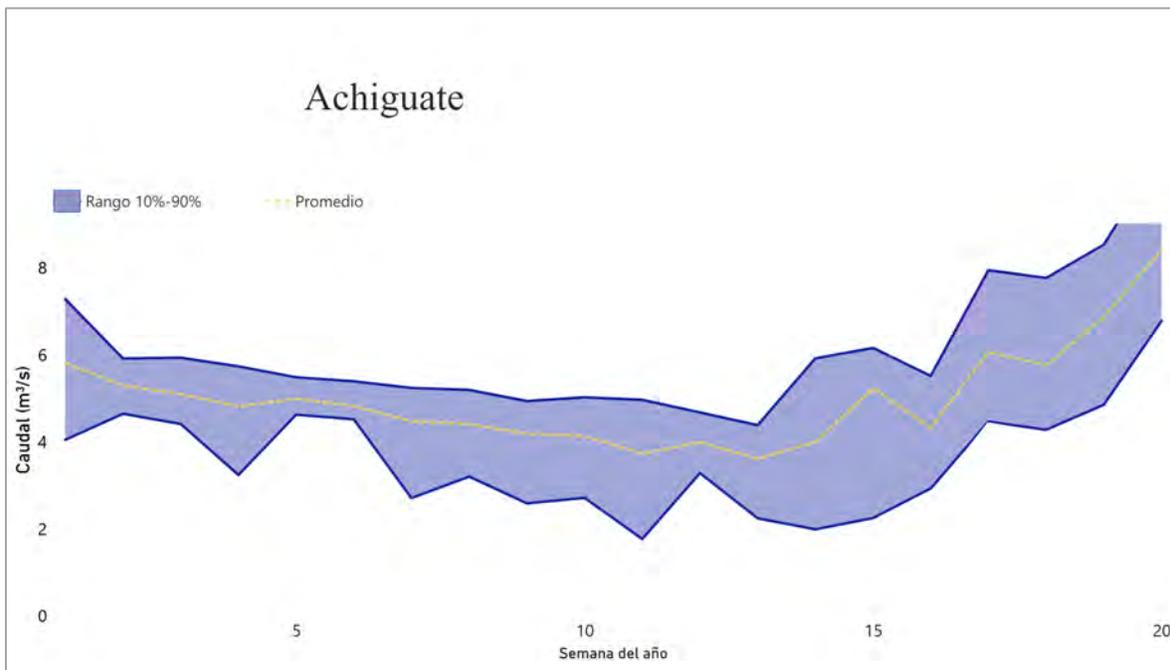


Figura 45. Caudales semanales históricos (2016-2021) durante la época seca del punto de aforo Achiguate

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

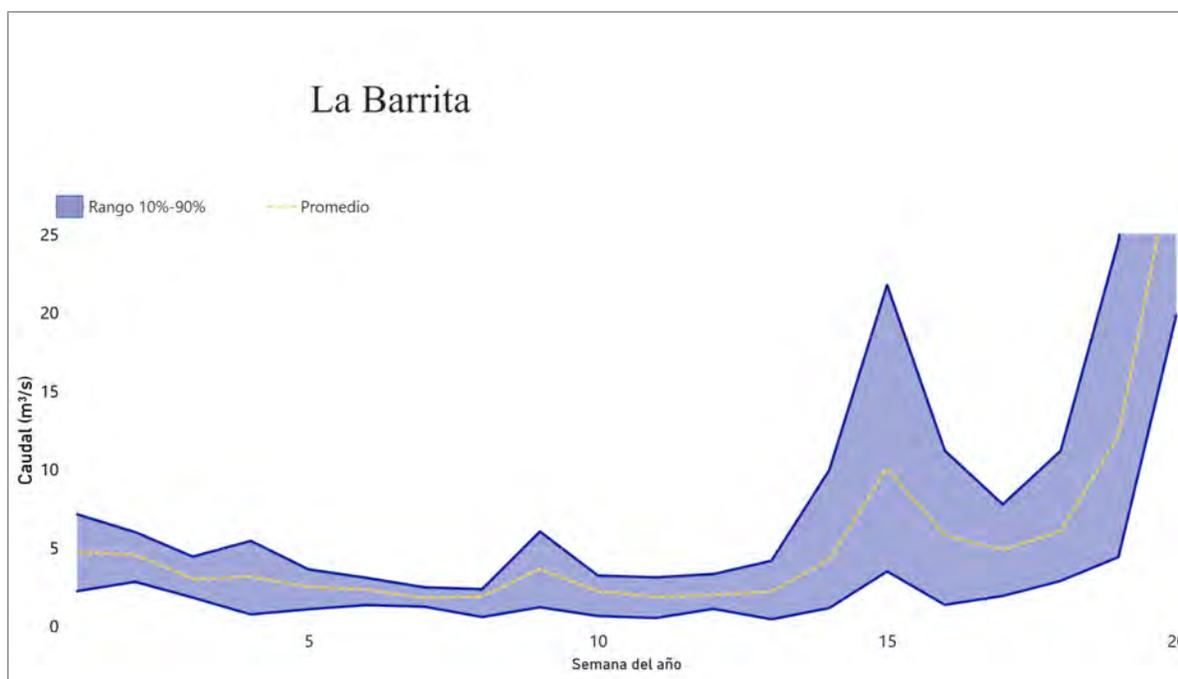


Figura 46. Caudales semanales históricos (2016-2021) de la época seca del punto de aforo La Barrita

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

Los caudales máximos de la cuenca del río Achiguate se estimaron en dos puntos a través de los métodos del índice de crecida y precipitación pluvial-escorrentía (modelación hidrológica con Hec-HMS 3.5), ambos para los períodos de retorno (T_R) de 10, 25 y 50 años. En el caso del índice de crecida se consideraron las distribuciones teóricas Log-Normal y Gumbel, así como la curva envolvente (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012a). El primer punto fue la salida del río Guacalate y el segundo la desembocadura del río Achiguate, los cuales se presentan a continuación. Nótese que el área de drenaje del río Achiguate difiere de la de la delimitación establecida por la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009); que es la que se está considerando en esta caracterización, y es igual a 1239.9 km².

Los caudales máximos estimados mediante los métodos y períodos de retorno previamente indicados son en cierto grado similares (alrededor del 15 %), al comparar los resultados obtenidos a través de la curva envolvente con el método de precipitación pluvial-escorrentía; sin embargo, se recomienda utilizar este último considerando que incorpora la distribución espacial de la precipitación pluvial y estima la precipitación pluvial que generará escorrentía, entre otras bondades. Estos valores deben utilizarse con cautela, dado que los caudales no han sido calibrados (Tabla 3) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012a).

Tabla 3. Caudales máximos generados en la cuenca del río Achiguate

Variable	Cuenca	
	Guacalate	Achiguate
Superficie de drenaje (km ²)	595	1048
Índice de crecida (m ³ /s)	85	232
Gumbel		
Caudal T _R =10 (m ³ /s)	211	577
Caudal T _R =25 (m ³ /s)	278	763
Caudal T _R =50 (m ³ /s)	329	902
Log-normal		
Caudal T _R =10 (m ³ /s)	148	406
Caudal T _R =25 (m ³ /s)	226	619
Caudal T _R =50 (m ³ /s)	343	941
Curva envolvente		
Caudal T _R =10 (m ³ /s)	237	656
Caudal T _R =25 (m ³ /s)	291	839
Caudal T _R =50 (m ³ /s)	334	976
Método de precipitación pluvial-escorrentía (Hec-HMS 3.5)		
Caudal T _R =10 (m ³ /s)	137	562
Caudal T _R =25 (m ³ /s)	257	862
Caudal T _R =50 (m ³ /s)	308	1074

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2012a).

7.3 Agua subterránea

Una primera aproximación del potencial de aguas subterráneas de la República de Guatemala fue realizado con base en siete propiedades: estructuras geológicas, densidad de rasgos cársticos, densidad de drenaje fluvial, pendiente del terreno, litología (tipo de roca), balance (precipitación pluvial-evapotranspiración) y cuerpo de agua. De las anteriores, el principal factor para revelar el potencial de aguas subterráneas de un sitio es el tipo de roca (Cordillera S. A. *et al.*, 2010).

El 32.4 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Achiguate tiene un potencial de aguas subterráneas bajo; mientras que en el 27.0 % es moderado, en el 18.4 % es alto, en el 13.0 % es muy bajo y en el 9.2 % es muy alto. En las zonas media y alta de la cuenca predominan los potenciales bajo y muy bajo, con incrustaciones de pequeñas áreas continuas de potencial medio, alto y muy alto. La parte baja de la cuenca y la porción que corresponde al abanico aluvial (Coyolate, Acomé y Achiguate) y planicie aluvial (Achiguate y Michatoya) presentan potenciales moderado, alto y muy alto (Figura 47).

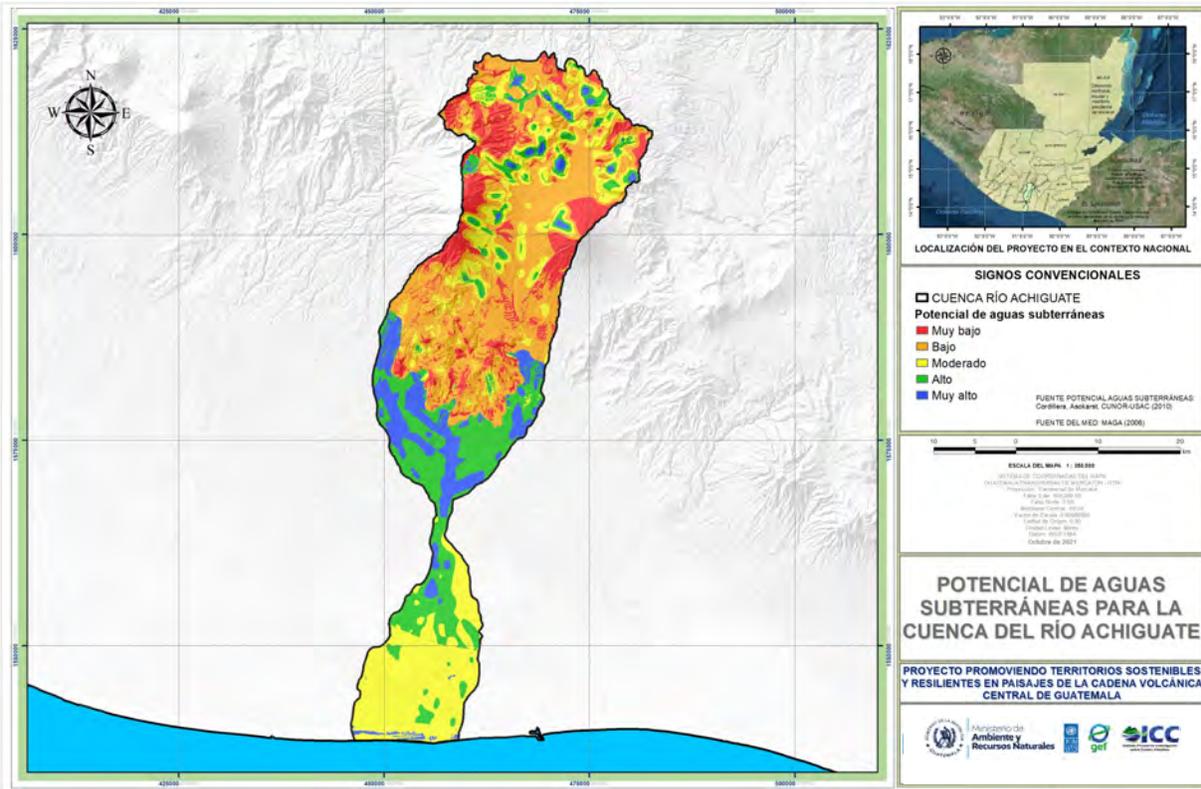


Figura 47. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Cordillera S. A. et al. (2010).

El abanico aluvial central está conformado por el abanico aluvial de los ríos Coyolate, Acomé y Achiguate y la zona de marismas del litoral del Pacífico —esta última adyacente a la línea costera—. Se considera que es uno de los principales acuíferos de la cuenca del río Achiguate y de la vertiente del Pacífico, debido a sus notables características geomorfológicas. En este se ubica un acuífero regional superficial con profundidades de hasta 150 metros, que se encuentra semiconfinado localmente por capas de arcillas muy superficiales que lo protegen de la contaminación superficial. También existe un acuífero costero vulnerable a la intrusión salina (Gil Villalba, 2018).

En este abanico aluvial se monitorea la profundidad del nivel freático de una red de pozos comunitarios a través de la Sección de Clima e Hidrología del ICC. Así, para el mes de agosto (temporada lluviosa) del período 2018-2020, la profundidad del nivel freático fue mayoritariamente de entre 2 y 4 metros (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021b) (Figura 48); mientras que para el mes de marzo (temporada seca), el nivel freático promedio se mantuvo entre 2 y 4 metros en la parte próxima a la línea costera, pero al incrementar la altitud, en la zona norte de este abanico, la profundidad estuvo entre los 4 y 6 metros (Figura 49).

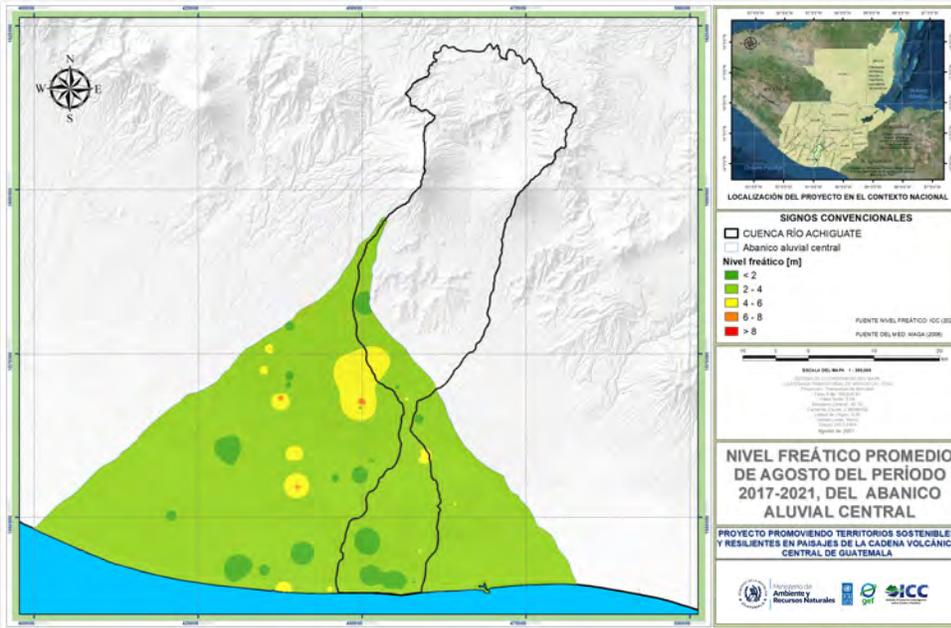


Figura 48. Nivel freático promedio del abanico aluvial central durante el mes de agosto (2017-2020)

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

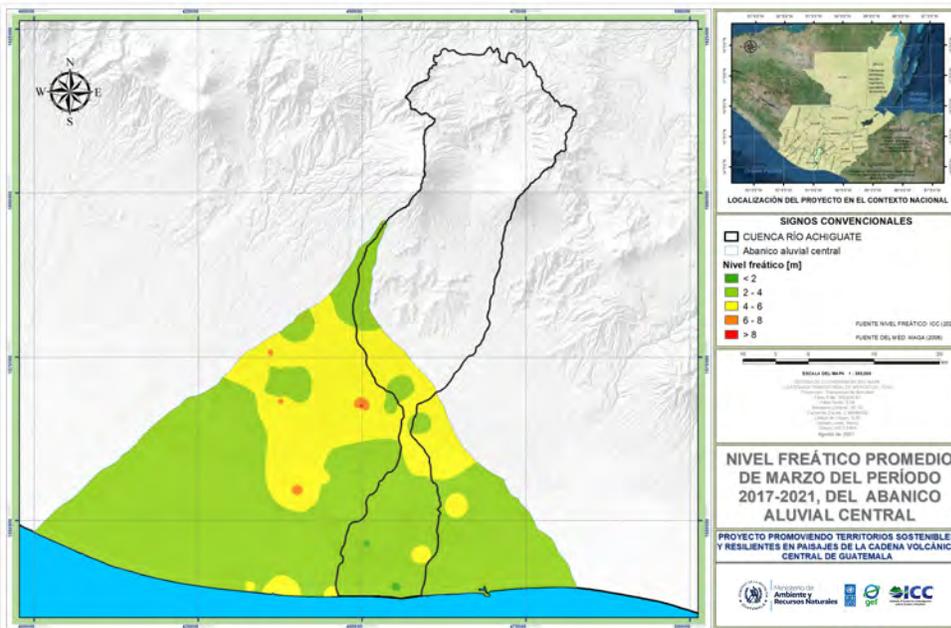


Figura 49. Nivel freático promedio del abanico aluvial central durante el mes de marzo (2017-2021)

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

7.4 Recarga hidrológica

En la mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Achiguate la recarga hidrológica corresponde a la categoría media (34.3 %), seguida de las categorías alta, baja y muy alta con 24.3 %, 21.5 % y 19.8 %, respectivamente; acorde al mapa de tierras forestales de captación, regulación y recarga hidrológica (TFCRRH) que elaboró el Instituto Nacional de Bosques (2017b) (Figura 50).

Según el Instituto Nacional de Bosques (2005), las TFCRRH son aquellas tierras que idealmente tienen aptitud forestal (ya sea para protección o producción), donde se puede desarrollar el manejo agroforestal y son de alta importancia para la captación y la regulación hidrológica local. En ese sentido, en cuanto mayor sea el orden de la categoría de recarga de este mapa (muy alta y alta): a) los factores que definen su capacidad de uso serán más limitados (profundidad del suelo, pedregosidad, drenaje y pendiente), b) el suelo tenderá a tener texturas gruesas, c) se desarrolla en unidades geológicas que favorecen la percolación y la recarga (aluviones y piroclastos del Cuaternario, rocas volcánicas del Terciario, pómez del Terciario, entre otras) y d) existirán altas láminas del balance hídrico climático (Instituto Nacional de Bosques, 2017c).

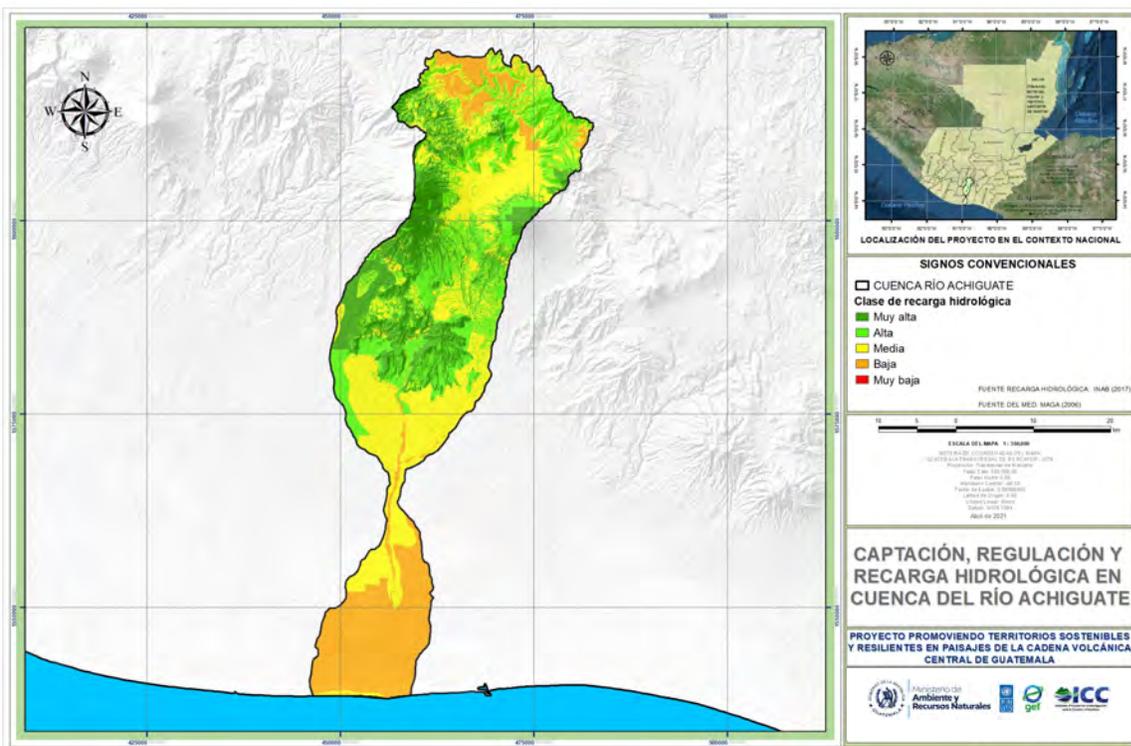


Figura 50. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Instituto Nacional de Bosques (2017b).

Gil Villalba (2018) estimó la recarga hídrica media anual del abanico aluvial de los ríos Coyolate, Acomé y Achiguate en 984 millones de metros cúbicos. En la zona norte y de mayor elevación se presentan las mayores láminas de agua que recargan el acuífero (desde 556 mm hasta 1700 mm), mientras que la recarga de la zona litoral está por debajo de los 300 mm (Figura 51).

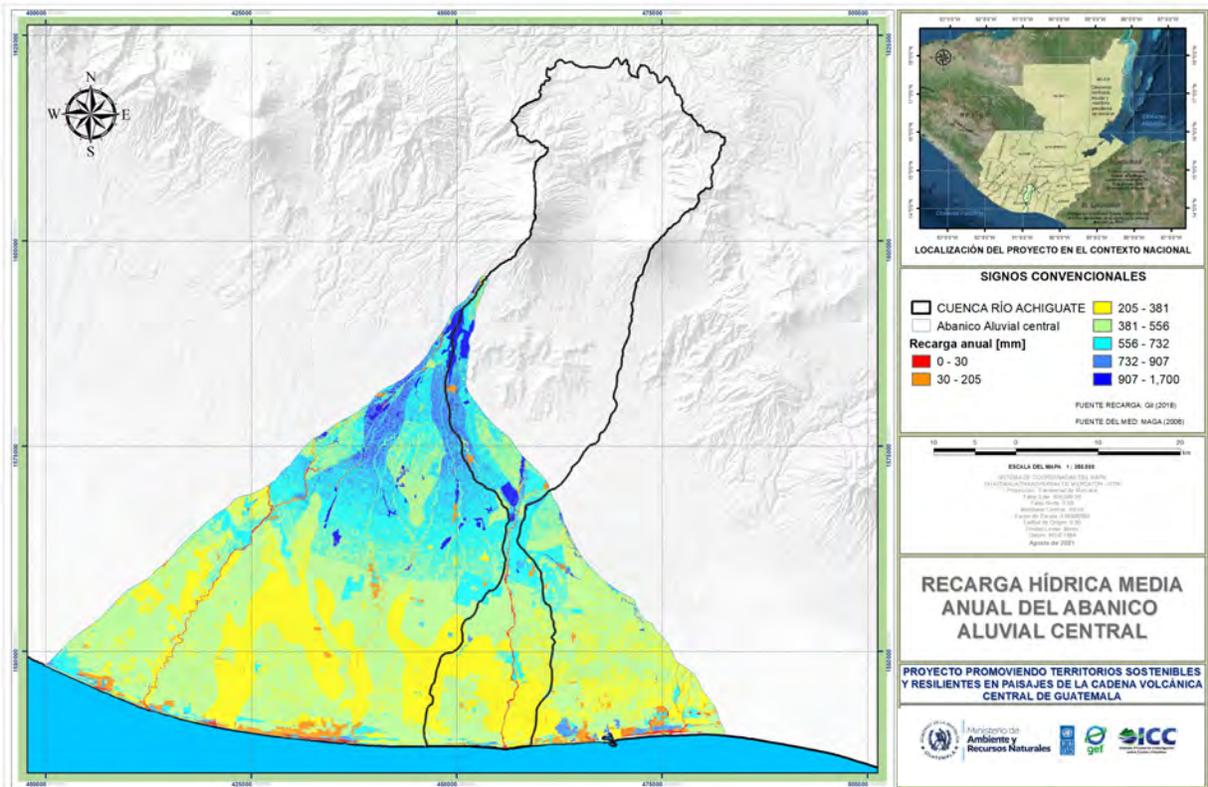


Figura 51. Recarga hídrica media anual del abanico aluvial central Fuente: Gil Villalba (2018).

7.5 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Achiguate se identificaron con base en la cartografía de hidrografía lineal y masas de agua del Instituto Geográfico Nacional (2016a y b) a escala 1: 250 000; que a su vez, fue extraída de las hojas cartográficas de la República de Guatemala actualizadas a 2008. También se obtuvo información sobre otros cuerpos de agua a partir de la cartografía de cobertura y uso de la tierra (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021).

La mayoría de cuerpos de agua corresponde a ríos o corrientes permanentes, dentro de los que se pueden mencionar los ríos Achiguate, Guacalate, Ceniza, Aceituno, La Virgen, Platanares, Limoncillo, Mazate, Capulín, entre otros.

También existen ríos intermitentes, pampa húmeda y esteros en su desembocadura al Pacífico; así como la categoría de laguna, lago o laguneta (Figura 52).

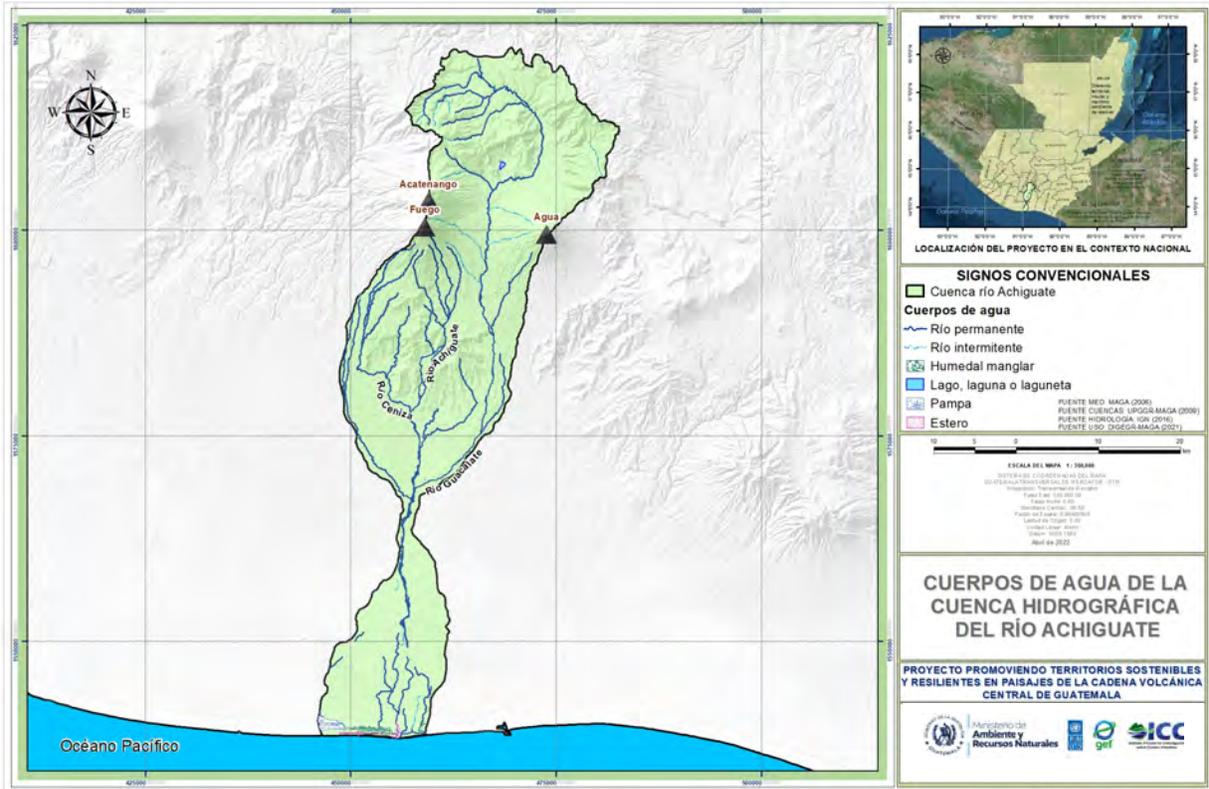


Figura 52. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Achiguate
 Fuente: elaboración propia con información del Instituto Geográfico Nacional (2016a, 2016b); Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021).

8 FISIOGRAFÍA-GEOMORFOLOGÍA

La cuenca hidrográfica del río Achiguate se encuentra entre dos regiones fisiográficas. La primera y de mayor superficie corresponde a las tierras altas volcánicas (61.8 %), en las cuales predomina el gran paisaje de montañas volcánicas del centro del país y los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango. Por su ubicación resalta el abanico aluvial de Antigua Guatemala, que está relacionado con eventos de inundación por desbordamiento del río Pensativo desde que esta ciudad fue fundada (Maúl & Johnston, 1998).

La región se conformó durante el Paleozoico debido a la actividad volcánica, que aportó grandes cantidades de flujos de lava de basaltos y riolacitas. Luego, durante su proceso de levantamiento, se formaron fallas por tensión local. Las cuencas sobre estas formaciones han sido cubiertas por pómez (material vulcanoclástico) del Cuaternario, lo cual ha formado un paisaje contrastante en las áreas adyacentes (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

La segunda región fisiográfica predominante es la llanura costera del Pacífico (38.2 % de la cuenca), donde el gran paisaje es dominado por abanicos aluviales de los ríos Achiguate, Coyolate, Acomé y Michatoya; éstas pertenecen a la subregión de planicie aluvial costera que va desde el río María Linda hasta el río Madre Vieja. La región es el resultado de la evolución del paisaje, donde las corrientes con alta velocidad han depositado grandes cantidades de materiales y sedimentos formando una planicie, la tasa de drenaje es deficiente y son frecuentes las zonas sujetas a inundación (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001). Estas características están asociadas con el riesgo a inundaciones (Tabla 4 y Figura 53).

Tabla 4. Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Achiguate

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
Tierras altas volcánicas	Zona montañosa occidental (Tacaná-Tecpán)	Relleno piroclástico alrededor de la caldera de Atitlán	0.001
	Zona motañosa y planicie central (Tecpán-Jalpatagua)	Abanico aluvial de Antigua Guatemala	3.047
		Montañas volcánicas del centro del país	27.980
		Valle tectónico de Chimaltenango	4.491
		Volcán de Agua	11.123
	Volcanes de Acatenango y Fuego	15.141	
Llanura costera del Pacífico	Planicie aluvial costera (Madre Vieja - María Linda)	Abanico aluvial de los ríos Coyolate - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	8.635
		Abanico aluvial de los ríos Coyolate - Acomé - Achiguate (parte distal)	14.558

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
		Abanico aluvial de los ríos Cuyolote - Acomé - Achiguate (parte media)	5.172
		Planicie aluvial de los ríos Achiguate-Michatoya	8.529
	Planicie aluvial costera (Suchiate-Madre Vieja)	Zona de marismas del litoral del Pacífico	1.323

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

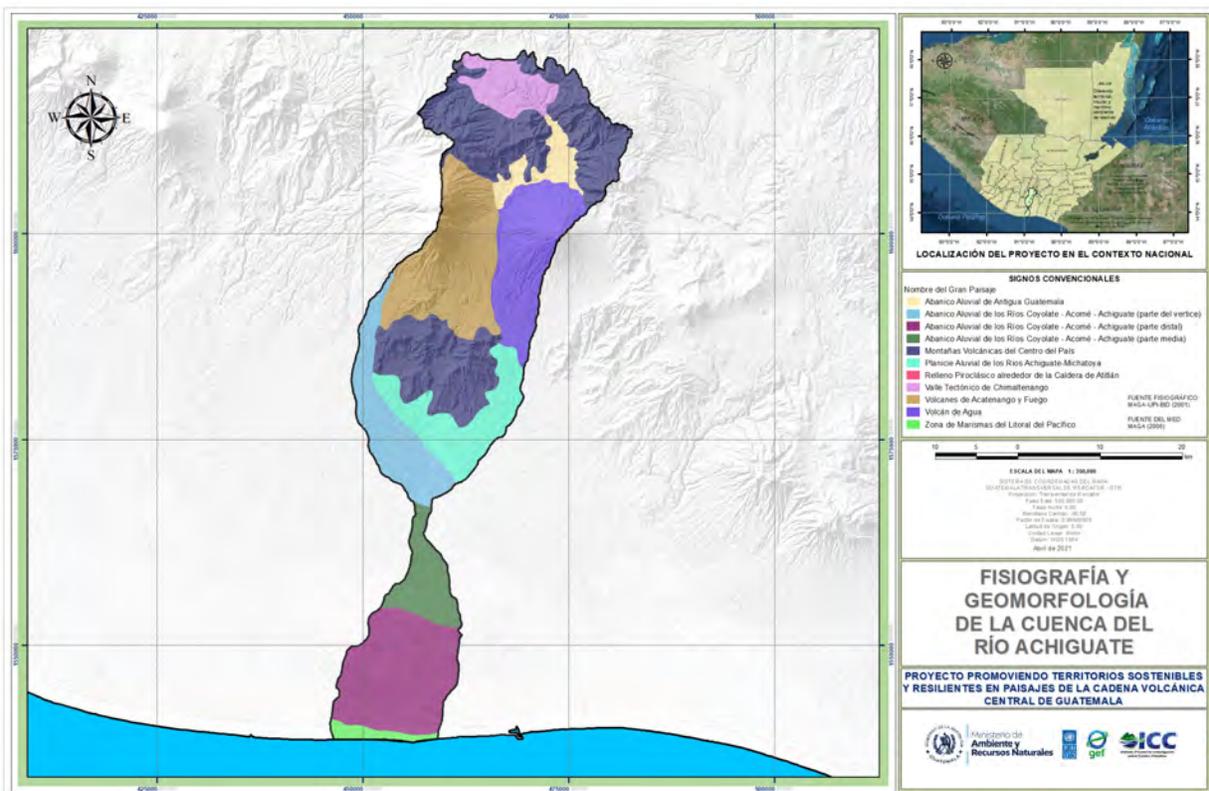


Figura 53. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Achiguate

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

9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

Con base en el criterio de clasificación de pendiente del terreno de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2009), en la cuenca hidrográfica del río Achiguate predominan las pendientes de las clases: a) plano a ligeramente inclinado (0 -5 %), que es mayoritaria dada la predominancia de la planicie aluvial costera con pendientes inferiores al 5 %, tanto en las tierras altas volcánicas (Antigua Guatemala) como en la llanura costera del Pacífico; b) moderadamente escarpado (15-30 %) y c) muy escarpado (> 60 %), que es más frecuente en la zona montañosa y en las zonas de los volcanes de Fuego, Acatenango y Agua (Figura 54).

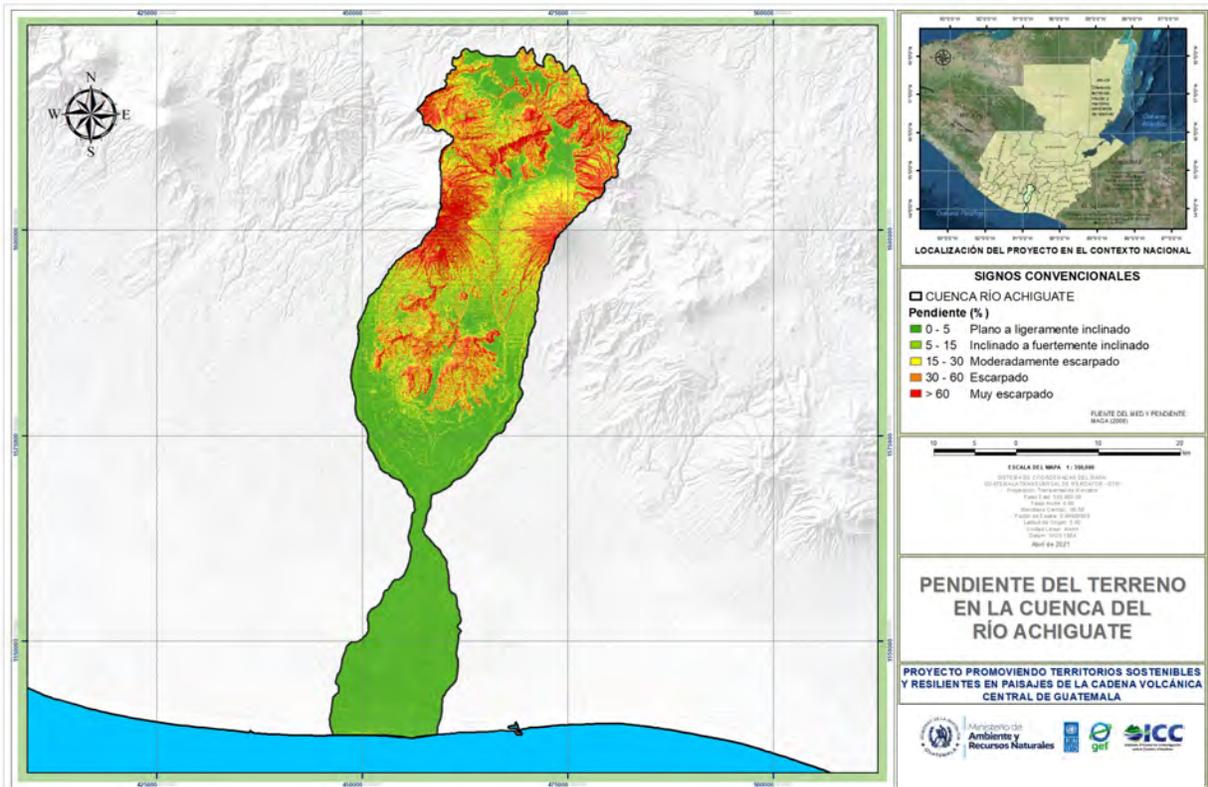


Figura 54. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006).

10 GEOLOGÍA

Según el mapa de unidades geológicas del Instituto Geográfico Nacional (1970) para la República de Guatemala, la cuenca del río Achiguate se formó predominantemente sobre aluviones del Cuaternario (41.1 %) constituidos por rocas sedimentarias en la región fisiográfica llanura costera del Pacífico. Luego, en la parte media hacia su cabecera predominan las unidades geológicas de rocas volcánicas del Cuaternario (Qv) (26.7 %) y rocas volcánicas del Terciario (Tv) (25.1 %); ambas con rocas ígneas y metamórficas. Una minoría (7 %), y con correspondencia con la cabecera de cuenca, es la unidad de pómez del Cuaternario (Qp), que se constituye por rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso (Instituto Geográfico Nacional, 1970), característicos de las tierras altas volcánicas que han sido cubiertas, parcial o totalmente por este material y proporcionan paisajes diversos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001) (Figura 55).

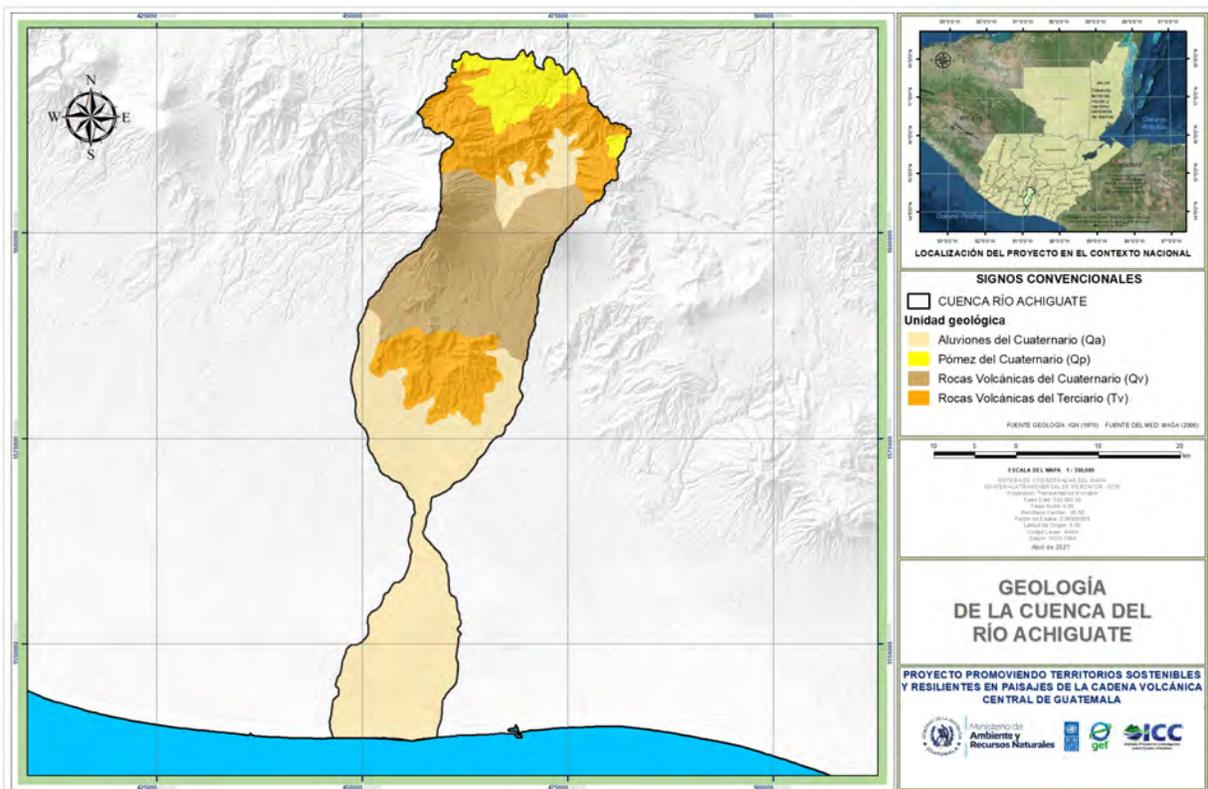


Figura 55. Geología de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (1970).

11 SUELOS

Con base en el mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2005), se determinó que en la cuenca hidrográfica del río Achiguate predominan los órdenes de suelo andisol (45.03 %) y entisol (43.65 %). Con menos superficie están los molisoles (8.56 %), inceptisoles (2.14 %) y alfisoles (0.62 %) (Figura 56).

Los suelos andisoles son típicos de áreas volcánicas activas (Dahlgren *et al.*, 2008), y se caracterizan por tener una baja densidad aparente ($\leq 0.9 \text{ g/cm}^3$), retener fosfatos ($\geq 85 \%$) y contener aluminios y hierros activos, vidrio volcánico y arcillas alófanas. Poseen alto potencial de fertilidad y alta susceptibilidad a la erosión hídrica en pendientes pronunciadas (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 entisoles son suelos de pobre o muy poca evolución (y esto caracteriza su bajo grado de desarrollo pedogenético), donde es común un horizonte superficial poco profundo sobre material no consolidado (horizonte C). Así, son suelos poco profundos que carecen de estructura, con densidad aparente mayor a 0.9 g/cm^3 y fertilidad entre media y alta (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013). El pobre desarrollo de estos suelos se debe a que se han formado en zonas de relieve accidentado (Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2000).

Los molisoles poseen un horizonte superficial caracterizado por ser grueso, blando y oscuro, con alta presencia de materia orgánica (que es humificante), capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases ($> 50 \%$). Su fertilidad es media a alta con textura franca y la retención de humedad es baja a media (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013).

Los inceptisoles, a diferencia de los entisoles, son suelos de pobre o incipiente evolución, pero poseen horizontes adecuadamente diferenciados. Tienen poca profundidad y su estructura no está desarrollada significativamente (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013).

Los alfisoles son suelos minerales que poseen un horizonte donde se ha acumulado arcilla procedente del horizonte superficial y alta saturación de bases en su perfil. Además, tienden a presentar alta densidad aparente, retención de humedad y saturación de bases. Son típicas las texturas francas

finas y la estructura en bloques angulares y prismas (Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, 2013).

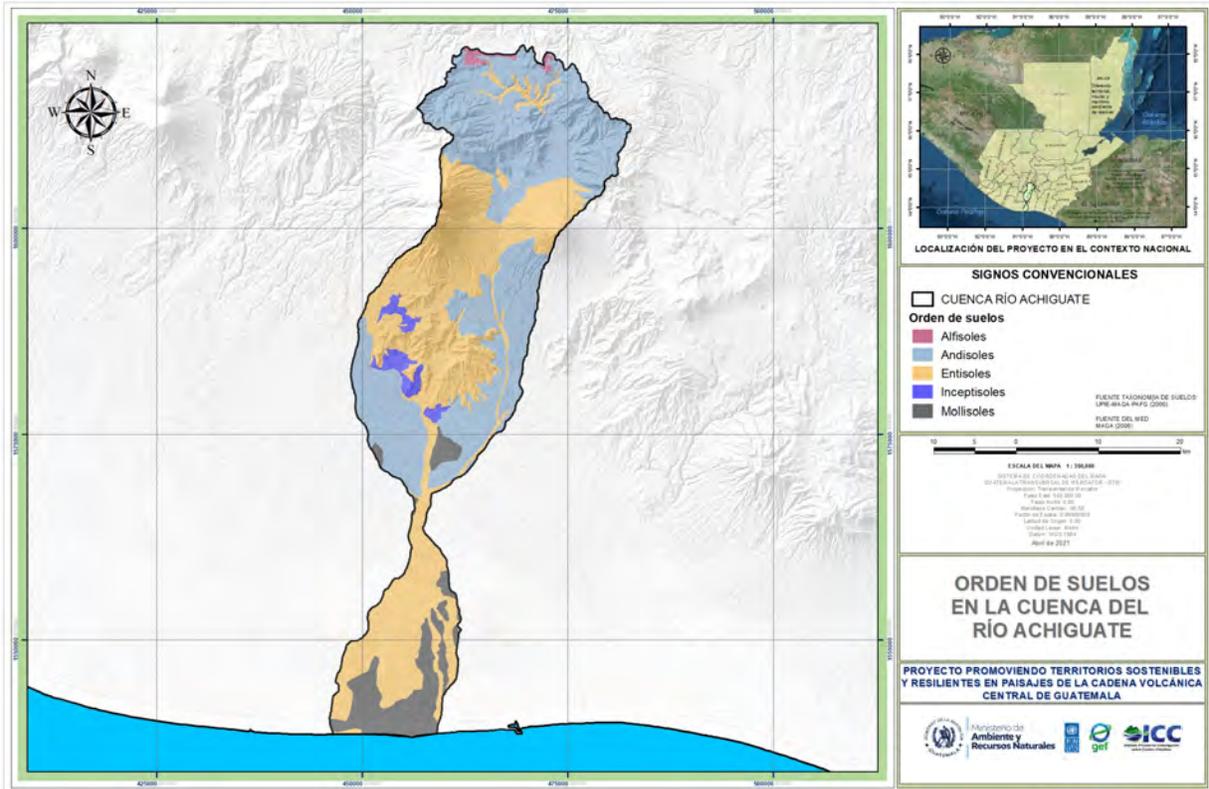


Figura 56. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Achiguate Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales (2005).

12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

En cuanto a la cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca hidrográfica del río Achiguate, los principales usos en el año 2012 fueron los siguientes: a) caña de azúcar (26.09 %), establecida en la llanura costera del Pacífico donde las pendientes son inferiores al 5 % y b) bosques (20.41 %) en áreas donde la pendiente está por arriba del 15 % e incluso por encima del 60 % (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014) (Tabla 5 y Figura 57).

En cuanto a la agricultura anual (14.74 %), su predominancia espacial ocurre en los departamentos de Chimaltenango (municipios de El Tejar, Chimaltenango, Parramos y San Andrés Itzapa) y Sacatepéquez (municipios de Sumpango, Pastores, Santa Catarina Barahona, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, San Antonio Aguas Calientes, Santa Lucía y Magdalena Milpas Altas y Antigua Guatemala).

El cultivo de café (10.93 %) se ubica principalmente en los municipios de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, Alotenango y Jocotenango del departamento de Sacatepéquez; además, en las partes altas de los municipios de Escuintla y Siquinalá. El resto de los usos de la tierra en la cuenca del río Achiguate que representan menos del 10 % se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Uso de la tierra 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Achiguate

Categoría de uso de la tierra	Área (km²)	Área (%)
Urbano	59.75	4.83
Bosques	252.34	20.41
Zonas húmedas	1.81	0.15
Cuerpos de agua	16.79	1.36
Agricultura anual	182.24	14.74
Pastizales	104.42	8.45
Zonas agrícolas heterogéneas	0.07	0.01
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	17.13	1.39
Cultivos permanentes herbáceos	3.41	0.28
Cultivos permanentes arbóreos	3.76	0.30
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	111.06	8.98
Árboles dispersos	1.33	0.11
Banano-plátano	2.02	0.16
Café	135.13	10.93
Hule	22.03	1.78

Categoría de uso de la tierra	Área (km ²)	Área (%)
Palma africana	0.43	0.03
Caña de azúcar	322.48	26.09

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

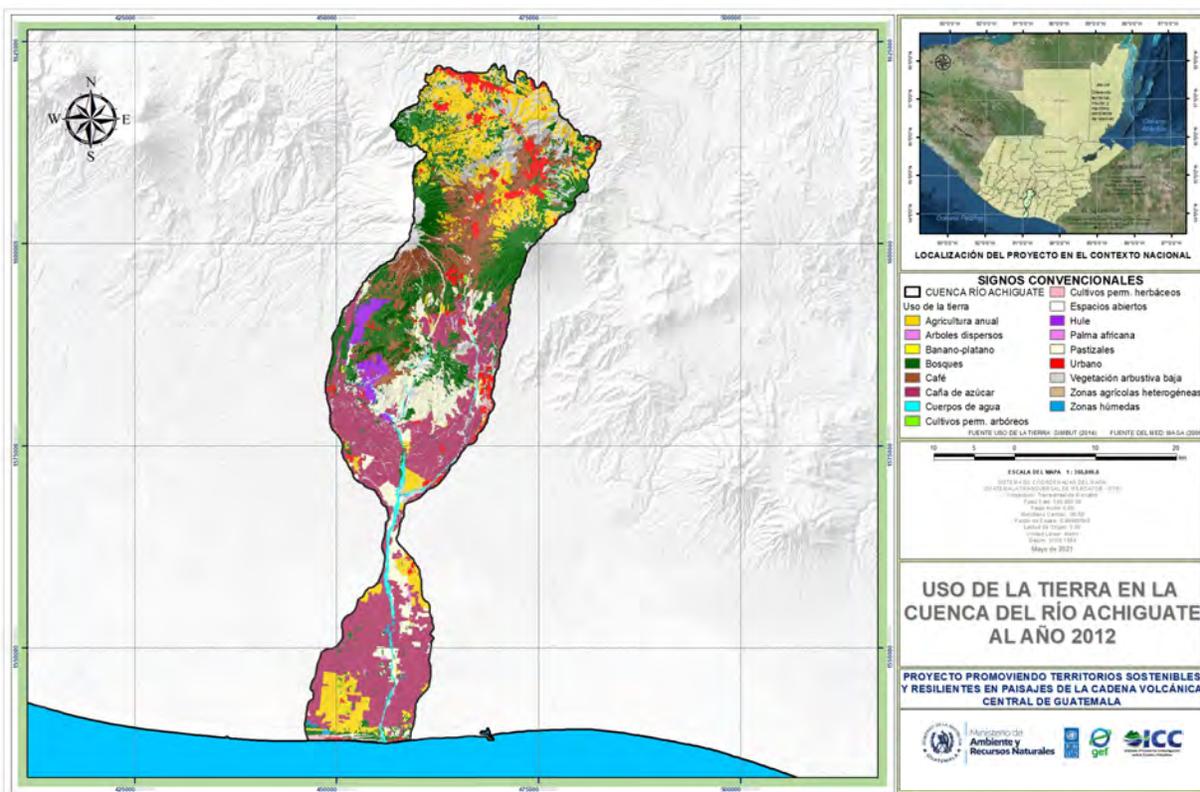


Figura 57. Uso y cobertura de la tierra para el año 2012 en la cuenca del río Achiguate

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

Con base en el reciente mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra para la República de Guatemala que elaboró la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (Digegr) del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) (2021), la caña de azúcar fue la categoría de mayor importancia por superficie ocupada (24.93 %) para el año 2020. Le sigue la cobertura de bosque, con un total de 17.83 %, el cual está repartido en: bosque latifoliado (10.74 %), bosque de coníferas (0.086 %), bosque mixto (6.81 %) y bosque de manglar (0.198 %). Seguidamente, se encuentra el cultivo de café (11.22 %) y los pastos, naturales y cultivados (8.86 %). El otro uso mayoritario es la vegetación arbustiva baja (guamil y/o matorral), con el 8.53 %. El resto de categorías que considera el mapa en mención se pueden consultar a continuación (Tabla 6 y Figura 58).

Tabla 6. Cobertura vegetal y uso de la tierra para el año 2020 en la cuenca del río Achiguate

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	2.44
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.81
1.1.3. Lotificaciones	0.08
1.2.5. Áreas turísticas, arqueológicas	0.00
1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	0.01
1.3.2. Escombreras, vertederos o rellenos sanitarios y plantas de tratamiento	0.01
1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	0.11
2.1.1. Granos básicos (maíz y frijol)	6.31
2.1.6. Pashte	0.12
2.3.1. Pasto cultivado	2.84
2.3.2. Pasto natural	6.02
2.4.3. Huerto	0.35
2.4.4. Vivero	0.01
3.1.1. Bosque latifoliado	10.74
3.1.2. Bosque de coníferas	0.09
3.1.3. Bosque mixto	6.81
3.1.4. Bosque de manglar	0.20
3.2.2. Árboles dispersos	0.47
3.3.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	8.53
3.4.1. Playas, dunas o arenales	0.13
3.4.2. Rocoso o lavas	1.66
3.4.3. Espacio con vegetación escasa (tierras desnudas y degradadas)	0.02
4.1.1. Pradera pantanosa	0.24
5.1.1. Río	1.38
5.1.2. Lago, laguna o laguneta	0.03
5.2.1. Estero	0.07
1.2.1.1. Agroindustria	0.41
1.2.1.2. Beneficios	0.06
1.2.1.5. Complejo industrial	0.03
1.2.2.1. Centro comercial	0.01
1.2.2.2. Hospital	0.01
1.2.2.4. Instalación educativa	0.02
1.2.2.6. Cementerio	0.04
1.2.2.8. Otros comercios y servicios	0.36

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
1.2.4.2. Pista de aterrizaje	0.02
2.1.3.2 Otras hortalizas (papa, cebolla, repollo, zanahoria, lechuga y otros)	4.61
2.2.1.1. Banano-plátano	1.61
2.2.1.3. Fresa	0.00
2.2.1.4. Flores y follajes	0.16
2.2.1.8. Papaya	0.07
2.2.2.1. Café	11.22
2.2.2.3. Mora	0.07
2.2.3.1. Palma de aceite	0.04
2.2.3.3. Coco	0.03
2.2.3.4. Frutales decíduos	0.02
2.2.3.5. Cacao	0.01
2.2.3.6. Hule	3.14
2.2.3.7. Aguacate	0.49
2.2.3.8. Mango	0.07
2.2.3.9. Cítricos	0.24
2.2.4.1. Caña de azúcar	24.93
3.2.1.1. Plantación de conífera	0.24
3.2.1.2. Plantación de latifoliada	1.64
2.2.3.11. Rambután	0.003

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

Acerca de la cobertura y dinámica forestal, según el último estudio realizado para la República de Guatemala a cargo del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019), la cobertura forestal al año 2016 en la cuenca hidrográfica del río Achiguate representaba el 20.12 % del total de su superficie. La dinámica forestal entre los años 2010 y 2016 representó una ganancia del 6.23 % y una pérdida de cobertura forestal del 5.14 % (Figura 59).

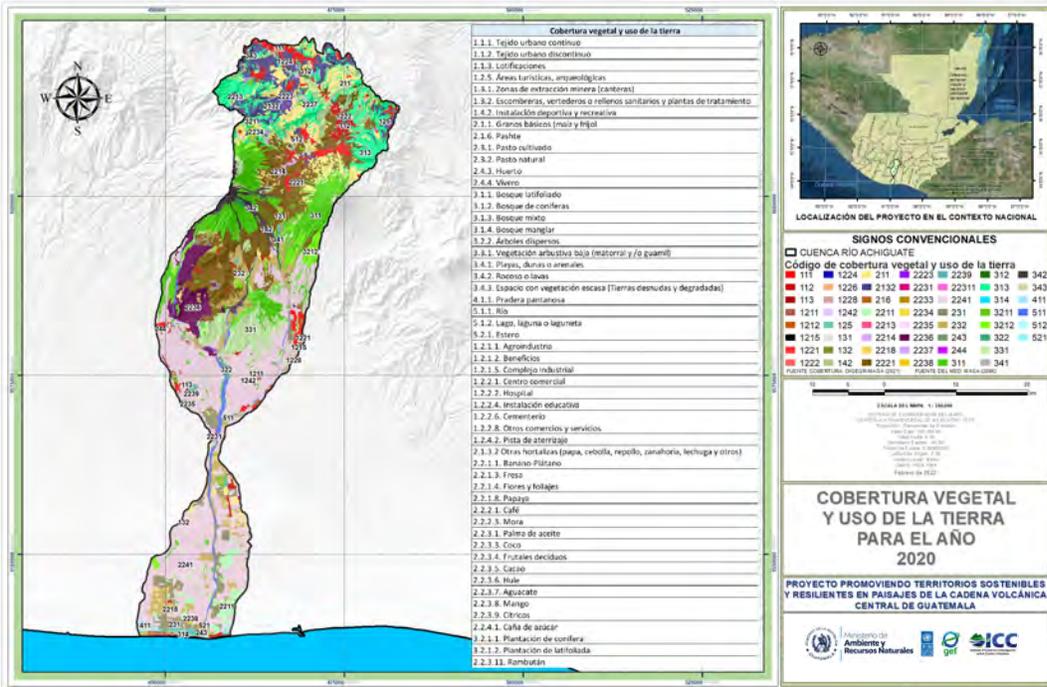


Figura 58. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate para el año 2020
 Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

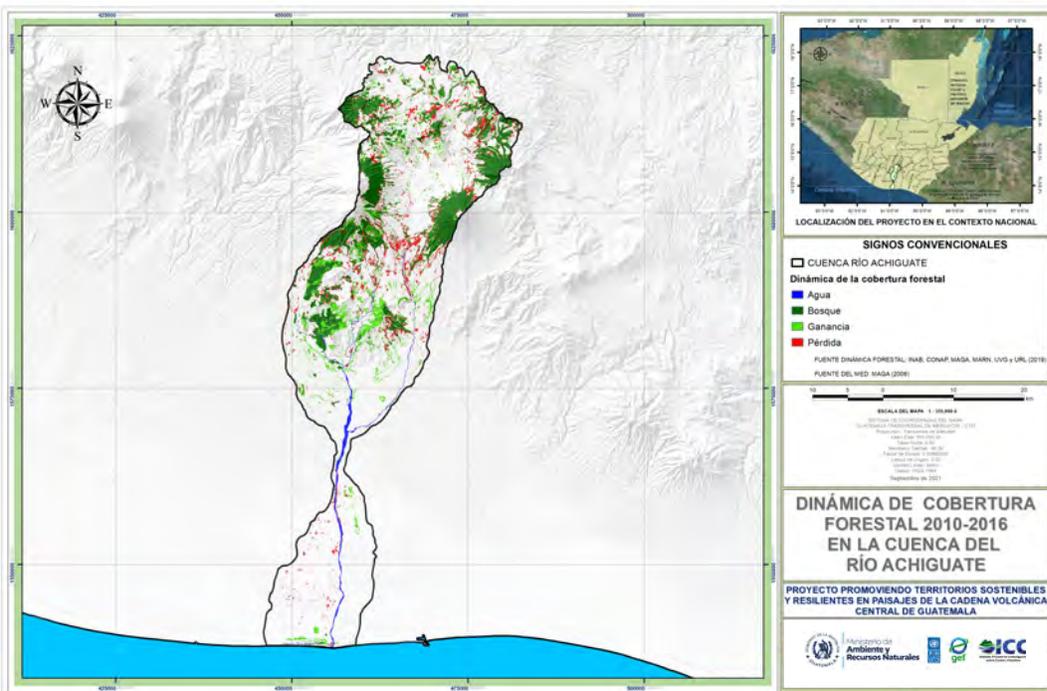


Figura 59. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Achiguate para el periodo 2010-2016
 Fuente: Instituto Nacional de Bosques et al. (2019).

13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

Con base en la metodología del Instituto Nacional de Bosques (2000) para la clasificación de tierras por capacidad de uso, la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2016) elaboró el mapa para la República de Guatemala. La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Achiguate corresponde a las categorías de agricultura con mejoras (25.58 %), agricultura sin limitaciones (25.24 %), tierras forestales de producción (16.7 %) y sistemas silvopastoriles (10.27 %). En menor proporción se encuentran las categorías de agroforestería con cultivos anuales (9.22 %), tierras forestales de protección (8.87 %) y agroforestería con cultivos permanentes (2.77 %) (Tabla 7 y Figura 60).

Es sobresaliente que más del 50 % de la cuenca presenta capacidad de uso de agricultura en sus dos modalidades, sin limitaciones y con mejoras. Las zonas de agricultura sin limitaciones obedecen, en gran medida, a que la pendiente es mayoritariamente inferior al 5 %, es decir, no existen restricciones de pendiente, a lo que se suma que no hay limitaciones en cuanto a profundidad y pedregosidad. En tanto, las áreas de agricultura con mejoras tienen alguna limitación en cuanto a pendiente, pedregosidad, profundidad y/o drenaje. Esta última variable, en combinación con la pendiente, favorece las inundaciones fluviales y pluviales que ocurren en la cuenca baja del río Achiguate. A continuación, se describen las categorías de capacidad de uso de la tierra con base en la metodología del Instituto Nacional de Bosques (2000).

Agricultura sin limitaciones (A): tiene aptitud para el desarrollo de cultivos agrícolas sin limitaciones de los factores de profundidad, pendiente, pedregosidad o drenaje. Se pueden desarrollar cultivos agrícolas en hileras con o sin asocio, de manera intensiva o extensivamente; dado que se requiere de la implementación de pocas prácticas intensivas de conservación de suelos.

Agricultura con mejoras (Am): presenta limitaciones moderadas para uso agrícola por alguno de los siguientes factores: pedregosidad, pendiente, drenaje o profundidad. En este sentido, es necesario realizar prácticas de conservación de los suelos y medidas de manejo agrícola según el tipo de cultivo establecido.

Agroforestería con cultivos anuales (Aa): presenta limitaciones de pendiente y profundidad efectiva del suelo, lo cual significa que permite el desarrollo de cultivos agrícolas en asocio con árboles y/o prácticas de conservación de suelos y técnicas de manejo del cultivo.

Sistemas silvopastoriles (Ss): tienen limitaciones permanentes o transitorias en cuanto a pedregosidad y/o drenaje, además de limitantes de pendiente, profundidad y/o drenaje interno. De esta manera, permiten el desarrollo de pasturas naturales o cultivadas con o sin asocio de especies arbóreas.

Agroforestería con cultivos permanentes (Ap): presenta limitaciones de profundidad y pendiente. Así, permite el desarrollo de cultivos permanentes en asocio con árboles en cualquier arreglo, que pueden ser especies frutales o forestales.

Tierras forestales para la producción (F): se caracterizan por la existencia de limitaciones para los usos agropecuarios, principalmente por pendiente o pedregosidad. El cambio de bosque a otro uso degradaría la capacidad productiva del suelo. En estas áreas se favorece la realización del manejo forestal sostenible, tanto de bosque nativo, como de plantaciones.

Tierras forestales de protección (Fp): presentan limitaciones de calificación severa en cualquiera de los factores de pendiente, pedregosidad, profundidad y drenaje; por lo cual su uso se propicia para actividades de conservación, protección y preservación de la biodiversidad, el ambiente natural y las fuentes de agua. En estas también se incluyen las zonas de inundación frecuente, como las áreas de cobertura de mangle.

Tabla 7. Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate

Símbolo	Categoría de capacidad de uso	Área (%)
A	Agricultura sin limitaciones	25.24
Am	Agricultura con mejoras	25.58
Aa	Agroforestería con cultivos anuales	9.22
Ss	Sistemas silvopastoriles	10.27
Ap	Agroforestería con cultivos permanentes	2.77
F	Tierras forestales de producción	16.70
Fp	Tierras forestales de protección	8.87
Ag	Agua	1.36

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

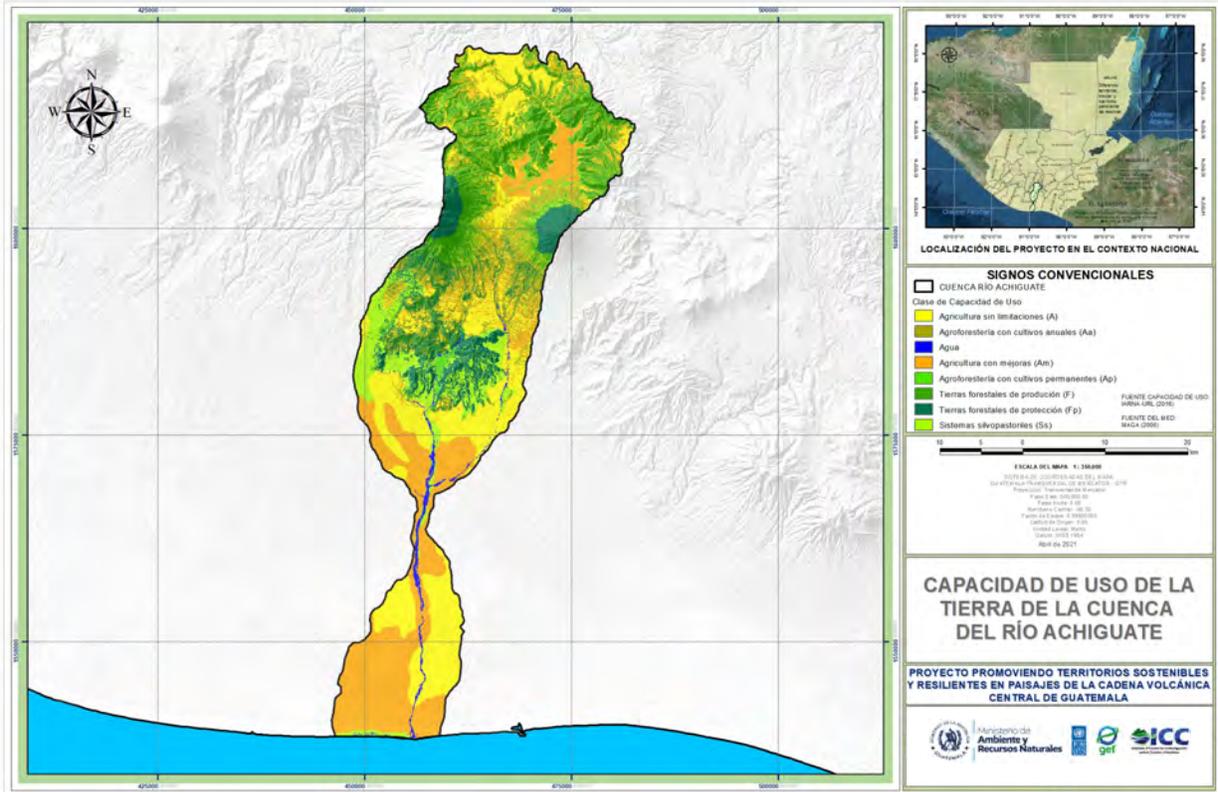


Figura 60. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate según la metodología del INAB

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

Utilizando como insumos el mapa de uso de la tierra elaborado por el Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014) y el de capacidad de uso de la tierra donde se aplicó la metodología del INAB, se publicó el mapa de intensidad de uso de la tierra para la República de Guatemala (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016 y 2019a). De acuerdo con este mapa, la cuenca del río Achiguate presenta ligeramente mayor superficie con sobreuso (44.3 %), en comparación con el uso adecuado (41.5 %). Adicionalmente, un 6.5 % se encuentra en subuso, 4.8 % con uso urbano y el resto de las categorías (agua, humedal y otros), representan el 1.4 %, 0.14 % y 1.4 % respectivamente (Figura 61).

Las categorías de intensidad o conflicto de uso son definidas con base en la discrepancia (subuso o sobreuso) o correspondencia (uso correcto) entre el uso actual y la capacidad de uso (Richters, 1995). Esto significa que cuando el uso actual es más intenso que la capacidad de uso se considera una situación de sobreuso de la tierra, y viceversa en el caso del subuso.

Según el mapa de intensidad, los usos en las áreas protegidas y en las zonas de recarga hidrológica alta y muy alta son adecuados, mientras que la ausencia de cobertura natural en dichas áreas corresponde a sobreuso (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019a; Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, 2019). Este mapa discretiza separadamente los usos urbano, humedal, agua y otro⁵ de las categorías de intensidad (uso adecuado, subuso y sobreuso).

⁵ Corresponde a zonas de las cuales no se cuenta con información en alguno de los mapas utilizados para la generación del mapa de intensidad de uso.

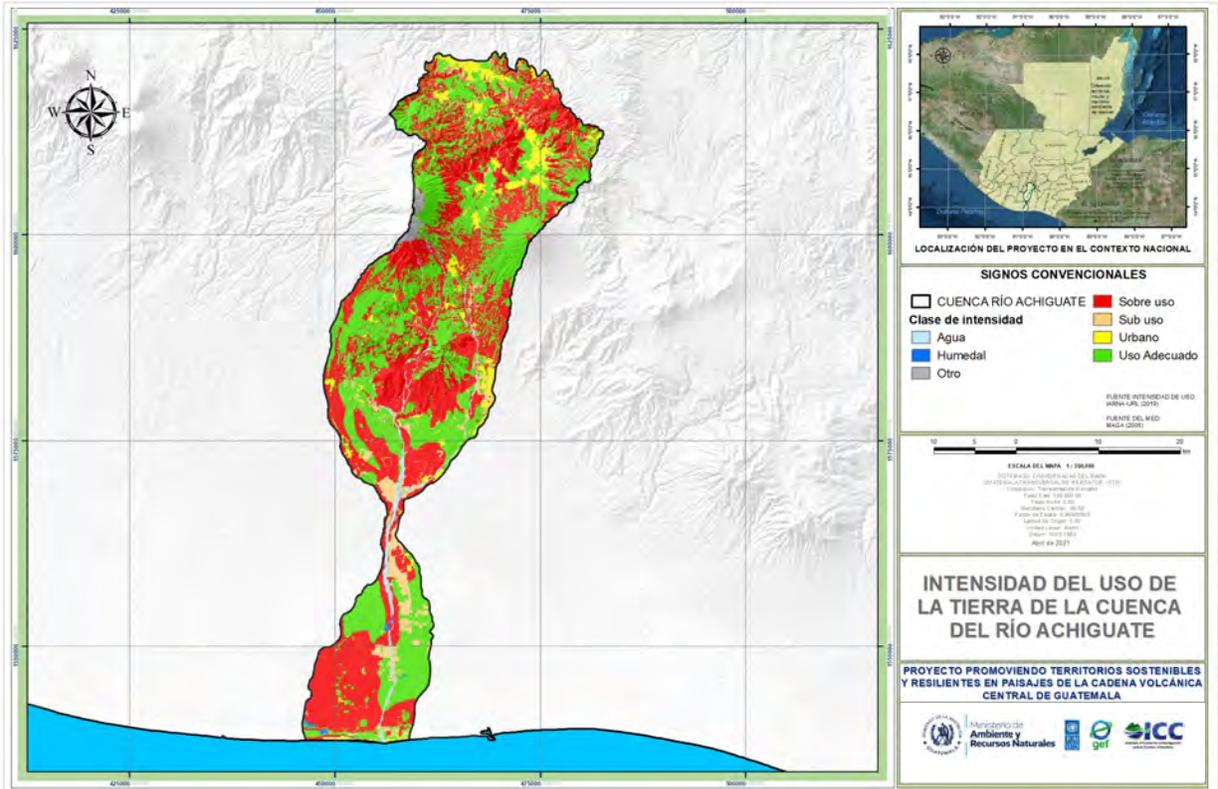


Figura 61. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Achiguate
 Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019a).

15 EROSIÓN HÍDRICA

Con base en la ecuación universal de pérdida del suelos (USLE, por sus siglas en inglés), el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a) estimó la erosión hídrica en la cuenca hidrográfica del río Achiguate. Como resultado, se obtuvo que la categoría de uso de la tierra de “espacios abiertos sin o poca vegetación” presenta la mayor tasa de erosión, con 8500 t/ha/año. Le siguen la vegetación arbustiva baja (guamil-matorral) con 2990 ton/ha/año y la agricultura anual con 1320 t/ha/año. En total, estas tres categorías son responsables del 80 % de la erosión estimada para esta cuenca.

Se estima que los cultivos permanentes arbóreos, el hule, el café, las zonas agrícolas heterogéneas, los árboles dispersos y zonas agrícolas heterogéneas, los pastizales, la palma africana y los cultivos permanentes herbáceos presentan tasas de erosión por superficie de entre 200 y 400 t/ha/año y, en total, contribuyen con el 9 % de la erosión en esta cuenca. Por otro lado, el bosque y el cultivo de caña de azúcar presentan tasas de 122 t/ha/año y 107 t/ha/año, respectivamente. A su vez, suman el 11 % de la erosión total en la cuenca. Finalmente, la tasa de erosión promedio anual por superficie en la cuenca hidrográfica del río Achiguate es igual a 578 t/ha/año.

En cuanto a las categorías de erosión hídrica según la metodología de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1980), el 34 % de la superficie de la cuenca tiene erosión alta (50-200 t/ha/año), el 27 % erosión muy alta (> 200 t/ha/año), un 21 % erosión ligera (< 10 t/ha/año) y el restante 19 % erosión moderada (10-50 t/ha/año) (Figura 62).

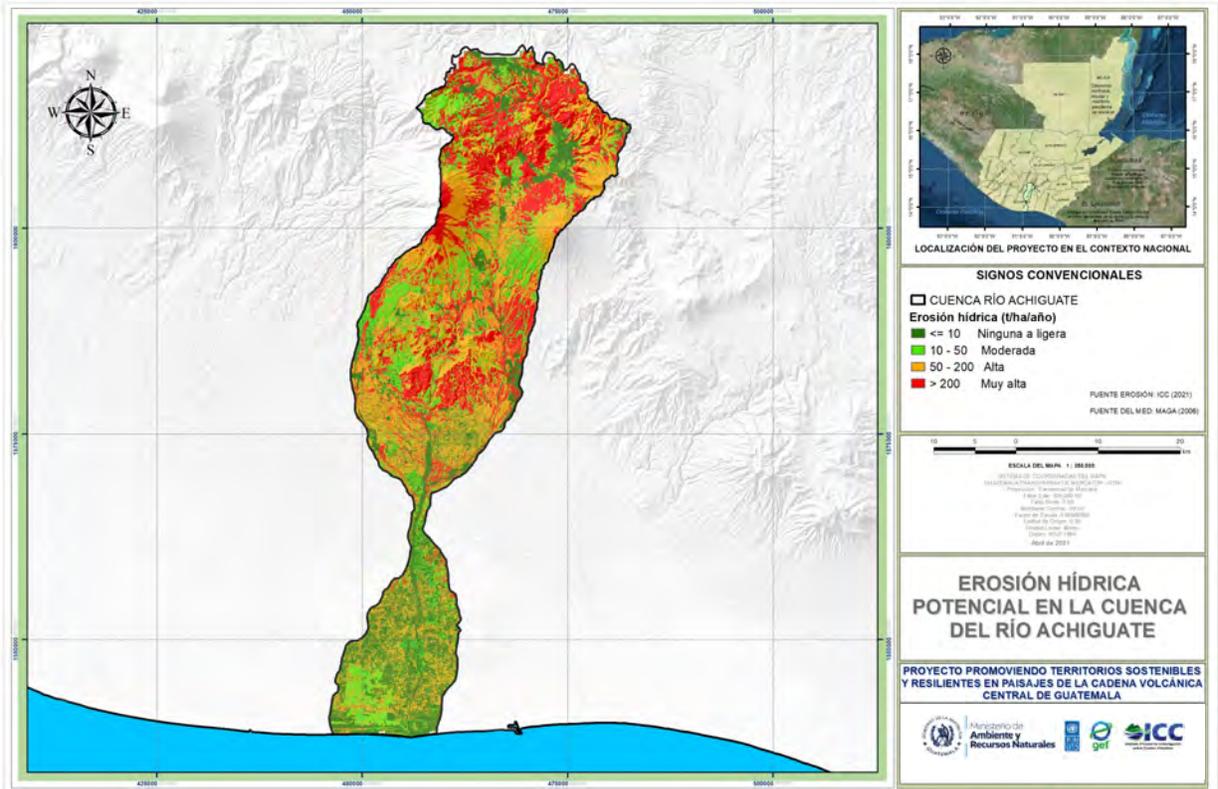


Figura 62. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a).

16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS

En cuanto a su importancia por la superficie ocupada, en la cuenca del río Achiguate predominan las zonas de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (26.3 %), bosque húmedo tropical (23.6 %) y bosque seco tropical (18.6 %). Existen otras cinco zonas de vida que, en conjunto, representan el 31.5 % (Tabla 8 y Figura 63). Estos datos se establecieron de acuerdo con el mapa de ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida, publicado por el Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2015).

La zona de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) tiene representación a nivel nacional en la región occidental, y valores medios de 2150 m s.n.m. de altitud, 1360 mm de precipitación pluvial anual y 15.48 °C de temperatura media; asimismo, el 67 % de precipitación pluvial se evapotranspira (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). En esta zona existe una diversidad de flora frecuente, como: *Abies guatemalensis*, *Pinus ayacahuite*, *P. hartwegii*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. montezumae*, *Quercus acatenangensis*, *Q. sapotaefolia*, *Q. brachystachys*, *Q. crispifolia*, *Prunus capuli*, *Cedrela pacayana* y *Juniperus standleyii* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque húmedo tropical (bh-T) tiene valores promedio de 182 m s.n.m. de altitud, 2199 mm de precipitación pluvial y 25.65 °C de temperatura; donde se evapotranspira el 69 % de la precipitación pluvial (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Entre sus especies de flora frecuentes se pueden mencionar las siguientes: *Acacia pennatula*, *Achimenes erecta*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Allophylus cominia*, *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera hotleii*, *Annona glabra*, *Aphelandra scabra*, *Aspidosperma cruentum*, *A. megalocarpon*, *A. stegomeris*, *Asterogyne martiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Astronium graveolens*, *Attalea cohune* y *Bactris mexicana* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

En tercer lugar de importancia, por la superficie ocupada, se encuentra el bosque seco tropical (bs-T), el cual se ubica en la parte más baja y zona de desembocadura de la cuenca del río Achiguate. Esta zona de vida presenta una altitud promedio de 196 m s.n.m., y su precipitación y temperatura media equivalen a 1407 mm y 25.7 °C, respectivamente. Existe una relación de evapotranspiración potencial y precipitación pluvial de 1.08, por lo que el sistema ecológico se caracteriza por tener déficit de agua (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). A continuación se listan algunas especies de flora frecuentes en esta zona de vida: *Caesalpinia vesicaria*, *Calophyllum brasiliense*, *Cameraria latifolia*,

Cedrela odorata, *Ceiba aesculifolia*, *C. pentandra*, *Cephalocereus maxoni*, *Chrysobalanus icaco*, *Cladium jamaicense*, *Clusia salvinii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia alliodora*, *C. curassavica*, *C. dodecandra* y *Crescentia cujete* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

Tabla 8. Distribución de las zonas de vida en la cuenca del río Achiguate por superficie ocupada

Zona de vida	Área (km ²)	Área (%)
Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)	325.8	26.3
Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)	128.4	10.4
Bosque húmedo tropical (bh-T)	292.3	23.6
Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)	18.5	1.5
Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)	97.3	7.9
Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	138.5	11.2
Bosque pluvial montano tropical (bp-MT)	5.9	0.5
Bosque seco tropical (bs-T)	229.8	18.6

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

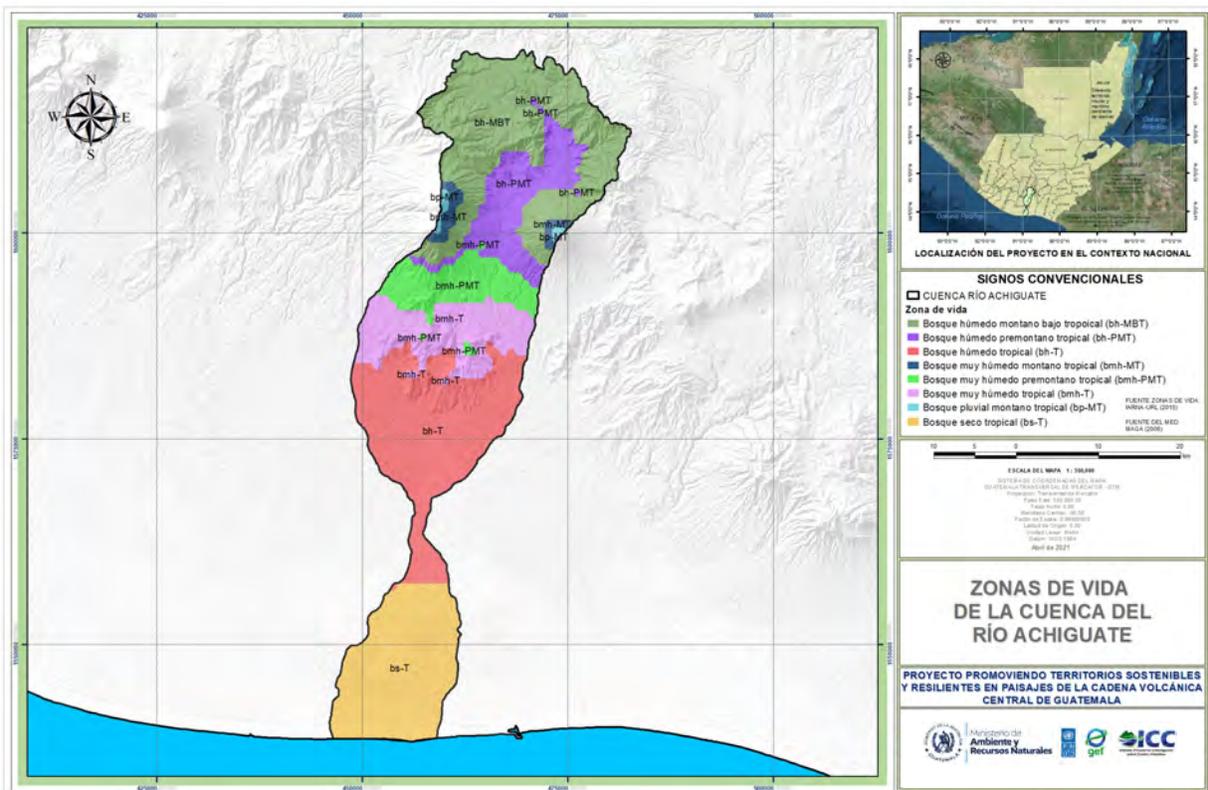


Figura 63. Ecosistemas de Guatemala con base en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge

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

17 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

En cuanto al tema de biodiversidad, se consultó la ocurrencia de observaciones de flora y fauna para el período 2010 a 2021 en el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021). En dicho período se reportaron 75 049 observaciones, donde el 99.4 % corresponde a fauna y 0.6 % a flora. En cuanto a la fauna, predominan las observaciones de avifauna (99 %) que representan un total de 407 especies y, en menor medida, la clase Insecta (0.8 %) con 134 especies y los mamíferos (0.1 %) con 17 especies. En el caso de la flora, la mayoría de las observaciones pertenecen a las clases Magnoliopsida (dicotiledóneas) con 123 especies (79.6 %), seguidas por Liliopsida (monocotiledóneas) con 32 especies (19.6 %) (Figura 64).

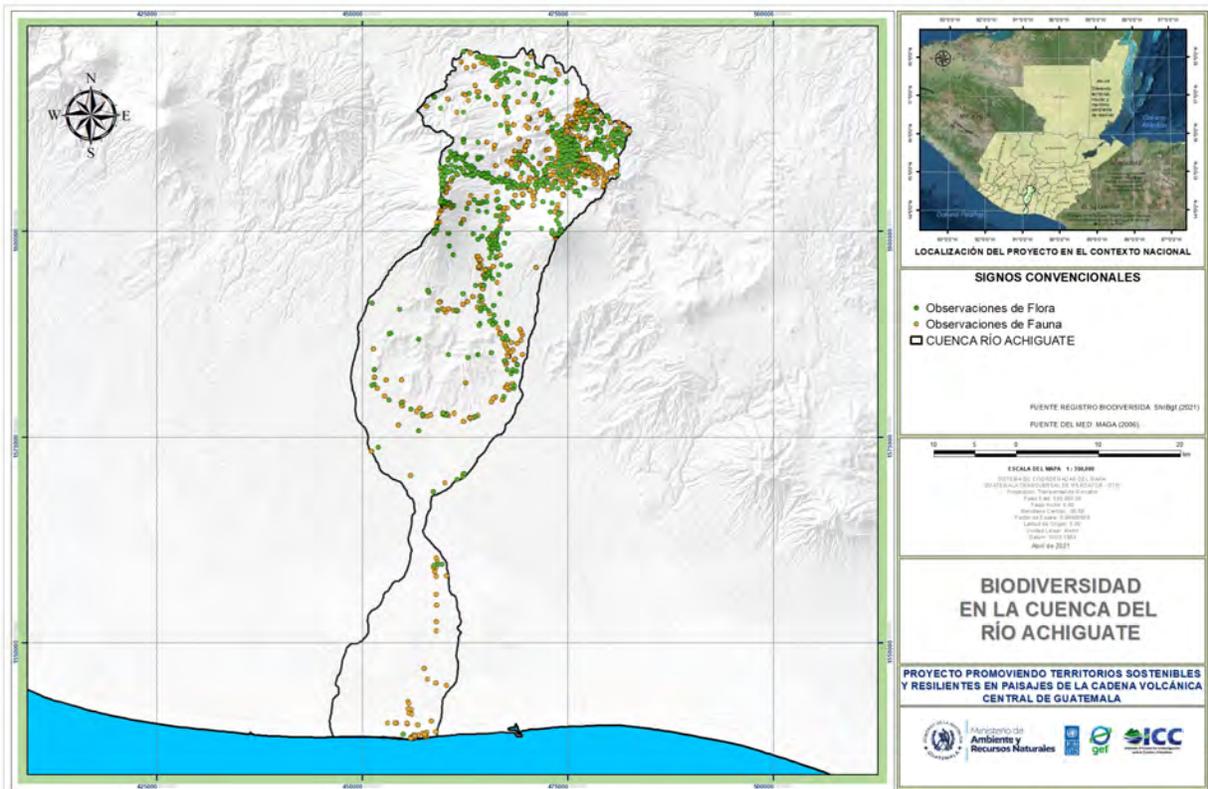


Figura 64. Registro de la biodiversidad de la cuenca del río Achiguate, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica

Fuente: elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021).

En cuanto al tema de áreas protegidas, en la cuenca del río Achiguate predomina la categoría de zona de veda definitiva, dada la presencia de los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango. En segundo lugar se encuentran las reservas naturales privadas y, por último, los parques regionales municipales

y los parques nacionales (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020) (Figura 65).

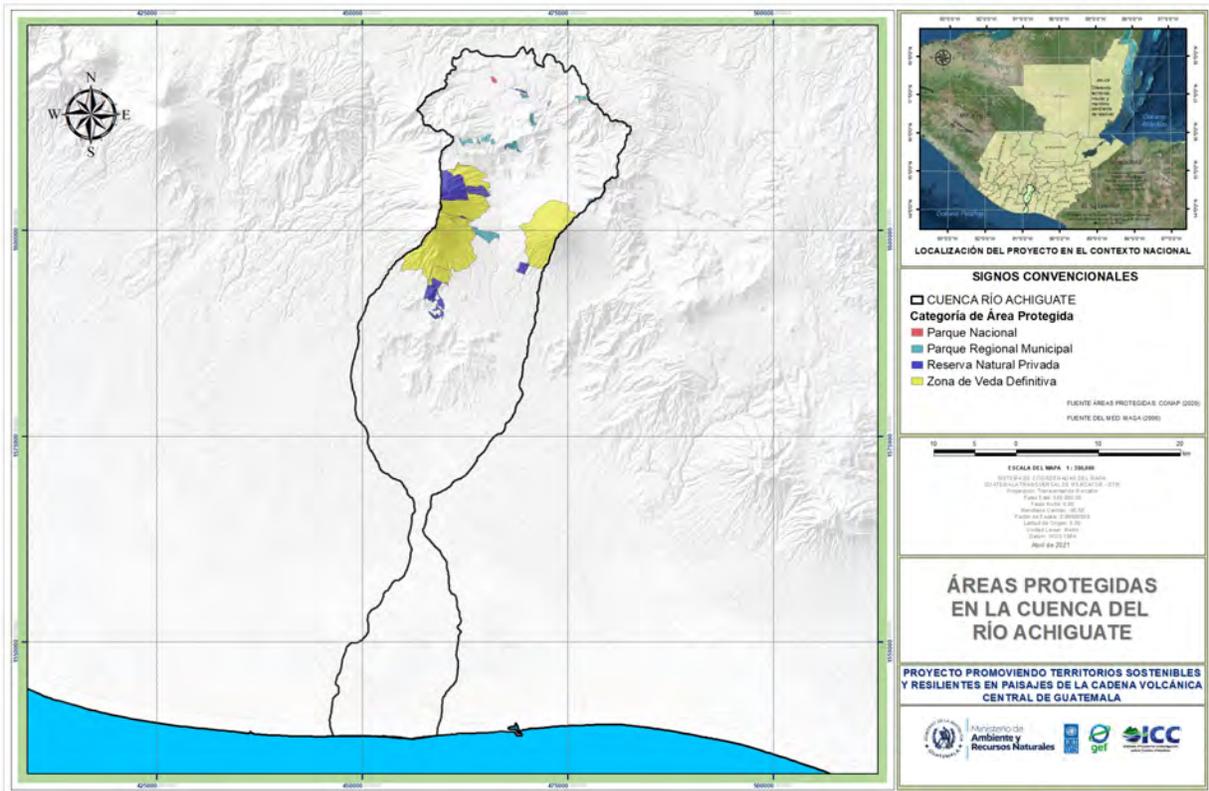


Figura 65. Áreas protegidas en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2020).

18 RIESGO

18.1 Deslizamientos

Con el paso de la tormenta tropical Agatha en mayo de 2010, el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe (Cathalac) y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) (2010) elaboraron un mapa que identificó las áreas con riesgo a deslizamientos. En estas áreas existen 59 poblados con riesgo a deslizamiento dentro de la cuenca del río Achiguate; donde el 66 % se encuentra en Sacatepéquez, el 29 % en Chimaltenango y 5 % en Escuintla (parte alta de los municipios de Siquinalá y Escuintla) (Figura 66).

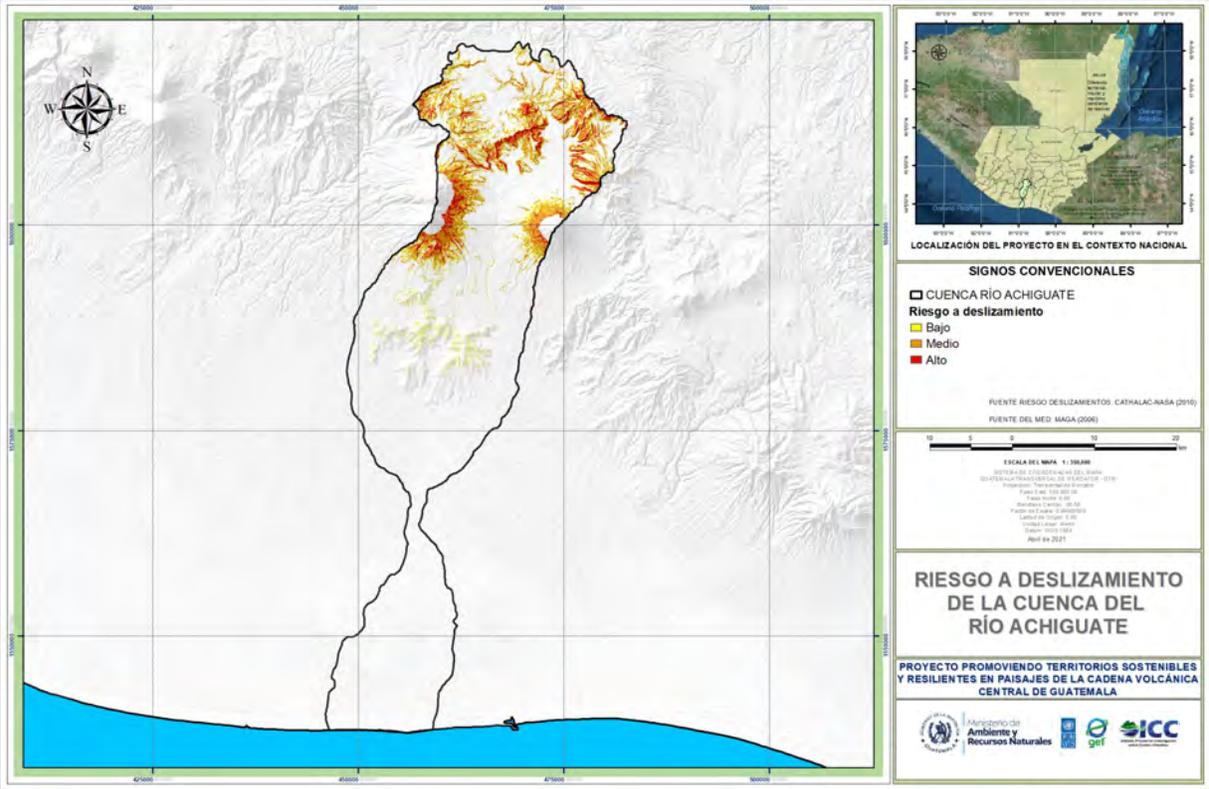


Figura 66. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010).

18.2 Inundaciones

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017) compiló, integró y validó información proveniente de diferentes estudios sobre inundaciones en la vertiente del Pacífico. Asimismo, para la cuenca del río

Achiguate se consideraron otros estudios. Según la Agencia de Cooperación Internacional del Japón *et al.* (2003), las zonas susceptibles a inundación en la cuenca del Achiguate corresponden a diferentes periodos de retorno (2, 10, 30 y 50 años), las cuales se presenta en la Figura 67. La mayoría de estas zonas se ubican en el departamento de Escuintla (municipios de Masagua, Escuintla, San José, La Democracia y Escuintla) y Sacatepéquez (municipios de La Antigua Guatemala, San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja, Jocotenango y Pastores).

Estos municipios de ambos departamentos tienen correspondencia espacial con paisajes de abanicos aluviales (tanto el de Antigua Guatemala y el de los ríos Coyolate, Acomé y Achiguate) y con una porción de la zona de marismas del litoral. Adicionalmente, el mapeo por percepción comunitaria muestra áreas de inundación en el Puerto de San José de hasta 1 m de altura (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012b) (Figura 67).

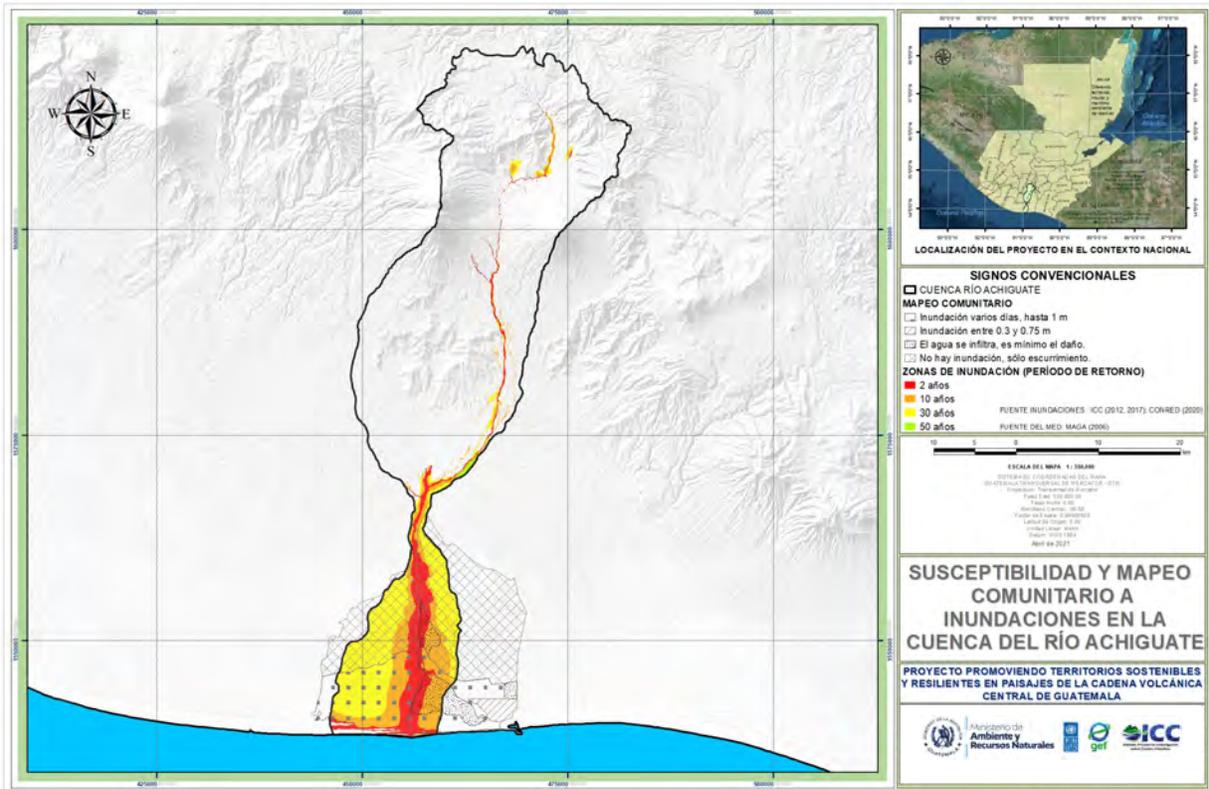


Figura 67. Susceptibilidad a inundaciones en la Cuenca del río Achiguate
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017); Agencia de Cooperación Internacional del Japón *et al.* (2003)

De igual forma, el mapa de amenaza por inundación elaborado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015), muestra que los municipios de Sacatepéquez y Escuintla mencionados previamente son lo

que presentan mayores zonas con amenaza a inundaciones en cualquiera de sus categorías (baja, media, alta o muy alta). Este mapa también muestra que la mayor extensión territorial de la subcuenca del río Pensativo con amenaza a inundaciones es La Antigua Guatemala (Figura 68).

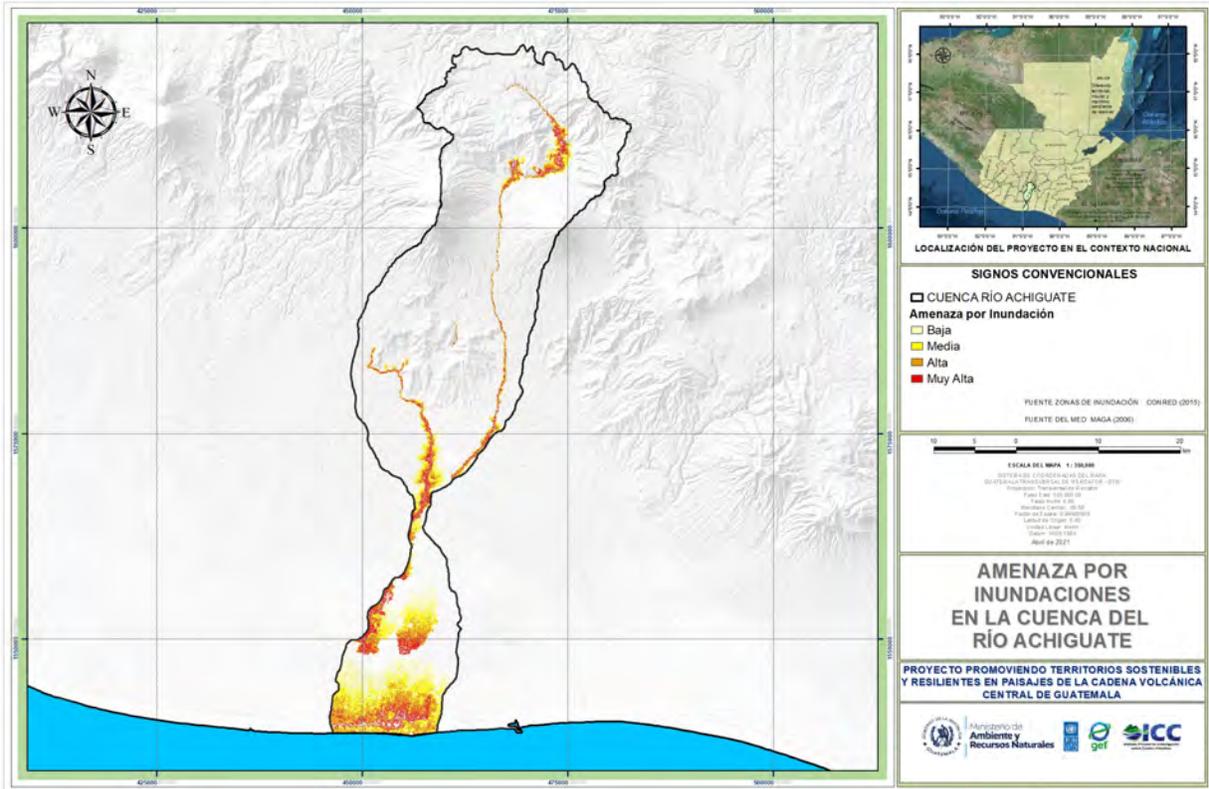


Figura 68. Amenaza por inundación en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015).

El último y más actual mapa de zonas susceptibles a inundación realizado mediante la modelación hidráulica en dos dimensiones, reveló que los sedimentos producidos por la actividad del volcán de Fuego del año 2018, que fueron transportados aguas abajo durante la época lluviosa de este año, ocasionaron mayores áreas vulnerables a inundación en comparación con las que ocurrieron al final de la época lluviosa del 2019. Esto se evidenció al comparar la modelación hidráulica previo y posterior a la temporada lluviosa del 2019 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020b).

Lo anterior se debe principalmente a que los cauces tuvieron mayor aporte de sedimentos, reduciendo su tirante hidráulico, lo que provocó que el agua desbordada incrementara su cobertura en la llanura de inundación. Por el contrario, durante la época lluviosa se incrementó el potencial de las corrientes a transportar sedimentos y, con ello, aumentó el tirante hidráulico o la profundidad del flujo en el cauce del río.

Las zonas susceptibles a inundación previo al inicio de la época lluviosa para los periodos de retorno de 10, 25 y 50 años representan el 7.9 %, 11.5 % y 13.0 %, respectivamente, de la superficie de la cuenca del río Achiguate. En el escenario previo al inicio de la temporada lluviosa (marzo) la población expuesta es de 3943 personas, distribuidas en los municipios de Masagua, La Democracia, La Gomera y San José del departamento de Escuintla (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020b) (Figura 69).

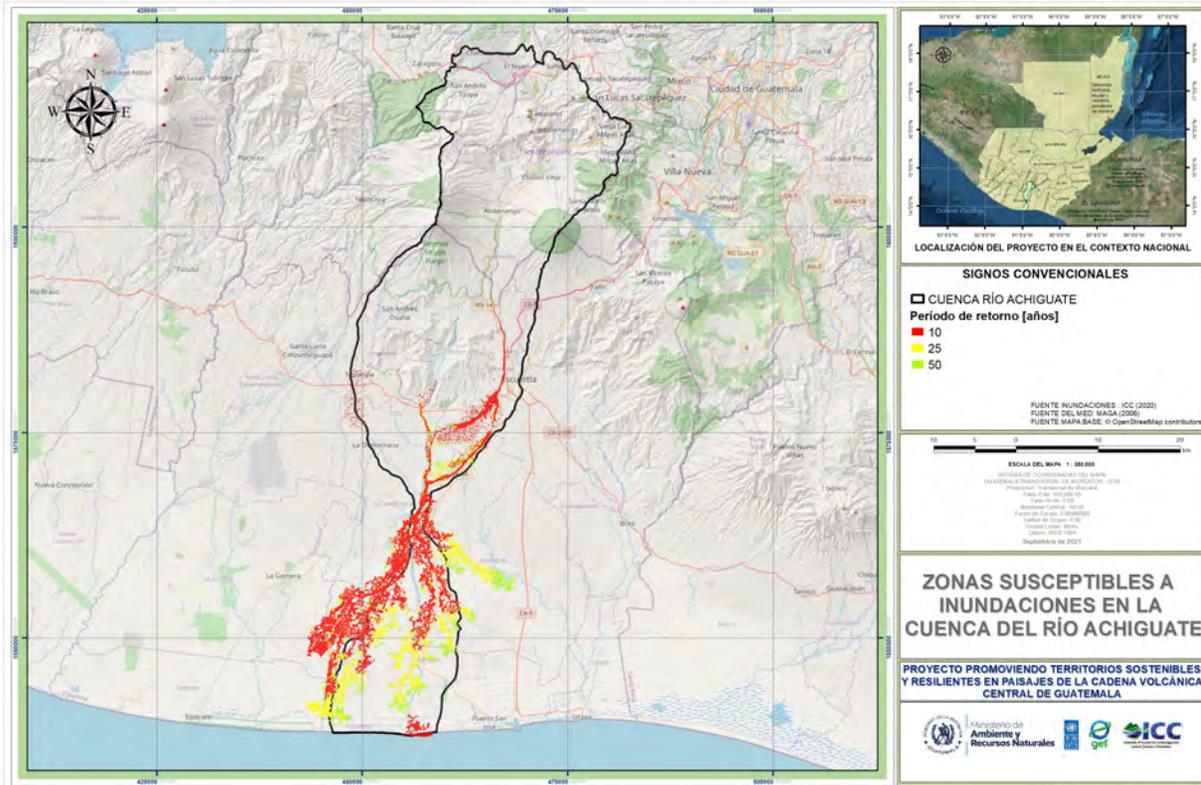


Figura 69. Zonas susceptibles a inundación previo a la temporada de precipitación pluvial (marzo) mediante modelación hidráulica en dos dimensiones

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

Según el registro del Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (Sismicede) de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020), en la cuenca del río Achiguate se atendieron más de 150 casos de inundación entre los años 2008 y 2020, de los cuales el 29 % se reportó en el municipio de San José, el 16 % en Masagua, el 10 % en Escuintla y el 8 % en Antigua Guatemala.

18.3 Amenazas volcánicas

Por su ubicación, la cuenca del río Achiguate está altamente expuesta a amenazas volcánicas producto de la actividad de uno de los volcanes con

mayor actividad en la región Centroamericana: el volcán de Fuego, que ha mantenido un historial de fuertes erupciones desde aproximadamente 1524, con lo cual ha aportado materiales como flujos piroclásticos, lava y ceniza; y ha producido más de 60 erupciones con magnitudes del índice de explosividad volcánica (IEV) iguales o mayores a 2 (Smithsonian Institution Global Volcanism Program, 2021).

En la historia reciente o ciclo eruptivo actual (desde 1999) de este volcán, la erupción del 3 de junio de 2018 fue identificada como una de las más poderosas con base en el índice de explosividad volcánica (IEV) aunque, debido a sus características, se podría considerar de una magnitud igual o superior a 3 (Ferrés & Escobar Wolf, 2018). En ese sentido, se elaboró una cartografía sobre amenazas volcánicas, que se presenta en las siguientes secciones relativas a los lahares y flujos piroclásticos.

Los departamentos más afectados por esta erupción fueron Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla (que ocupan superficie dentro de la cuenca Achiguate), donde los daños no fueron homogéneos, pero un aproximado de 477 000 personas fueron damnificadas. Los municipios más afectados fueron Palín, Siquinalá, Escuintla y Santa Lucía Cotzumalguapa en Escuintla; Alotenango en Sacatepéquez y Yepocapa en Chimaltenango (Banco Mundial *et al.*, 2018).

Existen evidencias de que el volcán inició un nuevo régimen eruptivo desde el 2015, pues han incrementado las erupciones de tipo paroxísmicas⁶ y la secuencia de los siguientes eventos: i) aumento de la actividad explosiva y efusión de coladas de lava, ii) erupción intensa de entre 24 a 48 horas de duración, con explosiones intensas que producen columnas sostenidas y flujos piroclásticos y iii) finalización de la actividad explosiva (Naismith *et al.*, 2019).

18.4 Lahares

Derivado de la erupción del volcán de Fuego ocurrida el 3 de junio de 2018, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018b), elaboró el mapa de amenaza por lahares bajo un escenario de precipitación pluvial intensa, que indica que la cuenca del río Achiguate presenta zonas de amenaza baja, moderada y alta por este tipo de flujo en las barrancas Las Lajas y El Jute, y los ríos Ceniza y Trinidad; además de la zona adyacente al cráter del volcán. Derivado de este flujo, el cauce de estos incrementa la carga de sedimentos transportados (Figura 70). En el caso del

⁶ Paroxísmica: fase de erupción que es de carácter violenta, y es la más violenta de la actividad eruptiva.

río Ceniza, la modelación de lahares realizada por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a), muestra que su microcuenca presenta amenaza a lahares en más del 50 % de su superficie (Figura 71).

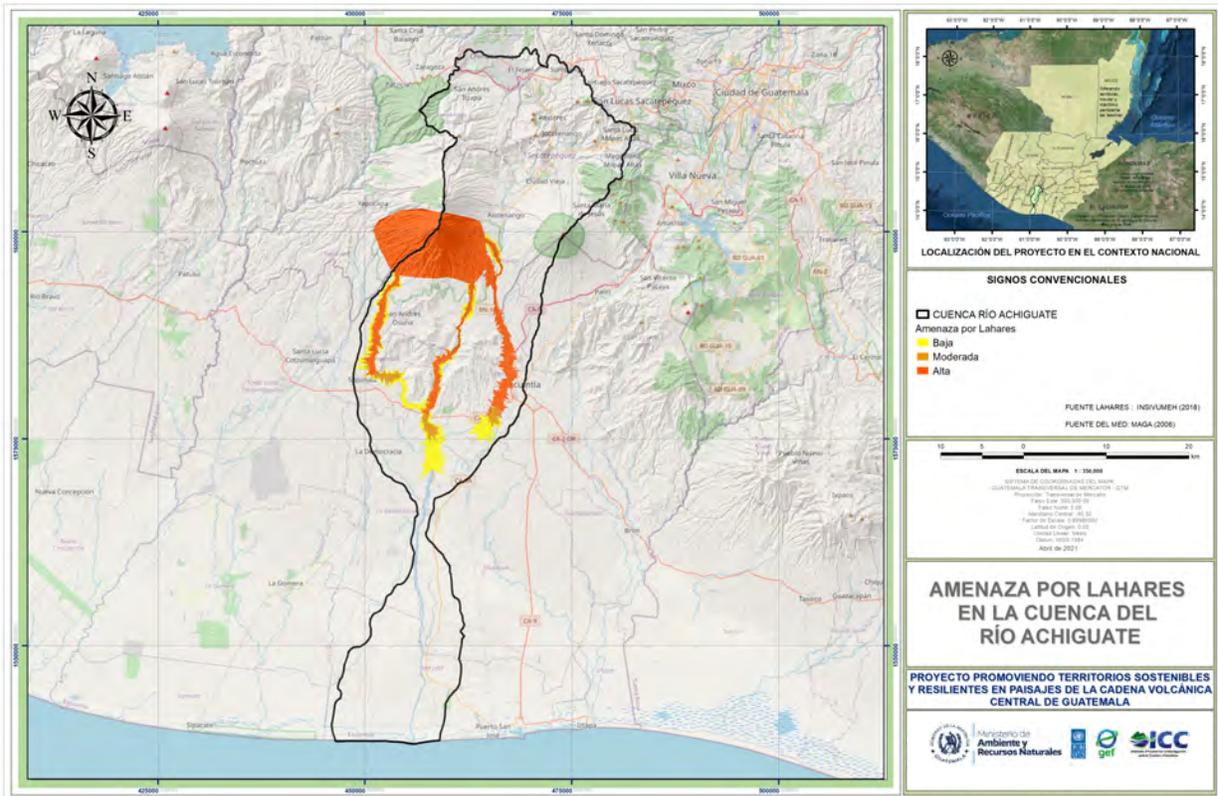


Figura 70. Amenaza por lahares derivado de la erupción del volcán de Fuego en junio de 2018

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018b).

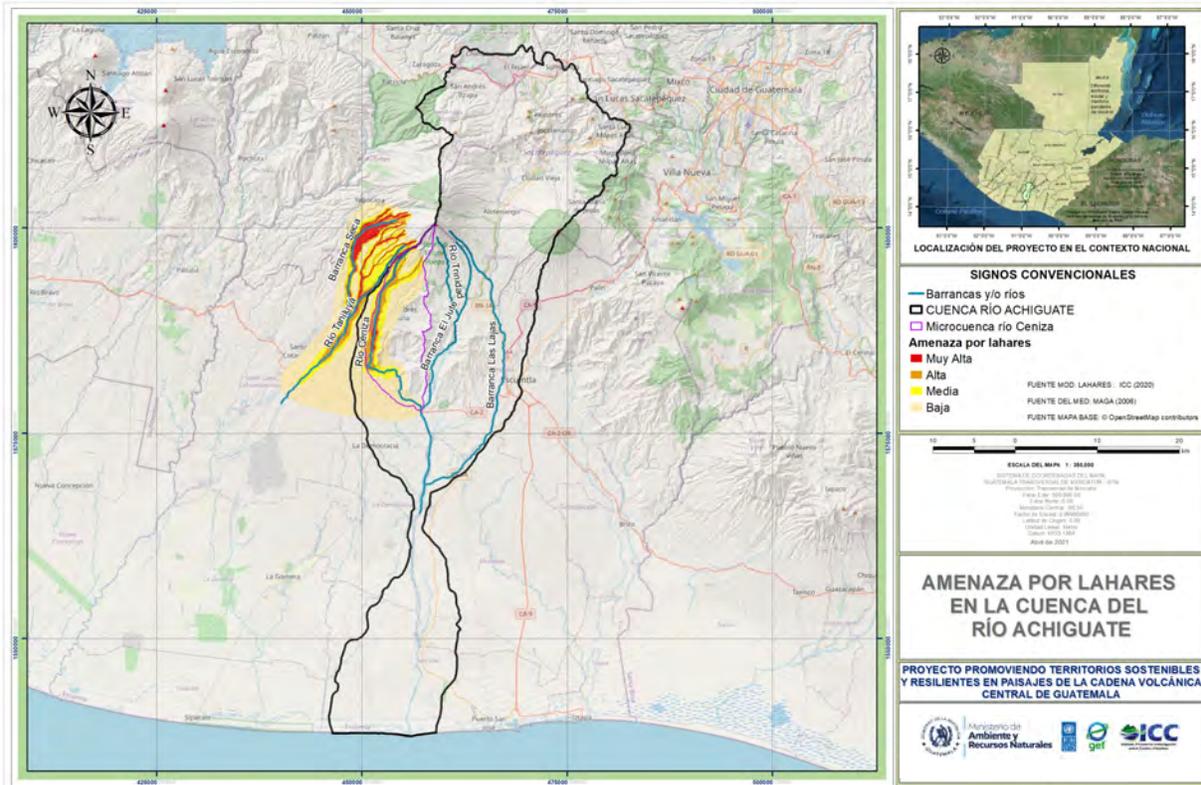


Figura 71. Modelación de lahares del volcán de Fuego
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a).

18.5 Flujos piroclásticos

Del mismo evento de erupción del volcán de Fuego del 3 de junio del 2018, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018a) también elaboró el mapa de amenaza por flujos piroclásticos, en el cual se observa que la cuenca del río Achiguate está amenazada por flujos piroclásticos en las zonas adyacentes al cráter y el cono del volcán de Fuego. Específicamente, dentro de la superficie de la cuenca del río Achiguate de los municipios de Escuintla y Siquinalá del departamento de Escuintla, y Alotenango del departamento de Sacatepéquez (Figura 72).

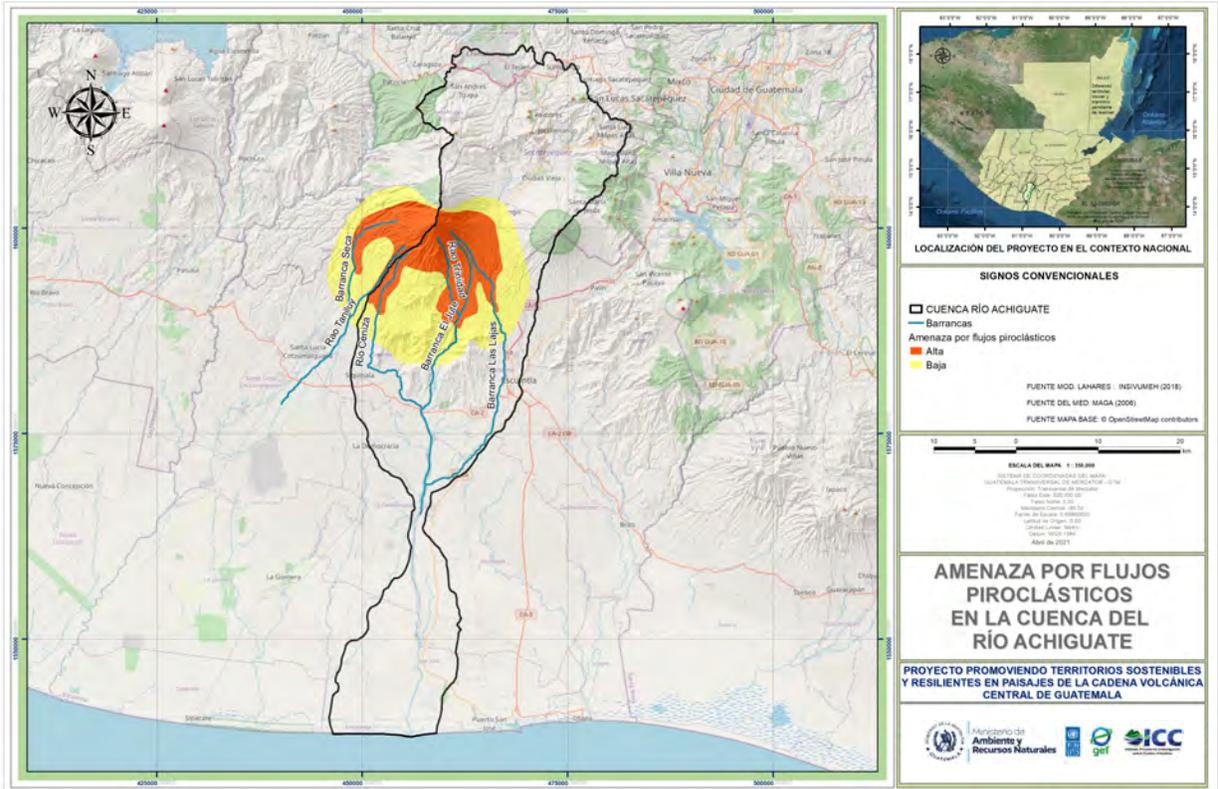


Figura 72. Amenaza por flujos piroclásticos en la cuenca del río Achiguate
 Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018a).

18.6 Sequía

De acuerdo con el mapa de amenaza por sequía del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015), el 45 % de la extensión territorial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate tiene amenaza muy baja a sequía, el 24 % amenaza media-baja, el 15 % amenaza baja y el restante 16 % corresponde a las categorías alta y media (Figura 73).

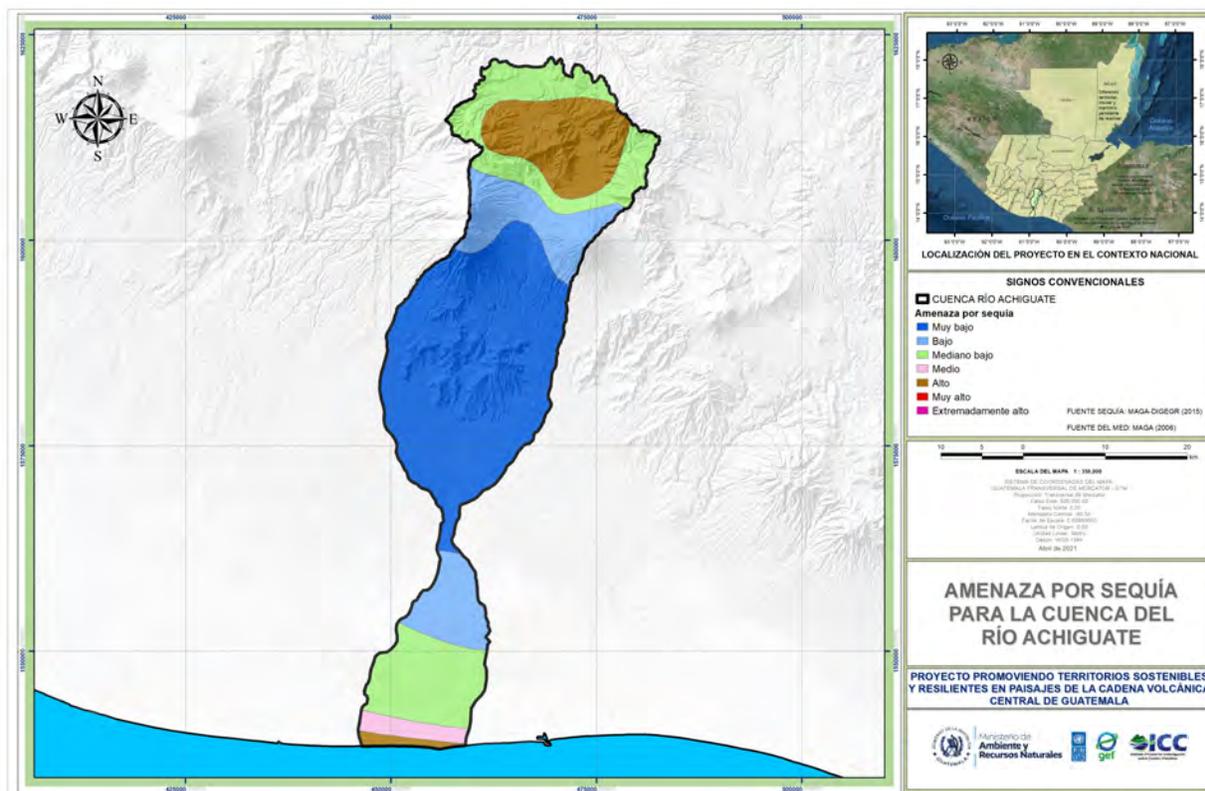


Figura 73. Amenaza por sequía en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015).

18.7 Vulnerabilidad sistémica

El análisis de vulnerabilidad sistémica integra cuatro dimensiones o subsistemas del sistema socioecológico (natural, social, económico e institucional) (Gallopín, 2006). Para cada una de estas se establecen indicadores y categorías que, en conjunto, definen la vulnerabilidad de un sistema (Pérez y Gálvez, 2020). El mapa de vulnerabilidad sistémica de Guatemala muestra que el 48 % de la superficie de la cuenca Achiguate presenta vulnerabilidad sistémica baja, el 39 % media, el 10 % muy baja y el 3 % alta (Figura 74). Los subsistemas que tienen mayor peso en la vulnerabilidad sistémica a nivel nacional son el institucional y el económico (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019c).

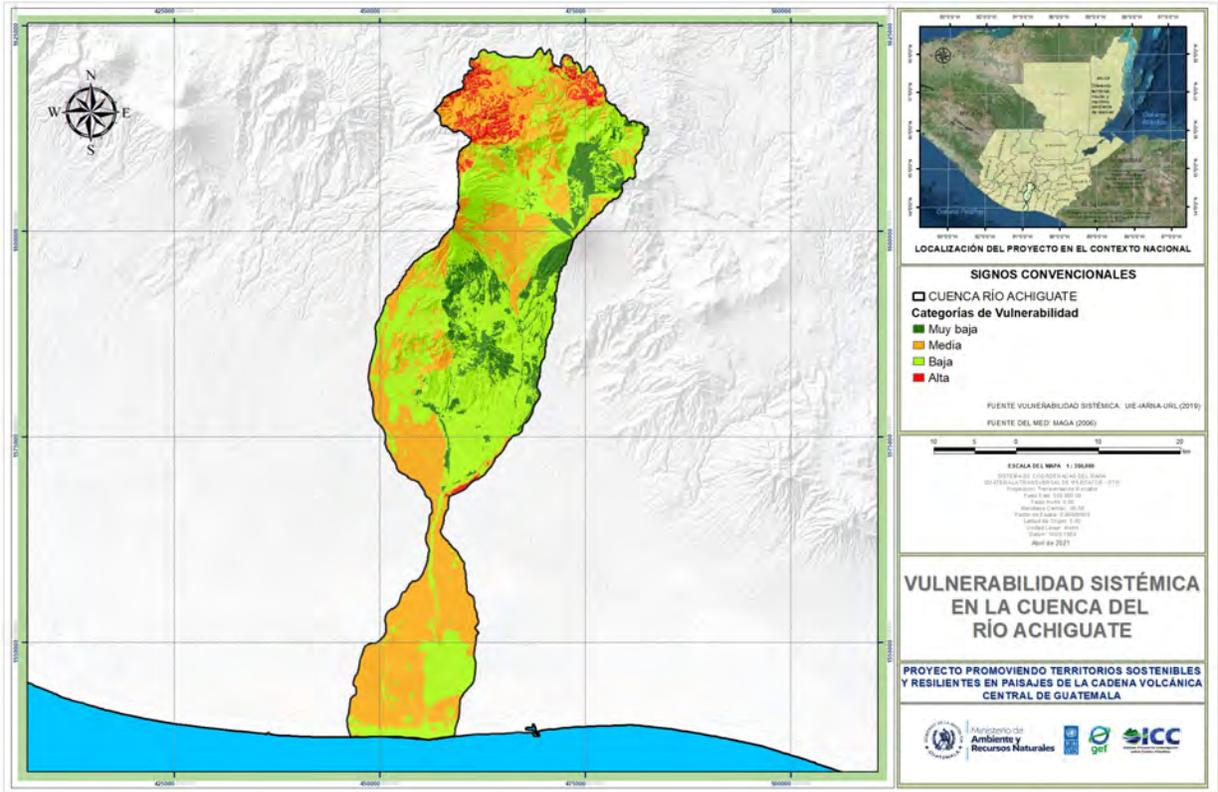


Figura 74. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Achiguate

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

18.8 Amenazas climáticas

Según el mapa de amenazas climáticas por categoría, la mayor parte de la extensión territorial de la cuenca del río Achiguate se encuentra dentro de la categoría alta (51 %, que se caracteriza por la ocurrencia de inundaciones, deslizamientos o sequías), seguida por baja o nula (38 %, donde no existe ningún tipo de amenaza), muy alta (7 %, donde existe presencia de dos o más amenazas) y media (3 %, por heladas) (Figura 75) (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019b; Pérez y Gálvez, 2020).

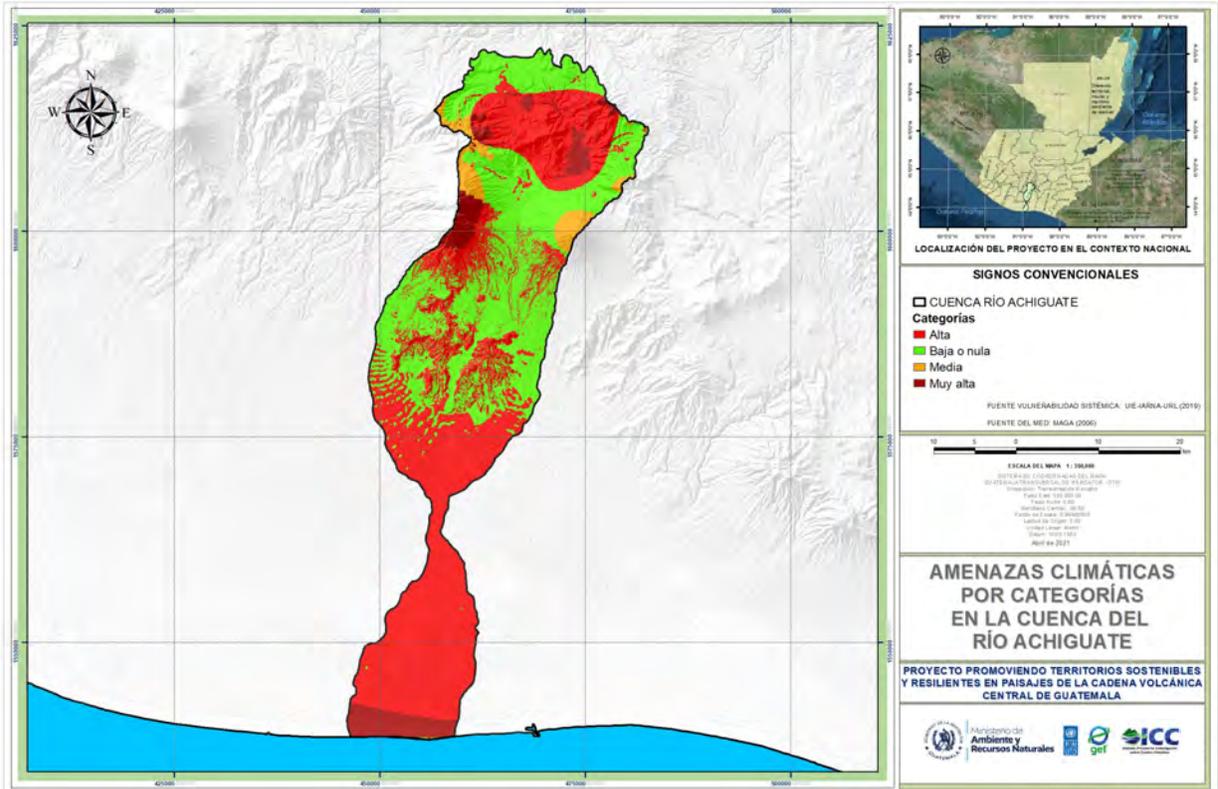


Figura 75. Amenazas climáticas por categoría en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019b).

18.9 Riesgo a amenazas climáticas

Con base en la vulnerabilidad sistémica y las categorías de amenazas (inundaciones, deslizamientos, sequías y heladas) se elaboró el mapa de riesgo a amenazas climáticas (Pérez y Gálvez, 2020). La mayoría de la extensión territorial de la cuenca del río Achiguate presenta riesgo bajo (39 %), seguido de riesgo alto (30 %) y riesgo medio (27 %). Extensiones de menor tamaño de la cuenca presentan riesgo muy bajo (4.57 %) y muy alto (0.34 %) (Figura 76). La categoría de riesgo alto está definida por la ocurrencia de cualquier amenaza y la existencia de vulnerabilidad sistémica media, alta o muy alta.

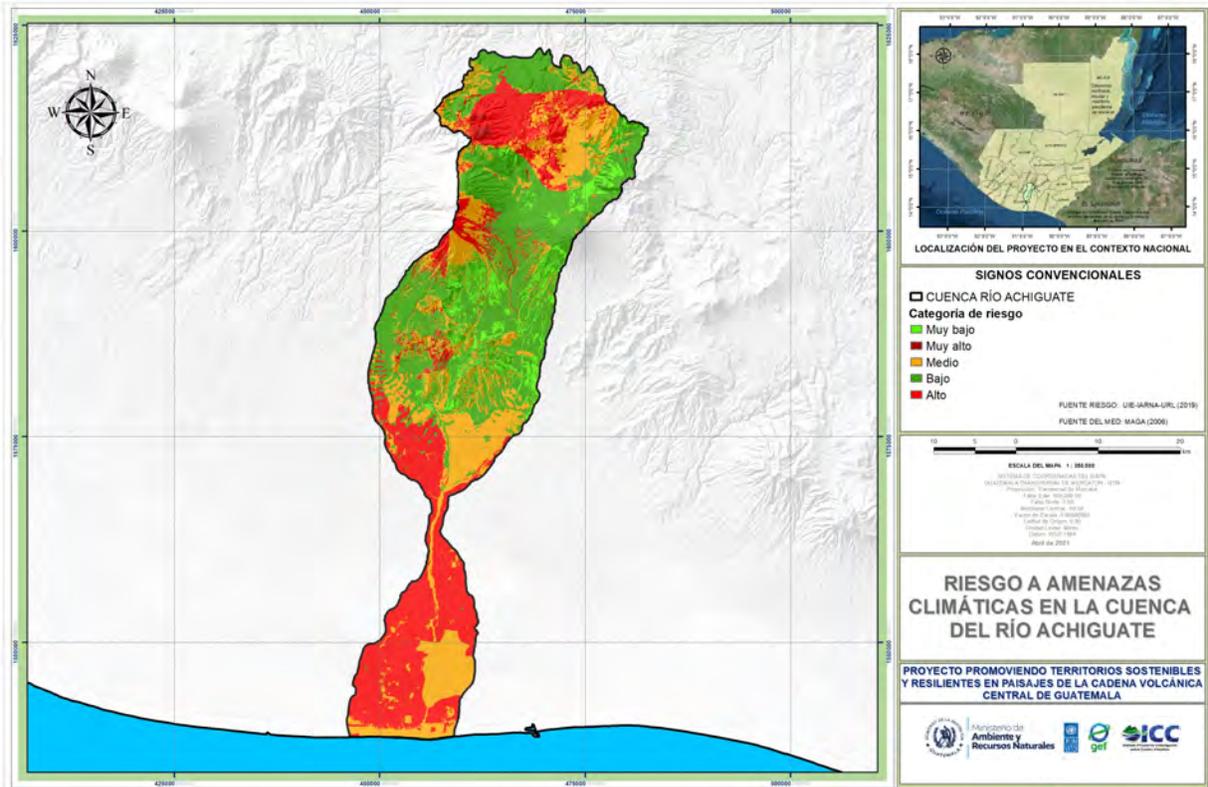


Figura 76. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Achiguate

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

Según el registro del Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (Sismicede) de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020), en la cuenca del río Achiguate se atendieron 737 incidentes entre los años 2008 y 2020 de las siguientes categorías: fuertes vientos, bajas temperaturas, sismos, lahares, inundaciones, incendios forestales, deslizamientos, derrumbes y actividad volcánica.

De los anteriores, los de mayor ocurrencia fueron las inundaciones (21 %), la actividad volcánica (19 %), los incendios forestales (15 %) y las bajas temperaturas asociadas a los frentes fríos (9 %). Las inundaciones ocurrieron en su mayoría en los municipios de Escuintla; la actividad volcánica en los municipios de Alotenango, Escuintla y Siquinalá; y los incendios forestales y las bajas temperaturas en la parte alta de la cuenca (Sacatepéquez y Chimaltenango).

18.10 Riesgo a desastres

El índice para la gestión del riesgo (Inform, por sus siglas en inglés) mide el riesgo humano en tres dimensiones: peligro y exposición, vulnerabilidad y falta de capacidad de respuesta; y se representa a través de 29 indicadores

agrupados en seis categorías (natural, humano, socioeconómico, grupos vulnerables, institucional e infraestructura) y diferentes componentes (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, *et al.*, 2018). Se basa en el marco metodológico de las Naciones Unidas y la Unión Europea (De Groeve *et al.*, 2014). En Guatemala, este índice se calculó a escala de municipio.

En la cuenca hidrográfica del río Achiguate la dimensión de peligro y exposición presenta un índice promedio igual a 5.6, lo que le confiere una categoría media de peligro y exposición a desastres. El 31.0 % de municipios (9) presenta riesgo muy alto, 20.7 % (6) riesgo muy bajo, 17.2 % (5) riesgo bajo, 17.2 % (5) riesgo alto y 13.8 % (4) riesgo medio. En general, los municipios con mayor peligro y exposición se encuentran en la parte baja de la cuenca (a partir de los conos volcánicos de Fuego, Acatenango y Agua) (Figura 77). Los indicadores para esta dimensión son: desastres geodinámicos y geofísicos, desastres hidrometeorológicos, deforestación, personas afectadas por violencia y tasa de mortalidad.

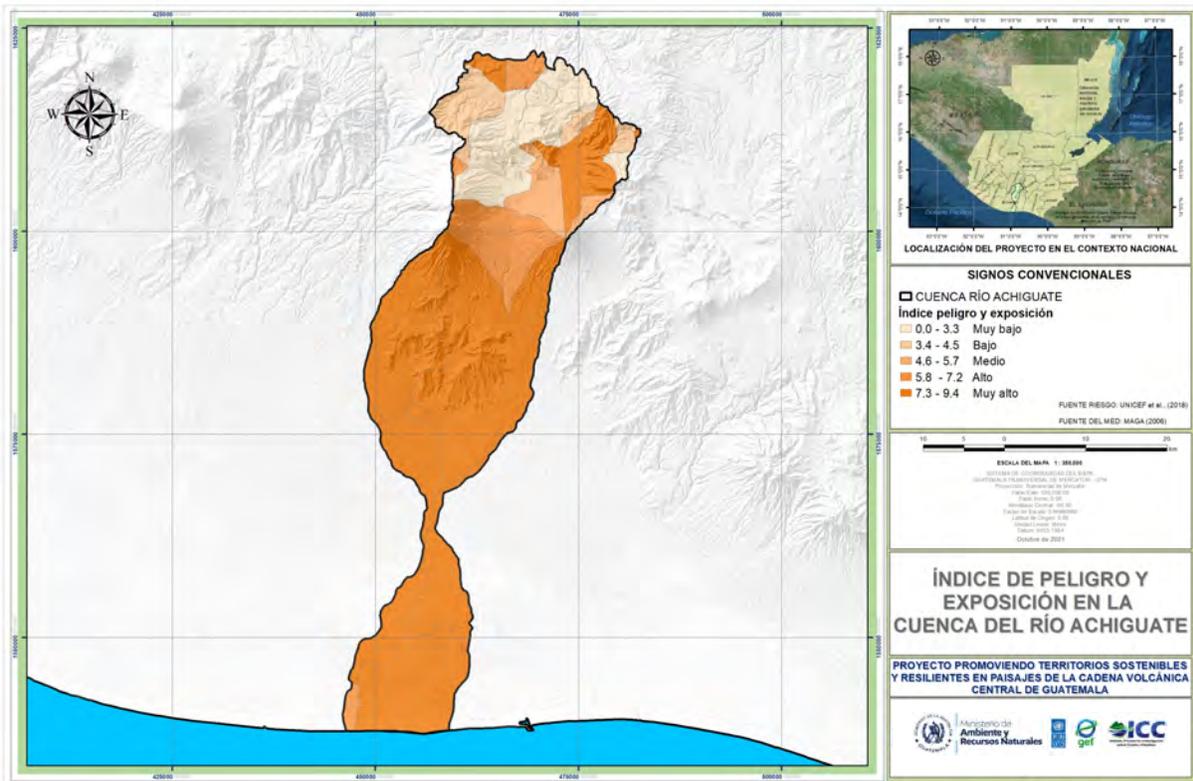


Figura 77. Índice de peligro y exposición a desastres en la cuenca del río Achiguate

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

El índice promedio para la dimensión de vulnerabilidad en la cuenca del río Achiguate es de 3.2, lo cual indica una condición de vulnerabilidad baja. En

cuanto a sus municipios, el 34.5 % (10) presenta vulnerabilidad baja, 31.0 % (9) vulnerabilidad muy baja, 24.1 % (7) vulnerabilidad media y el 10.3 % (3) vulnerabilidad alta. La vulnerabilidad se incrementa desde la parte media de la cuenca (cercañas de los conos volcánicos de Fuego, Acatenango y Agua) hasta su cabecera (Figura 78). Los indicadores que comprenden esta dimensión son: índice de desarrollo humano, condiciones de vida/vivienda, pobreza rural, tasa de dependencia, brecha de pobreza, índice de avance educativo, crecimiento económico, población indígena, personas afectadas por amenazas naturales, enfermedades recurrentes, incidencia en peso, acceso a alimentos, e índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y nutricional.

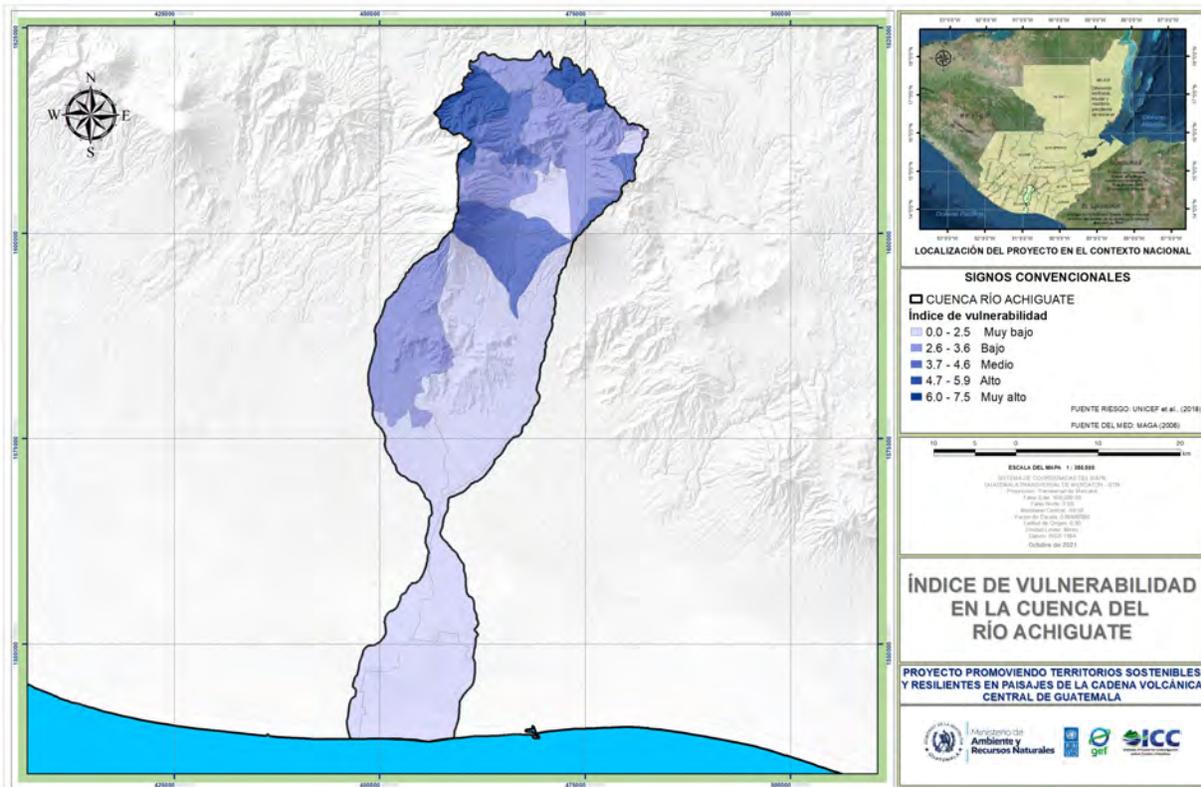
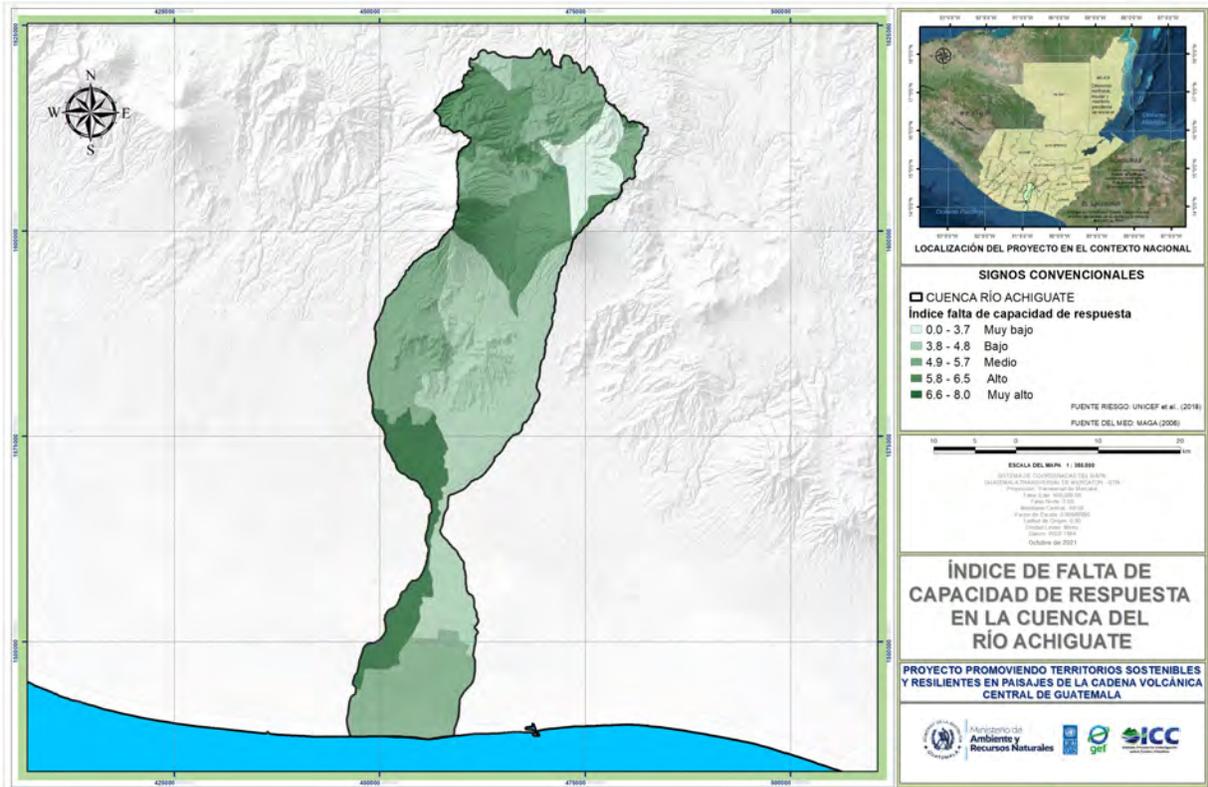


Figura 78. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

El valor promedio del índice de falta de capacidad de respuesta para la cuenca hidrográfica del río Achiguate es de 5.4 (medio). En el 44.8 % (13) de los municipios, la capacidad de respuesta es media, en el 31.0 (9) % es alta, en el 20.7 % (6) es baja y en el 3.4 % (1) es muy alta (Figura 79). Esta dimensión está integrada por diez indicadores: capacidad institucional para reducir el riesgo a desastres, gestión ambiental municipal, *ranking* de la gestión municipal, acceso a la electricidad, densidad de carretera, acceso a

instalaciones mejoradas de saneamiento, acceso a la mejora del agua potable, cantidad de médicos por cada un mil habitantes, cobertura de vacunación y mortalidad materna.



Finalmente, el índice de riesgo promedio para la cuenca hidrográfica del río Achiguate es de 4.4, que se califica como riesgo bajo a desastres. Del total de municipios de esta cuenca, el 34.5 % (10) presenta riesgo bajo, el 24.1 % (7) riesgo muy bajo, el 20.7 % (6) riesgo medio, el 13.8 % (4) riesgo alto y el 6.9 % (2) riesgo muy alto. Los dos municipios con riesgo muy alto son San Pedro Yepocapa y Alotenango; este último integra valores altos de dos dimensiones (peligro y exposición y falta de capacidad de respuesta), y vulnerabilidad media. Los municipios con riesgo alto son Siquinalá, Acatenango, San Andrés Itzapa y Santiago Sacatepéquez. En la parte baja de la cuenca, Masagua y La Democracia presentan riesgo medio, al igual que en la parte alta La Antigua Guatemala, El Tejar, Chimaltenango y Santa María de Jesús (Figura 80).

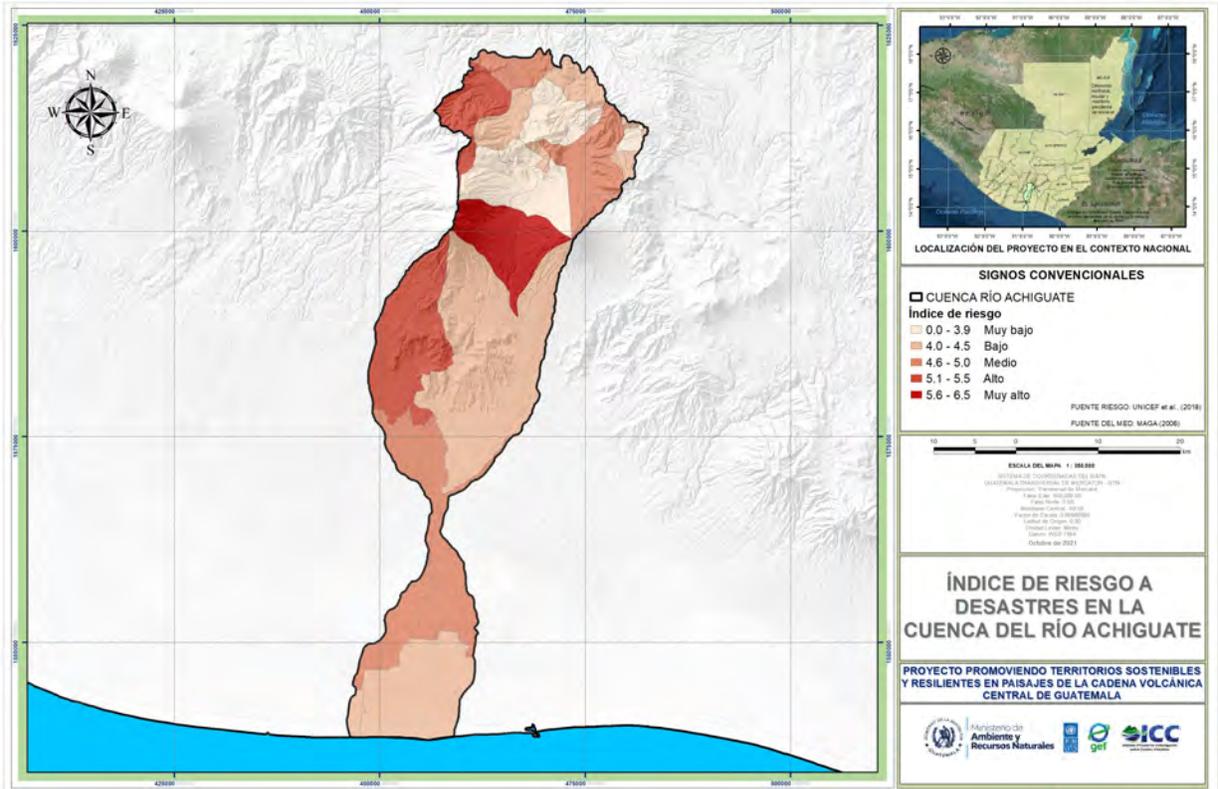


Figura 80. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Achiguate
Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

19 TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR

Con información de la base de datos de vertederos o tiraderos de desechos sólidos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021), se determinó que en la cuenca hidrográfica del río Achiguate existen registrados 108 tiraderos, de los cuales solo uno cuenta con instrumento ambiental. Predominan los clandestinos, a cielo abierto e ilegales, que mantienen un patrón de ubicación próximo al río principal (Guacalate y Achiguate) (Figura 81).

Meijer *et al.* (2021) simularon la probabilidad de que los desechos plásticos lleguen a un río y luego descarguen al mar. Para ello, utilizaron las variables de precipitación pluvial, velocidad del viento, pendiente del terreno, distancia al río, red hídrica y uso de la tierra. De allí que para la cuenca del río Achiguate se estima que se emiten o llegan al mar en promedio 455.3 toneladas métricas anualmente (t/año) de macropásticos (Figura 81). A su vez, se calcula que anualmente la carga de plásticos mal manejados es de 10 802 toneladas métricas.

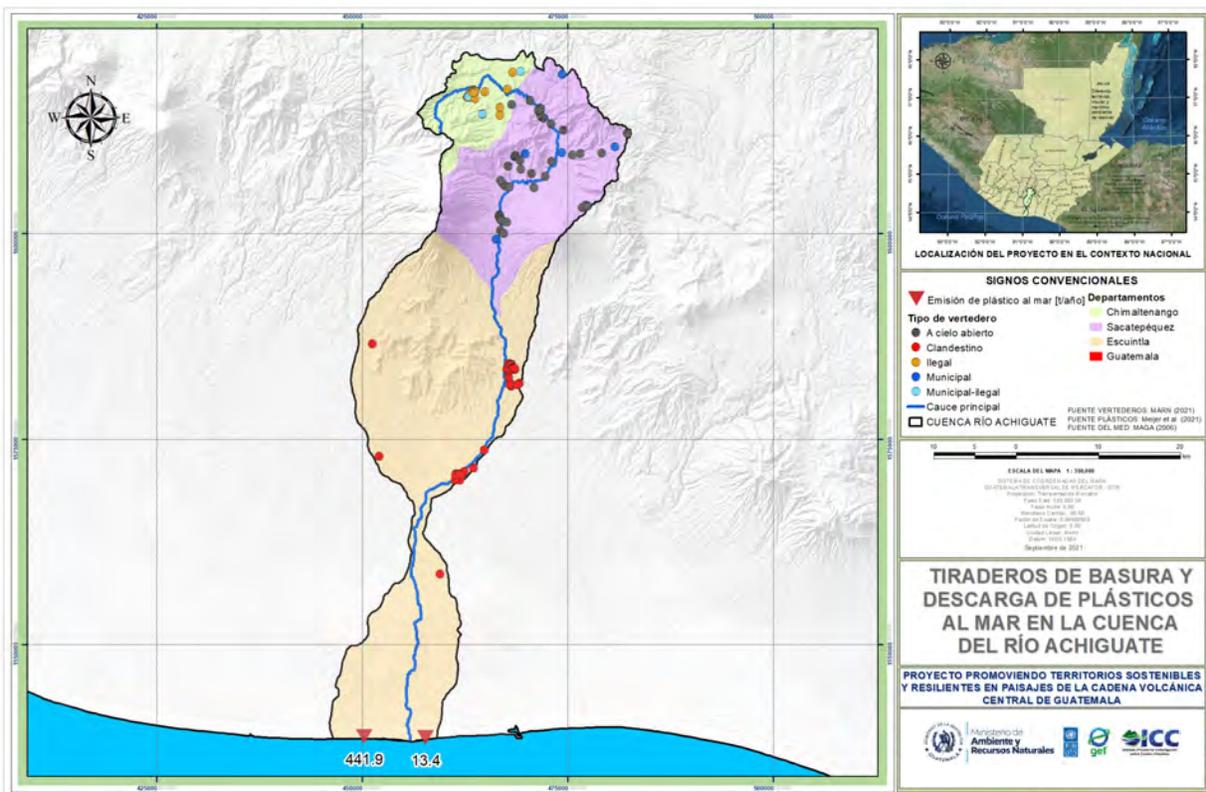


Figura 81. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar
Fuente: Meijer *et al.* (2021); Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

20 APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

Según el Ministerio de Energía y Minas (2021), en la cuenca hidrográfica del río Achiguate se encontraban en operación cinco centrales hidroeléctricas al 2021, localizadas en las cercanías del río Guacalate, y que en total suman una capacidad instalada de 5.1 megavatios (MW). De estas cinco, la de mayor capacidad es la Generadora Eléctrica La Paz con 0.95 MW, que se ubica en la menor elevación. Opuestamente, la Minicentral Generadora Hidráulica Monte María I y Monte María II producen 0.5 MW (Tabla 9 y Figura 82).

Tabla 9. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Achiguate

n.º	Nombre	Capacidad instalada (MW)
1	Central Generadora Santa Elena	0.7
2	Hidroeléctrica SDMM	2.2
3	Generadora Eléctrica Las Victorias S. A.	0.75
4	Minicentral Generadora Hidráulica Monte María I y Monte María II (GDR)	0.5
5	Generadora Eléctrica La Paz	0.95

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021)

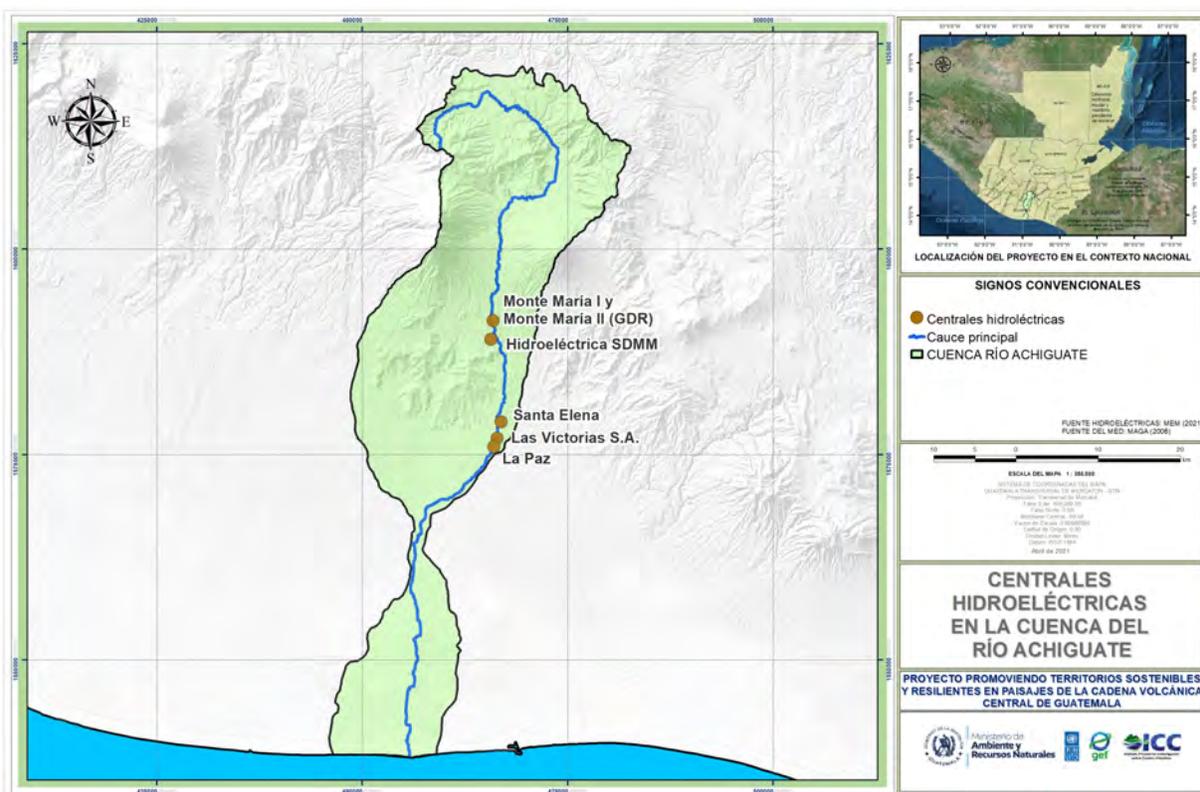


Figura 82. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Achiguate

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021)

21 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

La cuenca hidrográfica del río Achiguate cuenta con una superficie de 1236.9 km², es de tipo exorreica y se ubica en la vertiente del Pacífico. Existe una tendencia media-alta a que ocurran eventos de inundación en esta cuenca, debido a sus aspectos morfológicos de superficie, lineales y de relieve. Asimismo, tiene un alto potencial erosivo y de producción de escorrentía, con un bajo potencial de recarga hídrica. La evolución de su paisaje es transitoria, entre un equilibrio y vejez, con tendencia al final del ciclo de erosión.

La precipitación pluvial media anual para el período 1991-2020 fue de 2071.55 ± 596.96 mm, y la temperatura media anual de 22.96 ± 3.21 °C. Se estima que la evapotranspiración potencial del período 2000-2013 fue de 2116 ± 500 mm. La época lluviosa (1980-2018) presentó variabilidad espacial en su inicio, final y duración, pero predominó la duración comprendida entre 175 a 215 días. En el caso de su parte más baja y más alta, la duración fue de 115 a 150 días. En las zonas de menor duración de la época lluviosa, la amenaza por sequía presentó categorías de mayor orden (mediana-baja, media y alta), pero ocurrió lo opuesto en las zonas de mayor duración de la época lluviosa. La canícula fue pronunciada y presentó duraciones desde 26 a 55 días durante el período de 1980-2019, con intensidad media que osciló entre los -50 a 50 mm, y precipitación media en el rango de los 100 a 200 mm. Según proyecciones de cambio climático (2010-2039, 2040-2069) se prevé que la precipitación pluvial media anual disminuya y la temperatura media anual no muestre una dinámica diferencial concreta en comparación con el período reciente (1991-2020).

Se estima que esta cuenca presenta disponibilidad hídrica de 1692.1 millones de metros cúbicos anuales. Las mayores disponibilidades (> 1.5 millones de m³/km²/año) se encuentran en una franja que va desde su parte baja hasta alcanzar los conos volcánicos, pero ocurre lo contrario en la parte más baja y alta de la cuenca (0.5-1.0 millones de m³/km²/año). Durante la época seca, el caudal medio en su desembocadura fue de 5.51 m³/s (2016-2021), y en su parte media (río Guacalate) de 6.22 m³/s. El potencial de aguas subterráneas es moderado. La recarga hidrológica es principalmente de categoría media (34.3 %) y alta (24.3 %). En el abanico aluvial de los ríos Coyolate, Acomé y Achiguate se presentan recargas anuales en su parte más baja que van de 0 a 30 mm, y en el rango de 907 a 1700 mm en su parte más alta.

En cuanto a la cobertura vegetal y uso de la tierra, para el año 2020 predominaban la caña de azúcar (24.93 %), el bosque (17.83 %), el cultivo de café (11.22 %), los pastos (8.86 %) y la vegetación arbustiva baja (8.53 %). La mayor parte de la cuenca tiene aptitud agrícola (50.82 %),

seguida de la agroforestería y los sistemas silvopastoriles (22.26 %) y forestal (25.57 %). La mayoría de su superficie está sobreutilizada (44.3 %) y el 41.5 % tiene un uso correcto. La tasa de erosión media es de 578 toneladas por hectárea por año (t/ha/año), con el 61 % de la superficie de la cuenca con erosión entre alta (50-200 t/ha/año) y muy alta (> 200 t/ha/año), principalmente en su parte media y alta.

La cuenca está altamente expuesta a amenazas por el volcán de Fuego, el cual es uno de los de mayor actividad en Centro América, principalmente porque las evidencias indican que en 2015 inició un ciclo eruptivo de mayor actividad explosiva. Otra amenaza corresponde a las inundaciones, que son frecuentes en la parte baja de la cuenca (abanicos aluviales) y en la parte alta en la zona del abanico aluvial de Antigua Guatemala. Adicionalmente, los sedimentos producidos por el volcán de Fuego se constituyen en un impulsor activo de cambio de la dinámica de inundaciones. El riesgo promedio a desastres en la cuenca es bajo según el índice para la gestión de riesgo.

Al 2021, existen más de cien tiraderos de basura o de desechos sólidos y predominan los clandestinos, que principalmente se ubican en las cercanías del cauce principal del río Guacalate. Se estima que la carga de plásticos provenientes de la cuenca del río Achiguate, y que llegan al mar es de 455.3 toneladas métricas anualmente (t/año). Por otra parte, la cuenca presenta una capacidad instalada de 5.1 megavatios (MW) a través de cinco centrales hidroeléctricas. En cuanto a la biodiversidad y aspectos afines, en la cuenca predominan los ecosistemas de zona de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (26.3 %) y de bosque húmedo tropical (23.6 %), que a su vez se relacionan con la diversidad biológica propia de estos ecosistemas. También existen registros de avistamientos de flora y fauna (frecuentemente de avifauna).

REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Instituto Geográfico Nacional, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2003). *Estudio del establecimiento de los mapas básicos y mapas de amenaza para el sistema de información geográfica de la República de Guatemala. Informe final (informe principal)*. Kokusai Kogyo, S. A.
- Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). *Evaluación de daños y pérdidas del volcán de Fuego*. Banco Mundial.
- 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].
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2020). *Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre 2008-2020* [conjunto de datos].
- 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.
- Ferrés, D. y Escobar Wolf, R. (2018). *Informe técnico: volcán de Fuego*. Acción Contra el Hambre y Cooperación Española.
- 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.
- Gil Villalba, S. (2018). *Assessment of groundwater flow dynamics and water quality in the alluvial fan of Fuego and Acatenango volcanoes, Guatemala*. Instituto Superior Técnico, Universidad de Lisboa.
- 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*.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 13(1), 350-361.
- 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. <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. (2017c). *Memoria técnica de actualización de mapa de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica*.
- 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. (2018a). *Mapa de amenaza por flujos piroclásticos, crisis del volcán de Fuego junio 2018*.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018b). *Mapa de amenaza por lahares del volcán de Fuego junio 2018, escenario B*.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018c). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*.

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. (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. (2012a). *Estudio hidrológico de la cuenca del río Achiguate*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2012b). *Mapeo comunitario de inundaciones del Puerto de San José, Escuintla* [mapa digital].

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). *Elaboración de modelación de lahares en las microcuencas de los ríos Pantaleón y Ceniza, Proyecto PREPIN*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020b). *Modelación hidráulica bidimensional en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate. Proyecto PREPIN, bajo el financiamiento de ECHO*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020c). *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. (2020d). *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). *Profundidad promedio del nivel freático del abanico aluvial central para los meses de marzo y agosto del período 2017-2020* [mapa digital].
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021c). *Resumen meteorológico 2020 del sur de Guatemala*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021d). *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].
- Maúl, A. y Johnston, R. (1998). Arqueología e historia del río Pensativo. En *XI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala* (pp. 672-684). Museo Nacional de Arqueología y Etnología.
- 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.

Naismith, A. K., Watson, M., Escobar-Wolf, R., Chigna, G., Thomas, H., Coppola, D. y Chun, C. (2019). Eruption frequency patterns through time for the current (1999-2018) activity cycle at Volcán de Fuego derived from remote sensing data: evidence for an accelerating cycle of explosive paroxysms and potential implications of eruptive activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 371, 206-219.

Numerical Terradynamic Simulation Group. (2014). *MODIS Global Evapotranspiration Project (MOD16): MOD16A3 [conjunto de datos].* University of Montana. <http://www.ntsug.umt.edu/project/mod16>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (R. Vargas Rojas, A. C. Arias Jiménez, P. van Straaten, P. Lavelle, S. V. Zonn, P. L. Ibish, S. W. Buol, R. J. Graham, P. A. R. C. McDaniel y A. Vessel, Eds.).

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.*

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

Saneamiento.

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/>

Smithsonian Institution Global Volcanism Program. (2021). *Fuego volcano*. <https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=342090>

Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture y National Resources Conservation Service. (2010). *Keys to soil taxonomy* (11.^a ed.).

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 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. (2019b). *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. (2019c). *Mapa de vulnerabilidad sistémica de Guatemala* [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 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 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 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*. 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
Achiguate

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 Achiguate

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 Achiguate. 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 Y ACRÓNIMOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA.....	2
1.1 Métodos para realizar las estimaciones	4
2 TERRITORIO.....	5
3 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN	7
3.1 Población urbana/rural	9
3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero.....	10
3.3 Población maya por comunidades lingüísticas	10
3.4 Pobreza.....	12
4 SALUD.....	15
4.1 Natalidad y fecundidad	15
4.2 Defunciones.....	15
4.3 Morbilidad	17
4.4 Servicios externos e internos	18
4.5 Inmunizaciones	19
4.6 Desnutrición	20
4.7 Infraestructura de salud	20
5 EDUCACIÓN	22
5.1 Alfabetismo	23
5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet	24
5.3 Establecimientos educativos.....	25
6 HOGARES Y VIVIENDA.....	26
6.1 Hogares	26
6.2 Vivienda.....	28
7 SERVICIOS BÁSICOS.....	30
7.1 Servicio sanitario.....	30
7.2 Cobertura eléctrica	30
7.3 Fuentes de energía para cocinar	33
7.4 Formas de eliminación de la basura	35
8 USOS DEL AGUA.....	37

8.1	Fuente principal de agua para consumo en el hogar	37
9	INFRAESTRUCTURA VIAL	39
10	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	44
10.1	Actividades económicas del departamento de Sacatepéquez	44
10.2	Actividades económicas del departamento de Escuintla.....	45
10.3	Actividades económicas del departamento de Chimaltenango	46
10.4	Empresas por tamaño	47
10.5	Parque vehicular	48
10.6	Ocupación hotelera	48
10.7	Migración	49
10.8	Remesas	50
10.9	Índice de precios del consumidor (IPC) de la región V.....	50
10.10	Población en edad de trabajar	52
11	INSTITUCIONALIDAD.....	54
11.1	Instituciones presentes	54
11.2	Aspectos de seguridad y justicia	55
12	FORMAS DE ORGANIZACIÓN	57
12.1	Organizaciones relacionadas con el agua	57
12.2	Otras organizaciones.....	58
12.3	Organización política	60
12.4	Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.....	62
13	GOBERNANZA.....	66
13.1	Agua.....	66
13.2	Bosques	67
13.3	Suelos	68
14	CONFLICTIVIDAD SOCIAL	72
15	HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES.....	74
15.1	Historia	74
15.2	Aspectos culturales	78
16	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	81
	REFERENCIAS	83

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la población que habita en la cuenca del río Achiguate	9
Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Achiguate en el año 2018	10
Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2014	12
Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Inform (2018) por total del municipio	13
Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas de los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2019..	17
Tabla 6. Programas de vacunación en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate en el año 2019	19
Tabla 7. Tipo de servicio de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate en el año 2019	20
Tabla 8. Población de cuatro años y más, según nivel educativo en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2018.....	22
Tabla 9. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018	33
Tabla 10. Longitud de las carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2010 (en kilómetros)	43
Tabla 11. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2015	47
Tabla 12. Integración de la Autoridad Protectora de la Sub-cuenca y Cauce del Río Pensativo	57
Tabla 13. Organizaciones y actividades que realizan en el departamento de Sacatepéquez	59
Tabla 14. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Achiguate	60
Tabla 15. Diputados distritales electos de los departamentos de la cuenca del río Achiguate	60
Tabla 16. Distribución de los miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas	61
Tabla 17. Marco legal del agua en Guatemala	66
Tabla 18. Marco legal de los bosques en Guatemala	67
Tabla 19. Marco legal de los suelos en Guatemala	69

Índice de figuras

Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	6
Figura 2. Población total por poblado en la cuenca del río Achiguate en el año 2018	
Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Achiguate en el año 2018 (en cantidad de personas)	8
Figura 4. Población relativa por comunidad lingüística maya en la cuenca del río Achiguate en el año 2018, por departamento (en porcentaje).....	11
Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2014 (en porcentaje)	12
Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Achiguate (año 2020)	15
Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Sacatepéquez en el año 2020 (en porcentaje)	16
Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de Escuintla en el año 2020 (en porcentaje)	16
Figura 9. Principales causas de muerte en el departamento de Chimaltenango en el año 2020 (en porcentaje)	17
Figura 10. Causas de inasistencia a establecimientos educativos de la población entre 4 y 29 años en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje).....	23
Figura 11. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	23
Figura 12. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje).....	24
Figura 13. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018	26
Figura 14. Porcentaje de hogares en los municipios ubicados en la cuenca del río Achiguate, año 2018	27
Figura 15. Tipo de hogares en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	28
Figura 16. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	29
Figura 17. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje) ...	30
Figura 18. Cobertura eléctrica por departamento, incluye sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje) ...	31
Figura 19. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	32
Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	33

Figura 21. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	34
Figura 22. Principal forma de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018	35
Figura 23. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia de la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)	37
Figura 24. Fuente principal de agua para consumo por municipio con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018	38
Figura 25. Mapa vial del departamento de Escuintla	39
Figura 26. Mapa vial del departamento de Sacatepéquez	41
Figura 27. Mapa vial del departamento de Chimaltenango	42
Figura 28. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2015.....	48
Figura 29. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC) en la región V, serie histórica 2017-2021.....	51
Figura 30. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, en el año 2021.....	51
Figura 31. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2018	53
Figura 32. Tasa de víctimas a causa de delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2020 (por cada 100 000 habitantes)	56
Figura 33. Sistema de consejos de desarrollo urbano y rural.....	64

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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
Codesan	Comisión Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional
COE	centro de operaciones de emergencia
Comude	Consejo Municipal de Desarrollo
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
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 Sobrevivencia
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
Seconred	Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
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	United States Agency for International Development (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 Achiguate se elaboró en cuatro fases, que se han publicado en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

Capítulo 1	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 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, conflictividad social, e historia y aspectos culturales. Asimismo, se abordan los 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 la planificación de esta. 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, donde el agua es aquel recurso estrechamente relacionado con el desarrollo sostenible. Además, se complementa con la descripción de las dimensiones económico, humano, cultural, político y construida.

1 METODOLOGÍA

Fase I:

Para la elaboración de la caracterización socioeconómica de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se recopiló, sistematizó y analizó información primaria y secundaria; utilizando un enfoque de género, inclusión social y participación de pueblos indígenas. Se usaron datos disponibles 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 sistematizar y analizar la información se obtuvieron las bases de datos de los censos 2002 y 2018 y sus informes finales, los cuales 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 la interpolación y las estimaciones. 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 empleada fue la cuenca hidrográfica mediante un abordaje integral, ya que sustenta la vida de las comunidades y sus habitantes. La 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, actividades y su interrelación con la cuenca. La descripción de las variables de cada subtema se consignó buscando mostrar su interrelación con la cuenca hidrográfica en cuanto al uso de los recursos naturales, administración y toma de decisiones. Dichas variables se abordan a nivel de región, departamento, municipio, lugar poblado y cuenca, según la disponibilidad de información y se resaltan los datos clave 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 demarcaron los departamentos, que están integrados por municipios (Congreso de la República de Guatemala, 1985) en los que se han registrado lugares poblados que, según el Instituto Nacional de Estadística (2018), se categorizan como aldeas y caseríos, y se definen de la siguiente manera: “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).

Para las descripciones específicas de los departamentos se utilizó la subdivisión departamental elaborada por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011 a, b y c) en el 2007. Se abordan algunos aspectos de salud, actividades económicas, educación, infraestructura vial y otros. La distribución de municipios en cada departamento es la siguiente:

1. Sacatepéquez

- Región norte: Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas.
- Región central: Pastores, Jocotenango, La Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y Santa María de Jesús.
- Región sur: San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas y San Juan Alotenango.

2. Escuintla

- Territorio Madre Vieja: Tiquisate y Nueva Concepción.
- Territorio azucarero: Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia y La Gomera.
- Territorio litoral del Pacífico: Escuintla, Masagua, San José e Iztapa.
- Territorio Pacaya: Palín, San Vicente Pacaya y Guanagazapa.

3. Chimaltenango

- Territorio industrial: Chimaltenango, El Tejar, Parramos, San Andrés Itzapa y Zaragoza.
- Territorio agro-productivo: Patzicía, Patzún, Santa Cruz Balanyá y Tecpán.
- Territorio agroecoturístico: San Martín Jilotepeque, Santa Apolonia, San José Poaquil y San Juan Comalapa.
- Territorio bocacosta: San Miguel Pochuta, San Pedro Yepocapa y Acatenango.

1.1 Métodos para realizar las estimaciones

El método utilizado para estimar la población en la cuenca hidrográfica del río Achiguate partió del *XI Censo de Población* realizado por el Instituto Nacional de Estadística (2002), que contabilizaba un total de 634 poblados en la cuenca, donde habitaban 320 526 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 en el año 2018. Para ello se utilizaron diferentes modelos matemáticos, con lo cual fue posible estimar la población total por municipio 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 con presencia en la superficie de la cuenca, obteniendo así una aproximación de la población por cualquiera de sus categorías. Ejemplo de lo antes expuesto es la estimación por sexo para el municipio de Escuintla, en la cual la población total de mujeres es de 77 948, lo que representa un 49.87 %. Al aplicar esta tasa a la población de la cuenca del río Achiguate, se estimó que la población femenina es de 31 631 mujeres.

Por último, el Censo 2018 recopiló datos sobre los hogares y sus diversas características, por lo que para este documento se procesó esta información para todo el municipio, omitiendo aquellos donde la población de la cuenca fuera de cero, con lo cual fue posible obtener una aproximación general.

2 TERRITORIO

Los departamentos que tienen superficie o área dentro de la cuenca hidrográfica del río Achiguate son: Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla (de la región V o central) y, en menor porcentaje, el departamento de Guatemala (0.06 %) de la región I o metropolitana (Figura 1). En total, 29 municipios de estos departamentos tienen superficie parcial o total en la cuenca, con 634 poblados (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

El 62.3 % del área de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se encuentra en el departamento de Escuintla, incluyendo a siete municipios: Escuintla, Siquinalá, San José, La Democracia, Palín, Sipacate¹ y Masagua.

El 28.8 % del área de la cuenca se encuentra en el departamento de Sacatepéquez. El 94 % de los municipios del departamento tienen presencia en la parte alta y media de la cuenca, los cuales son: Sumpango, Santiago Sacatepéquez, Pastores, San Lucas Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala, Jocotenango, Santa Lucía Milpas Altas, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas, Magdalena Milpas Altas, Ciudad Vieja, Santa María de Jesús, San Juan Alotenango y San Antonio Aguas Calientes.

El 8.8 % de la superficie de la cuenca corresponde al departamento de Chimaltenango, entre los municipios que forman parte de la cuenca están: Chimaltenango, El Tejar, San Andrés Itzapa, Parramos, Acatenango y una mínima parte de San Pedro Yepocapa (0.1 %). De estos, Parramos está incluido por completo dentro la cuenca, así como gran parte del municipio de San Andrés Itzapa.

Por lo tanto, debido a que los departamentos con mayor superficie dentro de la cuenca son Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango, a lo largo del presente documento la narrativa se centrará en estos ya que, como se indicó anteriormente, el departamento de Guatemala solo representa el 0.06 % del área de la cuenca (en el municipio de Villa Nueva) y no se localiza ningún lugar poblado según la cartografía del Instituto Nacional de Estadística (2002) (Figura 1).

¹ El municipio de Sipacate fue creado en octubre de 2015 según el Decreto n.º 4-2015 (Congreso de la República de Guatemala, 2015), por lo cual en esta caracterización le fueron adjudicados lugares poblados que, previo a dicha fecha, pertenecían al municipio de La Gomera.

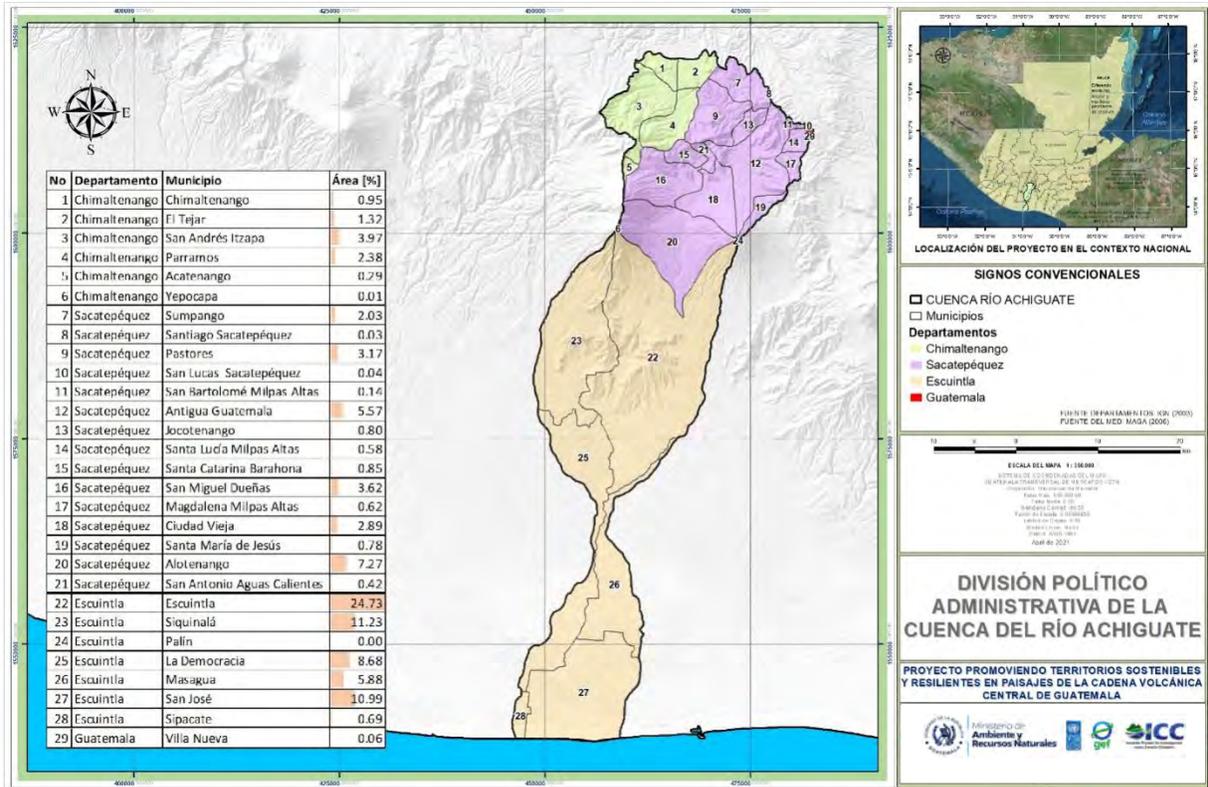


Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
 Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2003).

3 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

Con base en la interpolación realizada, se estima que la población que habitaba en esta cuenca en 2018 era de 431 722 personas. Entre los años 2002 y 2018, la densidad poblacional pasó de 259 a 349 personas por kilómetro cuadrado (personas/km²), respectivamente. Al 2018 del total de la población en la cuenca, el 32.2 % habitaba en el departamento de Escuintla, el 45.5 % en Sacatepéquez y el 22.3 % en Chimaltenango (Figura 2).

Dentro de los 15 municipios de Sacatepéquez que se encuentran en el área de la cuenca existen 232 lugares poblados. En el caso del área de la cuenca ubicada dentro los municipios de Santiago Sacatepéquez (0.03 %) y San Bartolomé Milpas Altas (0.14 %), no se identificaron lugares poblados. Dentro de los seis municipios de Chimaltenango que tienen presencia en la cuenca existen 98 lugares poblados, pero en el caso del área de la cuenca ubicada en los municipios de Acatenango (0.20 %) y San Pedro Yepocapa (0.01 %) no se identificaron lugares poblados. En los siete municipios de Escuintla que tienen presencia en la cuenca hay 303 lugares poblados. Debido a que Sipacate no existía cuando se recogieron los datos del Censo 2002, se tomó en cuenta un lugar poblado de La Gomera y, en el caso de Palín (con un área dentro de la cuenca de 0.001 %) no se identificaron lugares poblados (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

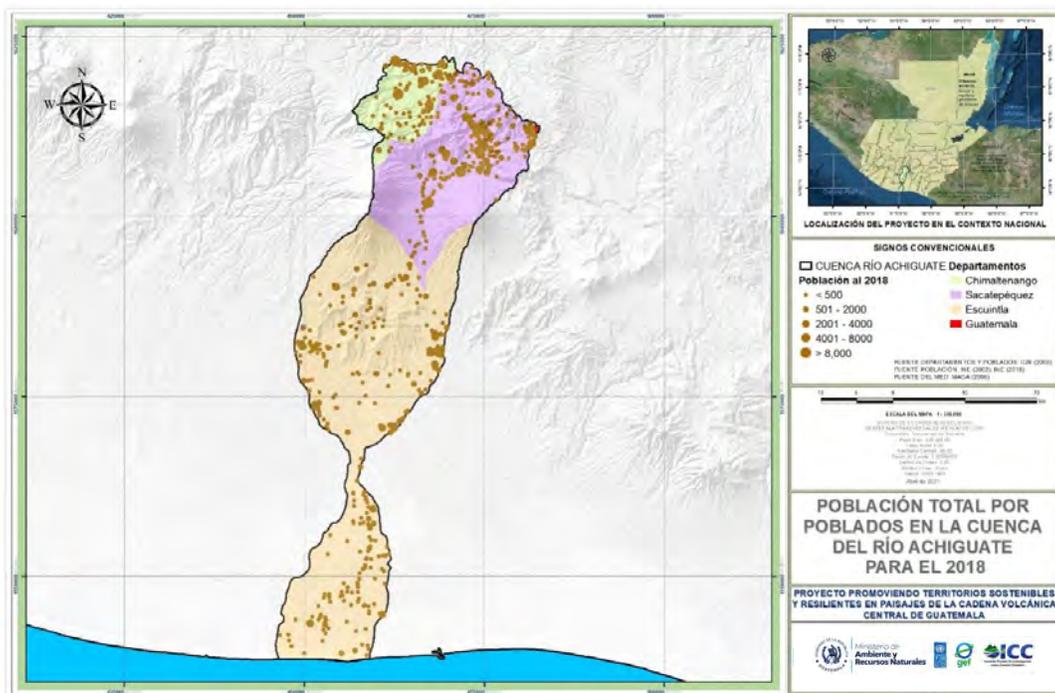


Figura 2. Población total por poblado en la cuenca del río Achiguate en el año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2002 y 2018).

Para 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, mediante la cual se calcularon estimaciones utilizando el *XXII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda* (2018), lo cual permitió tener aproximaciones en cada municipio según los lugares poblados identificados en el *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación* (2002).

Los grupos etarios de la población de la cuenca del río Achiguate son los siguientes: (1) Menores de edad (19 años o menos): 41 %, (2) 20-34 años: 27 %, (3) 35-59 años: 24 % y (4) personas de la tercera edad (mayores a 60 años): 8 %. Se observa que la población que habita en la cuenca es altamente joven, ya que 68 % corresponde a menores de edad y adultos jóvenes.

Se estima que el 51 % de la población total en los municipios que se encuentran en la cuenca corresponde a mujeres y 49 % a hombres. En los municipios de Sacatepéquez se estima que habitan 51 % mujeres y 49 % hombres; en los de Chimaltenango 52 % mujeres y 48 % hombres; mientras que en los de Escuintla residen 50 % por igual hombres y mujeres (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 cuenca².

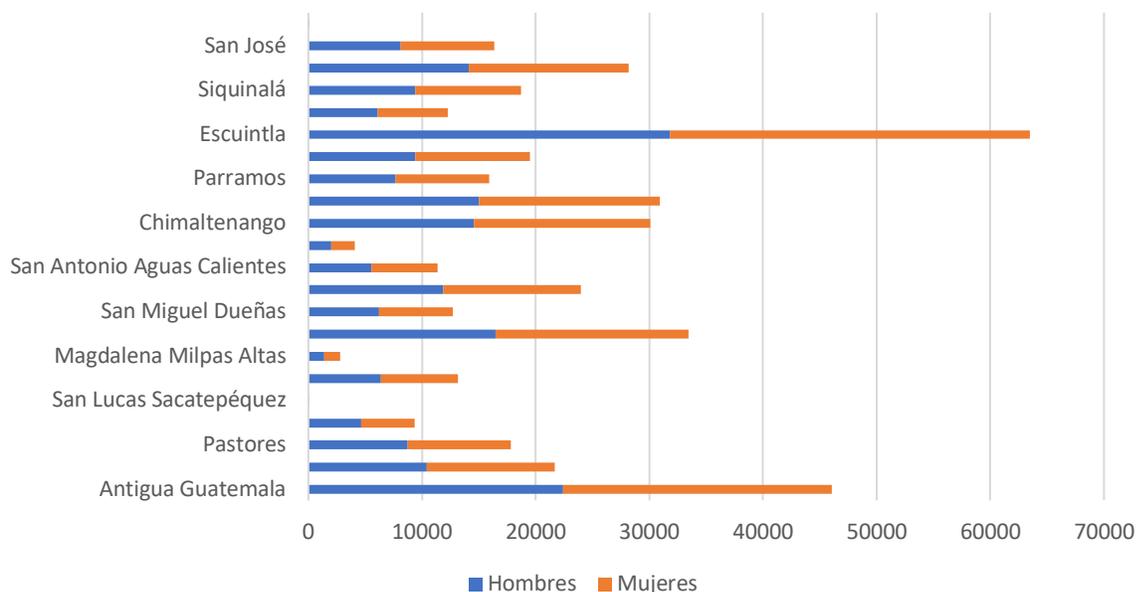


Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Achiguate en el año 2018 (en cantidad de personas)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

² En la figura 3 no se reflejan los datos de ocho municipios debido a que su área en la cuenca es menor, por lo que la población se estimó en 0 %.

En cuanto al estado conyugal, el Censo 2018 considera la situación de la población de 10 años o más, lo que permitió identificar que: 43 % declara ser soltero, 50 % corresponde a personas unidas o casadas, 3 % está separada o divorciada y un 4 % es viudo.

3.1 Población urbana/rural

Según la categorización del último Censo de población, se estima que el total de la población urbana en la cuenca hidrográfica de Achiguate es de 84 % y la rural de 16 % (considerando que solo 21 de los 29 municipios con superficie en la cuenca aportan población) (Tabla 1). De la población de los municipios ubicados en la cuenca: en Sacatepéquez, 88.6 % vive en el área urbana y 11.4 % en la rural; en Chimaltenango 90.9 % reside en el área urbana y 9.1 % es rural; y en Escuintla 73.4 % habita en el área urbana y 26.6 % en la rural (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Tabla 1. Composición de la población que habita en la cuenca del río Achiguate

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
Guatemala	Villa Nueva	0.06	-	-	-
Escuintla	Escuintla	24.73	63 432	100	0
	La Democracia	8.68	12 256	58	42
	Siquinalá	11.23	18 687	79	21
	Masagua	5.88	28 176	37	63
	San José	10.99	16 355	38	62
	Palín	0.001	-	-	-
	Sipacate	0.69	-	-	-
	La Gomera	0	62	57	43
Sacatepéquez	Antigua Guatemala	5.57	46 054	100	0
	Jocotenango	0.8	21 657	89	11
	Pastores	3.17	17 814	71	29
	Sumpango	2.03	9359	76	24
	Santiago Sacatepéquez	0.03	-	-	-
	San Bartolomé Milpas Altas	0.14	-	-	-
	San Lucas Sacatepéquez	0.04	39	89	11
	Santa Lucía Milpas Altas	0.58	13 142	79	21
	Magdalena Milpas Altas	0.62	2791	66	34
	Santa María de Jesús	0.78	-	-	-
	Ciudad Vieja	2.89	33 405	98	2
	San Miguel Dueñas	3.62	12 696	86	14
San Juan Alotenango	7.27	23 986	97	3	

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
	San Antonio Aguas Calientes	0.42	11 347	85	15
	Santa Catarina Barahona	0.85	4061	100	0
Chimaltenango	Chimaltenango	0.95	30 065	100	0
	El Tejar	1.32	19 492	80	20
	Parramos	2.38	15 924	75	25
	San Andrés Itzapa	3.97	30 921	78	22
	Acatenango	0.29	-	-	-
	San Pedro Yepocapa	0.01	-	-	-
Total		100	431 722	84	16

Nota. *Población estimada por medio de interpolación intercensal con base en 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 dentro los siguientes pueblos: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero. En la Tabla 2 se observa el detalle correspondiente a la población de la cuenca (Tabla 2).

Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Achiguate en el año 2018

n.º	Pueblo	Población relativa (%)
1	Maya	24.26
2	Garífuna	0.13
3	Xinka	0.05
4	Afrodescendiente/creole/afromestizo	0.18
5	Ladino	75.02
6	Extranjero	0.36

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.3 Población maya por comunidades lingüísticas

El total de la población maya en la cuenca es de 24.26 %. De las 22 comunidades lingüísticas mayas presentes en el país, las siguientes se registran en los municipios ubicados dentro la cuenca (en un porcentaje mayor a 1 %): kaqchikel (89.5 %), k'iche' (5.6 %) y achí (1.2 %) (Figura 4). Según estos datos, predomina la población de habla kaqchikel, y esta comunidad

lingüística tiene presencia en lugares poblados de 21 municipios dentro de la cuenca (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Un alto porcentaje de la población del departamento de Sacatepéquez habla kaqchikel. Más del 95 % de la población maya de los siguientes municipios habla dicho idioma: San Juan Alotenango, San Antonio Aguas Calientes, Sumpango, Santa Catarina Barahona y Magdalena Milpas Altas. En el departamento de Chimaltenango, más del 90 % de los habitantes de los siguientes municipios habla kaqchikel: San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Parramos y El Tejar. Por otro lado, el departamento de Escuintla presenta las menores tasas de población hablante de kaqchikel, los porcentajes más significativos corresponden a los municipios de San José, La Democracia, Masagua y Escuintla (donde entre el 32 % y el 53 % de la población corresponde a esta comunidad lingüística) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

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: Jocotenango (41 %), Santa Lucía Milpas Altas (31 %) y Ciudad Vieja (20 %) del departamento de Sacatepéquez. En el departamento de Chimaltenango, los porcentajes de población que habla k'iche' son: El Tejar (5 %), Chimaltenango (4 %) y Parramos (3 %); mientras que en Escuintla son: Siquinalá (74 %), Escuintla (39 %) y Masagua (33 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

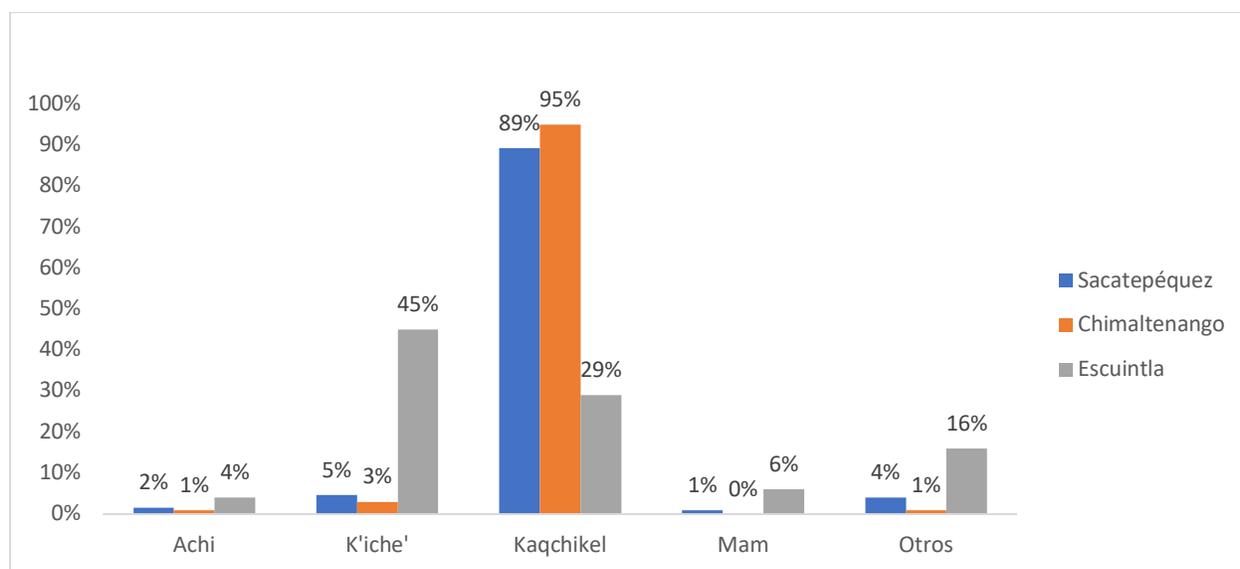


Figura 4. Población relativa por comunidad lingüística maya en la cuenca del río Achiguate en el año 2018, por departamento (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.4 Pobreza

Según datos de la *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida* (Encovi) (Instituto Nacional de Estadística, 2014), el 50.5 % de la población que habita en la cuenca es pobre (Tabla 3), de la cual 12.7 % vive en pobreza extrema y 37.8 % en pobreza no extrema (Figura 5).

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

Departamento	Pobreza (%)		
	Extrema	No extrema	Total
Sacatepéquez	8	33	41
Chimaltenango	23	43	65
Escuintla	11	42	53

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

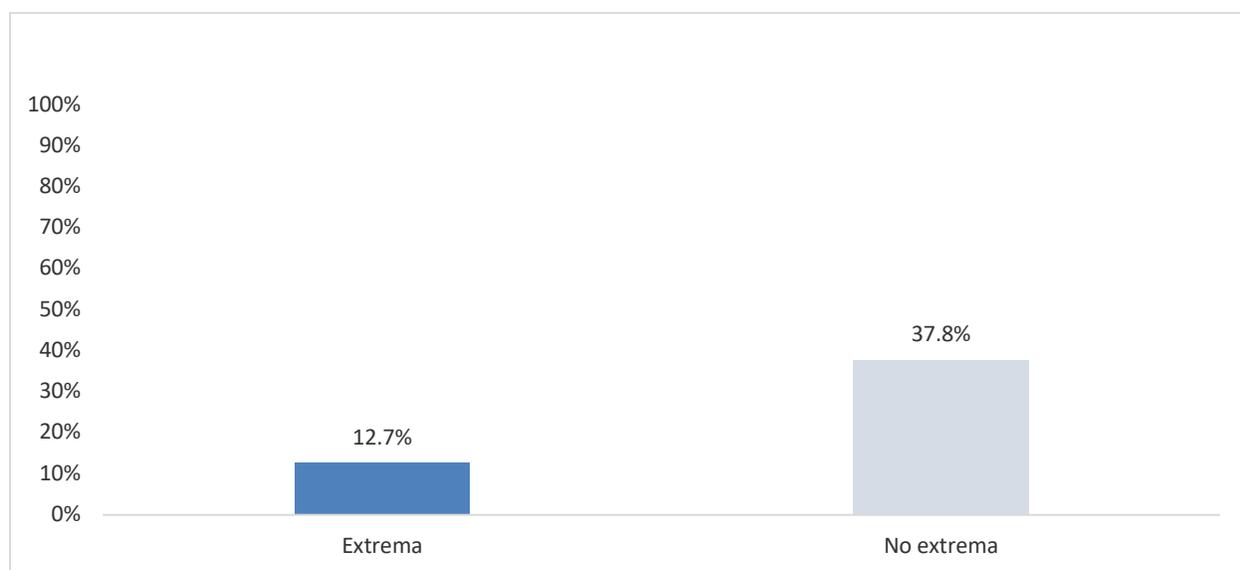


Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2014 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

Según el componente de Desarrollo y Pobreza del Informe (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, 2018)³, los departamentos ubicados

³ El informe para Guatemala del índice para la gestión de riesgo en Guatemala (Informe, 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 la que 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

en la cuenca tienen un riesgo de categoría muy bajo y bajo. Así, de los 29 municipios con presencia en la cuenca, 45 % tiene una condición de vulnerabilidad socioeconómica de muy bajo riesgo, principalmente en el departamento de Sacatepéquez. En los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla, el 35 % vive en condición de bajo riesgo. Los municipios del departamento de Chimaltenango se ubican en condición socioeconómica de mediano riesgo (10 %) y alto riesgo (10 %). Ninguno de los municipios tiene niveles muy altos de riesgo.

Los municipios con lugares poblados dentro de la cuenca que más llaman la atención por su situación de vulnerabilidad socioeconómica son: Antigua Guatemala y San Lucas Sacatepéquez por su riesgo muy bajo, y todos los municipios de Chimaltenango (ubicados en la parte alta de la cuenca del río Achiguate) por su riesgo alto (Tabla 4).

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

n.º	Departamento	Municipio	Informe socioeconómico	Nivel de riesgo
1	Guatemala	Villa Nueva	0.9	Muy bajo
2	Sacatepéquez	Antigua Guatemala	1.5	
3	Sacatepéquez	San Bartolomé Milpas Altas	1.5	
4	Sacatepéquez	San Lucas Sacatepéquez	1.6	
5	Escuintla	Palín	1.8	
6	Escuintla	Escuintla	2.0	
7	Escuintla	Siquinalá	2.1	
8	Sacatepéquez	Jocotenango	2.1	
9	Sacatepéquez	Santa Lucía Milpas Altas	2.1	
10	Escuintla	San José	2.2	
11	Sacatepéquez	Ciudad Vieja	2.2	
12	Sacatepéquez	San Antonio Aguas Calientes	2.4	
13	Sacatepéquez	Magdalena Milpas Altas	2.5	
14	Escuintla	La Democracia	2.6	Bajo
15	Sacatepéquez	Pastores	2.7	
16	Escuintla	Masagua	2.9	
17	Sacatepéquez	San Juan Alotenango	3.0	
18	Sacatepéquez	Santa María de Jesús	3.0	
19	Sacatepéquez	Sumpango	3.0	

cuenta con condiciones de vida y bienestar seguro y resiliente. Los indicadores que se utilizan en el componente son: índice de desarrollo humano (IDH), condiciones de vida, vivienda y pobreza en Guatemala.

n.º	Departamento	Municipio	Informe socioeconómico	Nivel de riesgo
20	Sacatepéquez	Santa Catarina Barahona	3.1	
21	Escuintla	Sipacate	3.2	
22	Sacatepéquez	Santiago Sacatepéquez	3.2	
23	Sacatepéquez	San Miguel Dueñas	3.3	
23	Chimaltenango	El Tejar	4.2	Medio
25	Chimaltenango	Chimaltenango	4.3	
26	Chimaltenango	Parramos	4.6	
27	Chimaltenango	San Andrés Itzapa	5.3	Alto
28	Chimaltenango	Acatenango	5.5	
29	Chimaltenango	San Pedro Yepocapa	5.5	

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 (2018).

4 SALUD

4.1 Natalidad y fecundidad

El número de nacimientos registrados por departamento con presencia en la cuenca del río Achiguate fue de: 6064 en Sacatepéquez (con una variación del año anterior de -4.6 %), 14 102 en Escuintla (con una variación del año anterior de -9.5 %) y 14 090 en Chimaltenango (con una variación del año anterior de -7.8 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020d).

La fecundidad mide la cantidad de hijos (as) nacidos vivos que han tenido las mujeres. En cuanto al promedio de hijos o hijas por mujer en edad fértil en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, la tasa de fecundidad en 2020 fue de: 1.6 en el departamento de Sacatepéquez, 2.0 en Escuintla y 2.1 en Chimaltenango (Instituto Nacional de Estadística, 2020f) (Figura 6).

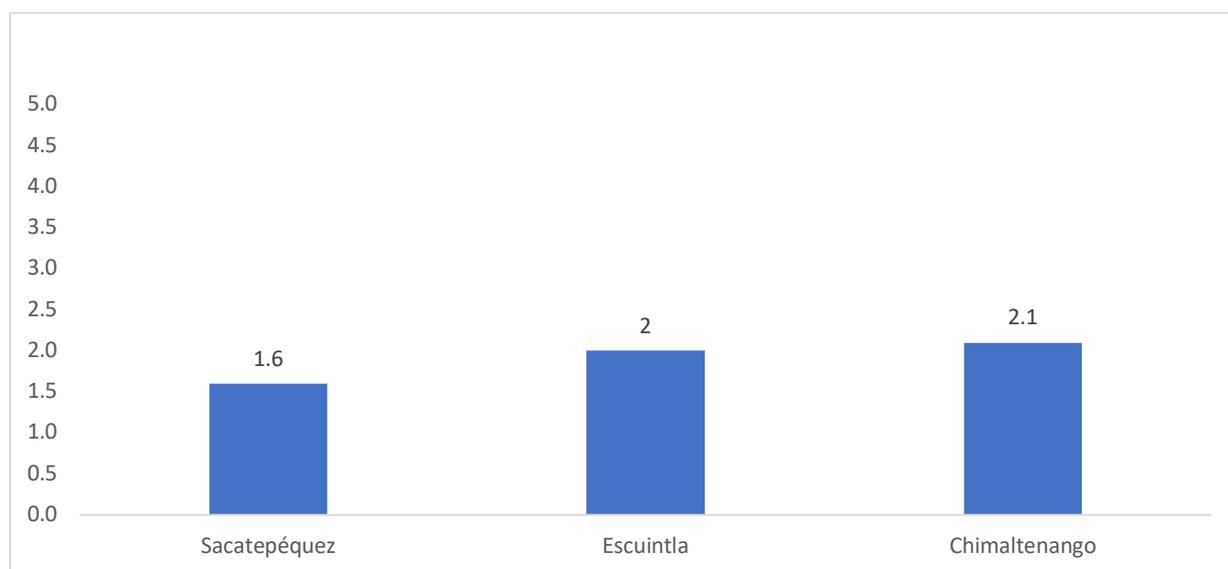


Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Achiguate (año 2020)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020f).

4.2 Defunciones

En el departamento de Sacatepéquez se registraron 2061 defunciones. En promedio murieron 5.6 personas al día y fallecieron más hombres (57.3 %) que mujeres. Las principales causas de muerte fueron: otras causas (45 %), COVID-19 (11 %) y síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio (10 %) (Figura 7) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

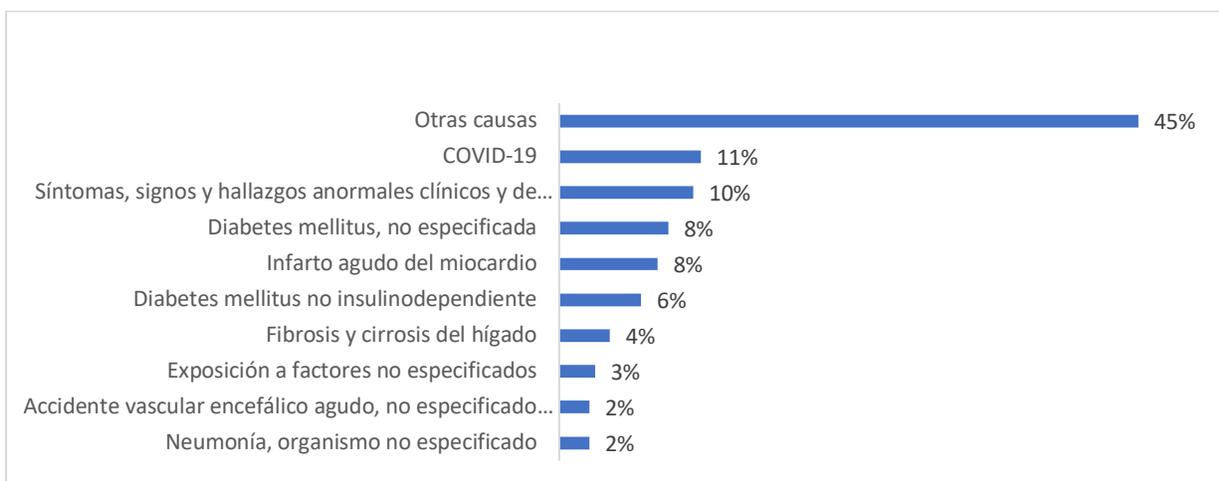


Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Zacatepec en el año 2020 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

En el departamento de Escuintla se registraron 5333 defunciones. En promedio, murieron 14.6 personas al día y fallecieron más hombres (60.7 %) que mujeres. Las principales causas de muerte fueron: otras causas (41 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio (16 %) y diabetes mellitus (10 %) (Figura 8) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

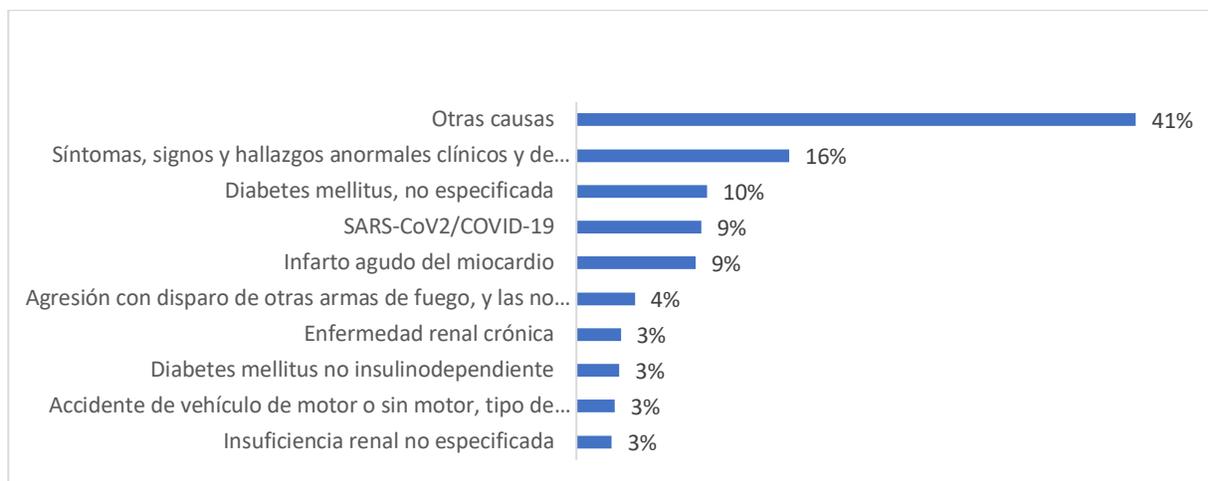


Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de Escuintla en el año 2020 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

En el departamento de Chimaltenango se registraron 3113 defunciones. En promedio murieron 8.5 personas al día y fallecieron más hombres (54.9 %) que mujeres. Las principales causas de muerte fueron: otras causas (48 %),

diabetes mellitus (8 %) y síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio (8 %) (Figura 9) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

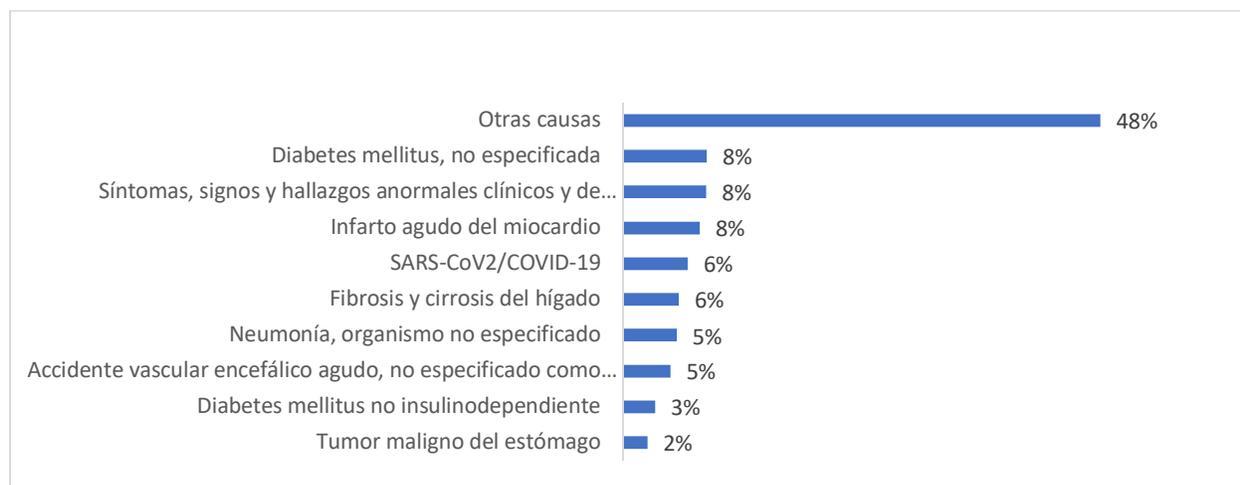


Figura 9. Principales causas de muerte en el departamento de Chimaltenango en el año 2020 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

4.3 Morbilidad

La morbilidad se refiere a la cantidad de personas que se 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 principales causas de morbilidad indicadas en la Tabla 5.

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

n.º	Causa de morbilidad general	Sacatepéquez	Escuintla	Chimaltenango
1	Infecciones respiratorias agudas (en el caso de Escuintla se registra el resfriado común)	37 886	62 060	149 893
2	Gastritis	8765	25 891	22 927
3	Infección de las vías urinarias	6308	38 139	15 829

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

Entre otras causas de morbilidad se reportaron las siguientes: (a) en Sacatepéquez: diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (11 584 personas) y trastorno de la piel y del tejido subcutáneo (6473); (b) en Escuintla: amigdalitis aguda (36 495) y fiebre con escalofríos (24 789); y (c) Chimaltenango: enfermedades diarreicas (24 247) y amebiasis (12 069) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019).

4.4 Servicios externos e internos

En cuanto a las consultas externas⁴, los centros hospitalarios privados brindaron consultas a 29 607 personas en el departamento de Sacatepéquez. La mayor demanda de servicios fue por otras causas (46.7 % del total de casos atendidos) y le siguieron: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio (5.5 %), así como enfermedad renal crónica (5.4 %), otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (5.1 %), trastornos de la acomodación y de la refracción (3.2 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En el departamento de Escuintla los centros hospitalarios privados brindaron consultas externas a 36 035 personas. La mayor demanda fue por otras causas (43.4 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: enfermedad renal crónica (18.8 %), otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (7.4 %), supervisión de embarazo normal (6.4 %), otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado (2.9 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

Por último, en el departamento de Chimaltenango los centros hospitalarios privados brindaron consultas externas a 28 670 personas. La mayor demanda fue para otras causas (43.2 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: enfermedad renal crónica (6.8 %), otros trastornos del sistema urinario (4.6 %), otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (4.6 %), trastornos de la acomodación y de la refracción (3.7 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En cuanto a los servicios internos⁵, los centros hospitalarios privados del departamento de Sacatepéquez atendieron a 3721 personas en 2020. La

⁴ Servicios externos: atención de pacientes ambulatorios, que asisten a consulta médica, fuera de las áreas de hospitalización.

⁵ Servicios internos: atención de pacientes que ingresan a una sala interna para ser atendidos médica, quirúrgica u obstétricamente.

mayor demanda fue por otras causas (35.8 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: parto único por cesárea (11.3 %) y nacidos vivos según lugar de nacimiento (6.6 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

En el departamento de Escuintla se brindaron servicios internos a 11 365 personas. La mayor demanda fue por enfermedad renal crónica (24.9 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: otras causas (22.0 %) y parto único por cesárea (13.4 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

Por último, en el departamento de Chimaltenango se brindaron servicios internos a 4656 personas. La mayor demanda fue por otras causas (26.3 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: parto único por cesárea (12.8 %) y enfermedad renal crónica (11.7 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

Por otro lado, dos aspectos que sobresalen en el Plan de Desarrollo Departamental de Escuintla son: (a) el manejo y control de la malaria y la tuberculosis y (b) la propagación del VIH/sida, cuyos datos muestran un incremento progresivo en los casos detectados desde el inicio de la epidemia en la década de los años 80⁶ (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

4.5 Inmunizaciones

Con relación a los programas de inmunización, la *Memoria de Estadísticas Vitales y Vigilancia Epidemiológica 2019* reportó las siguientes coberturas en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate (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 Achiguate en el año 2019

n.º	Departamento	Sacatepéquez	Chimaltenango	Escuintla
	Población infantil menor de 1 año	6734	14 375	16 673
	Vacunas	(%)		
1	Tuberculosis	23	90	1.5
2	Hepatitis B	16	80	0.8

⁶ De 66 casos reportados en el 2005, al concluir el año 2010 se habían diagnosticado un total de 1396 casos (30 % de ellos en el país). De ellos, 336 corresponden al año 2010, con un predominio del sexo masculino sobre el femenino (56 %), y la principal causa de transmisión fue la relación sexual desprotegida. De 2626 exámenes efectuados para detectar VIH en mujeres embarazadas, nueve resultaron positivos (0.3 %), lo cual evidencia la vulnerabilidad de las mujeres a ser infectadas y de que exista transmisión vertical a los niños, cuando no se tiene la oportunidad de recibir tratamiento (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

n.º	Departamento	Sacatepéquez	Chimaltenango	Escuintla
	Población infantil menor de 1 año	6734	14 375	16 673
	Vacunas	(%)		
3	Pentavalente*	94	93	2.2
4	Antipoliomielítica*	97	96	2.4
5	Rotavirus**	95	94	2.3
6	Influenza	41	18	0.8
7	Neumococo**	97	95	2.4
8	Sarampión, paperas y rubeola***	97	90	91

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 V —a la que pertenecen los departamentos de Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango— se identificó que de 37 630 niños censados⁷, el 70.4 % se encuentra en estado nutricional normal y 29.6 % tiene retardo de talla, de los cuales 23.3 % está en un estado nutricional moderado y 6.3 % en un estado nutricional severo, aun así su categoría de vulnerabilidad nutricional se ubica en moderada (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 Escuintla tiene los valores más bajos con 18.6 %, Sacatepéquez se ubica en el grupo de departamentos moderados con 26.8 % y Chimaltenango tiene los valores más altos con 42.7 % (Ministerio de Educación, 2015).

4.7 Infraestructura de salud

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

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

n.º	Tipo de servicio de salud	Sacatepéquez	Escuintla	Chimaltenango	Total
1	Hospital	1	5	3	9
2	CAP	1	6	3	10

⁷ 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 (nacidos entre julio de 2005 a julio 2009).

n.º	Tipo de servicio de salud	Sacatepéquez	Escuintla	Chimaltenango	Total
3	Caimi	0	0	0	0
4	Cenapa	1	1	0	2
5	Puesto de salud fortalecido	0	1	0	1
6	Centro de salud tipo "A"	0	3	0	3
7	Centro de salud tipo "B"	3	1	12	16
8	Puesto de salud	16	2	45	63
9	Maternidad cantonal	0	0	1	1
10	Centro de urgencias 24 horas	0	2	0	2
11	Clínica periférica	0	0	1	1
12	Centro de convergencia	0	15	102	117
13	Unidad notificadora	21	4	76	101
14	Clínica médica particular	131	No se cuenta con información	116	247
15	Hospital y/o sanatorio privado	5	20	21	46
16	Farmacia	126	4	210	340
17	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)	Institución presente en cada departamento de la cuenca, pero no se tiene 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 que habita en la cuenca hidrográfica del río Achiguate son los siguientes: (1) preprimario: 5 %, (2) primario: 41 %, (3) medio: 35 % y (4) superior: 6 % (licenciatura, maestría y doctorado). El restante 13 % de la población no cuenta con ningún nivel de formación educativa (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La población del municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango cuenta con el mayor porcentaje de población (22 %) sin ningún nivel de formación educativa. Por el contrario, el municipio de San Lucas Sacatepéquez del departamento de Sacatepéquez cuenta con la población con mayor nivel educativo superior (15 %).

En el departamento de Sacatepéquez se estima que, de la población que habita en la cuenca mayor de cuatro años, el 51 % ha cursado el nivel de preprimaria y primaria; pero sobresale que 9 % cuenta con un nivel educativo superior. En los departamentos de Escuintla y Chimaltenango se estima que el 58 % de la población respectivamente ha estudiado a nivel 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 Achiguate, año 2018

Departamento	Población relativa (%)			
	Ninguno	Preprimaria y primaria	Medio	Superior
Escuintla	15	46	36	4
Chimaltenango	16	47	32	5
Sacatepéquez	11	46	36	8
Total	13	41	35	6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Diversos factores sociales provocan la inasistencia a los establecimientos educativos por parte del 13 % de la población que no ha recibido ninguna educación en estos departamentos. Las principales causas por las que la población de entre 4 a 29 años de la cuenca no asiste a estudiar son: tener que trabajar (23 %), falta de dinero (21 %) y falta de gusto o deseo de asistir (11 %) (Figura 10) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

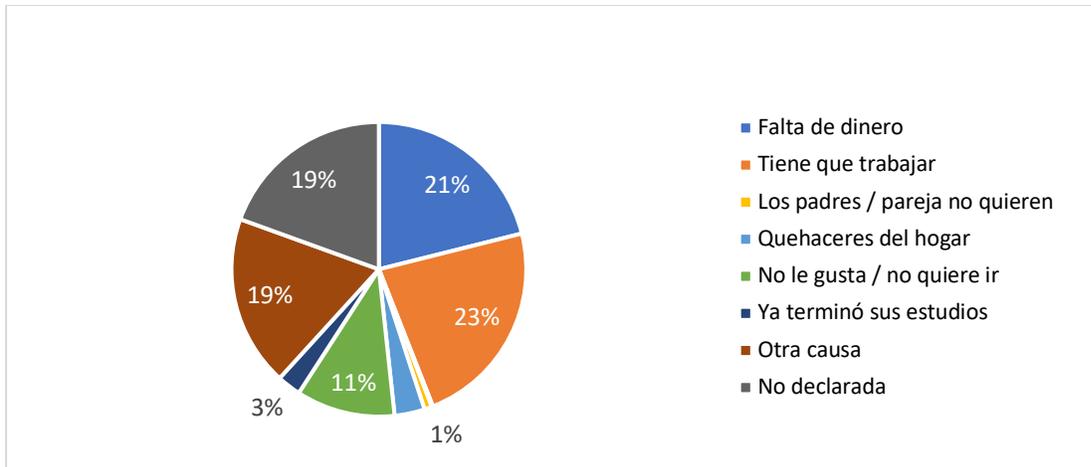


Figura 10. Causas de inasistencia a establecimientos educativos de la población entre 4 y 29 años en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.1 Alfabetismo

El 86 % de la población que habita en la cuenca del río Achiguate es mayor de siete años, de la cual el 90 % es alfabeta (sabe leer y escribir) y 10 % es analfabeta. De las personas alfabetas, la mitad son hombres y la otra mitad mujeres. Se estima que el 71 % no asiste a un establecimiento educativo, mientras que el 29 % sí asiste, de quienes el 78 % estudia en su mismo municipio y el resto ha tenido que salir para acceder a educación en otro lugar. Sobresalen los municipios de Jocotenango y San Lucas Sacatepéquez con los porcentajes más altos de alfabetismo —este último con un 96 %— (Figura 11) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

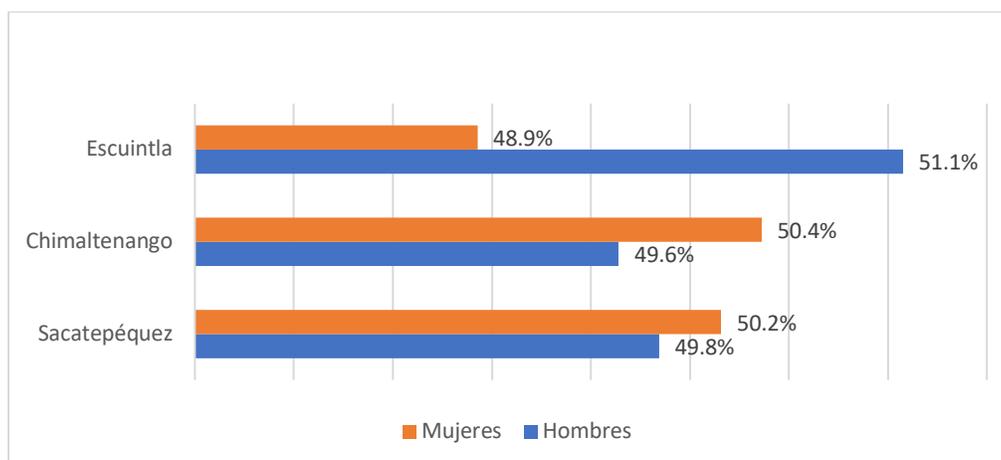


Figura 11. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

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 más ágil y directa. El uso del celular es el más común, y un 67 % de la población relativa de la cuenca del río Achiguate mayor a siete años tiene acceso a dicho dispositivo. Sin embargo, 31 % de la población aun no utiliza celular en su diario vivir (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La computadora es el segundo dispositivo más popular, 2.7 de cada 10 personas en la cuenca la utiliza, pero un 71 % 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 que habita en la cuenca, solo un 36 % usa internet, 62 % no utiliza internet en su día a día y del 2 % 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: Escuintla (Escuintla), El Tejar (Chimaltenango) y San Lucas Sacatepéquez (Sacatepéquez) (Figura 12) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

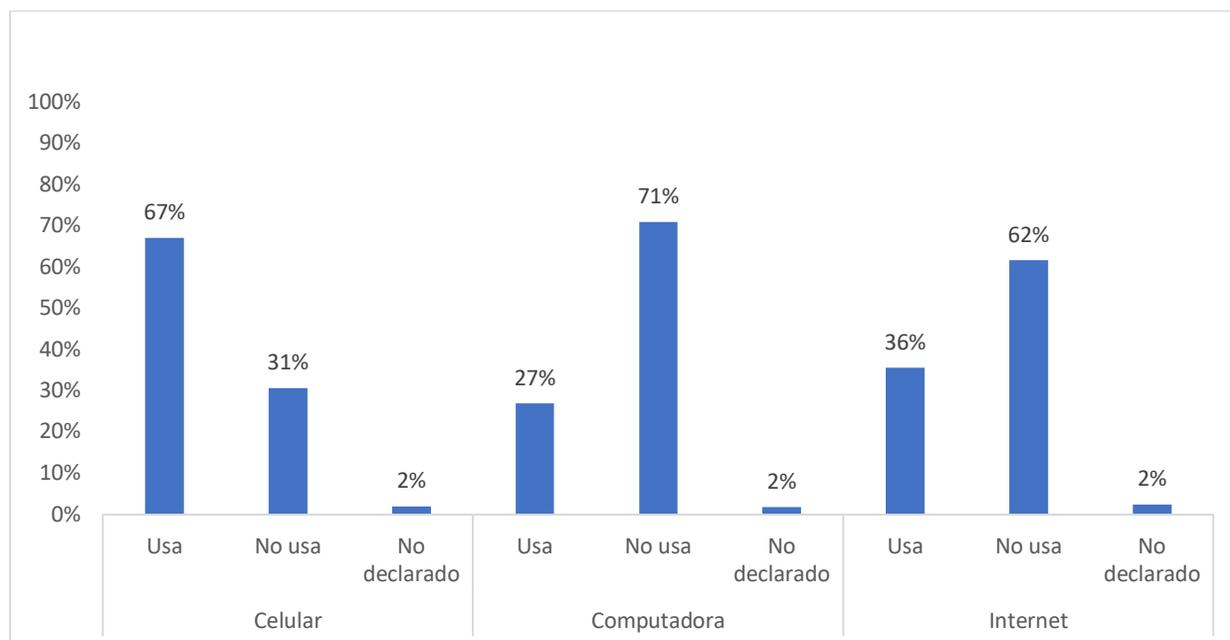


Figura 12. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

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 el departamento de Sacatepéquez:

- Región norte: 217 establecimientos, de los cuales 81 son de nivel preprimario bilingüe, 79 de nivel primario, 53 de nivel medio y 4 de educación para adultos.
- Región central: 239 establecimientos, de los cuales 99 son de nivel preprimario, 55 de nivel primario, 80 de nivel medio y 5 de educación para adultos.
- Región sur: 59 establecimientos, de los cuales 19 son de nivel preprimario, 23 de nivel primario, 15 de nivel medio y 2 de educación para adultos.

En el departamento de Escuintla se identificaron 1521 establecimientos educativos (62 % públicos, 35 % privados y 3 % por cooperativa); de los cuales 508 son de nivel preprimario (33 %), 586 de nivel primario (38 %) y 427 de nivel medio (28 %). Con relación al nivel superior existe una alta afluencia de jóvenes y adultos a las carreras ofertadas por: Universidad de San Carlos de Guatemala en el Centro Universitario del Sur (Cunsur), Universidad del Valle (en Santa Lucía Cotzumalguapa), Universidad Rafael Landívar, Universidad Mariano Gálvez, Universidad Rural (sedes en Escuintla, Tiquisate, Nueva Concepción y Santa Lucía Cotzumalguapa) y Universidad Galileo (sedes en Escuintla, Santa Lucía Cotzumalguapa, San José y Tiquisate), entre otras (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En el departamento de Chimaltenango la infraestructura educativa registrada es de 792 establecimientos en los diferentes niveles educativos, 130 de los cuales se encuentran en el área urbana y 662 en la rural. Con relación a los servicios universitarios, se cuenta con sedes de las siguientes universidades: Mariano Gálvez, Panamericana, Rural, Galileo y San Carlos de Guatemala —a través del Centro Universitario de Chimaltenango— (Cundech) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

6 HOGARES Y VIVIENDA

6.1 Hogares

En este caso no fue posible interpolar los datos sobre hogares ubicados en todos los municipios de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla que tienen lugares poblados dentro de la cuenca del río Achiguate según el Censo 2018, debido a que no se contó con información sobre el número de hogares en cada lugar poblado. 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 departamento se muestra en la Figura 13.

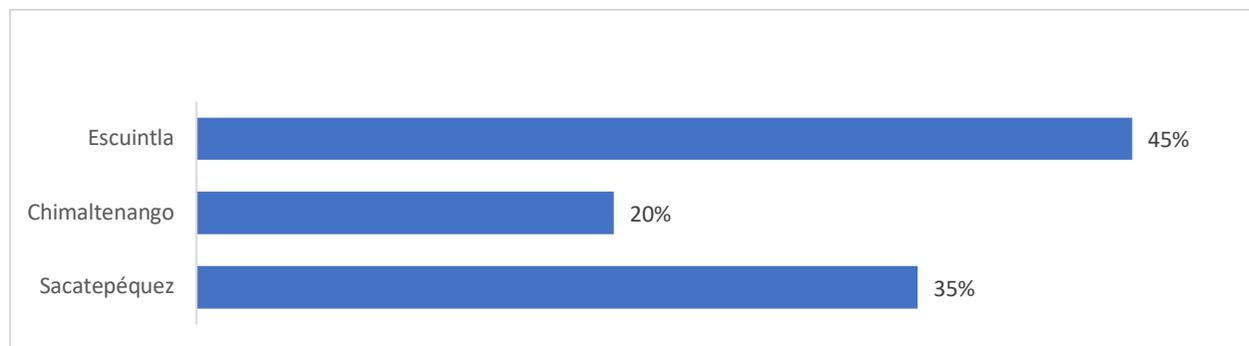


Figura 13. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios con más hogares en el territorio de la cuenca son (Figura 14):
(a) Departamento de Escuintla: Escuintla (22 %) y San José (10 %);
(b) Departamento de Chimaltenango: Chimaltenango (12 %) y
(c) Departamento de Sacatepéquez: Antigua Guatemala (6 %) y Ciudad Vieja (5 %).

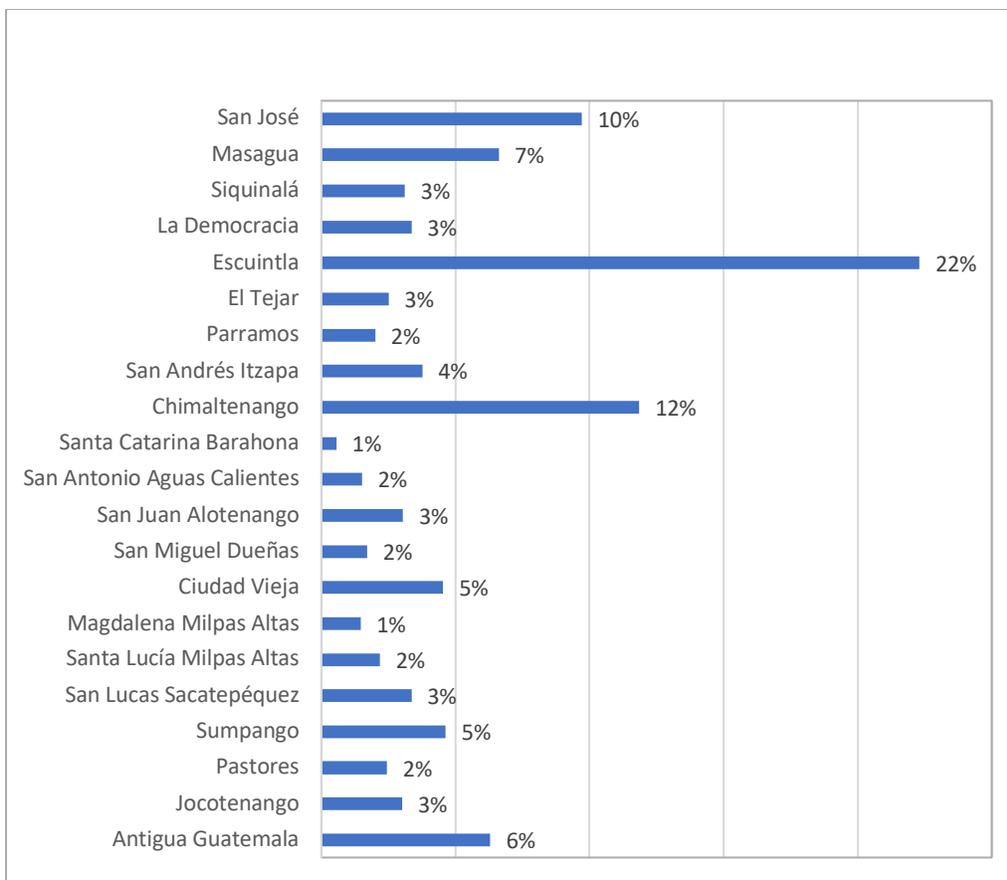


Figura 14. Porcentaje de hogares en los municipios ubicados en la cuenca del río Achiguate, año 2018

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. Co-residentes: conformado por el jefe de hogar y otros no parientes.

En los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate, el 65 % de los hogares es nuclear y el 25 % es extendido (Figura 15).

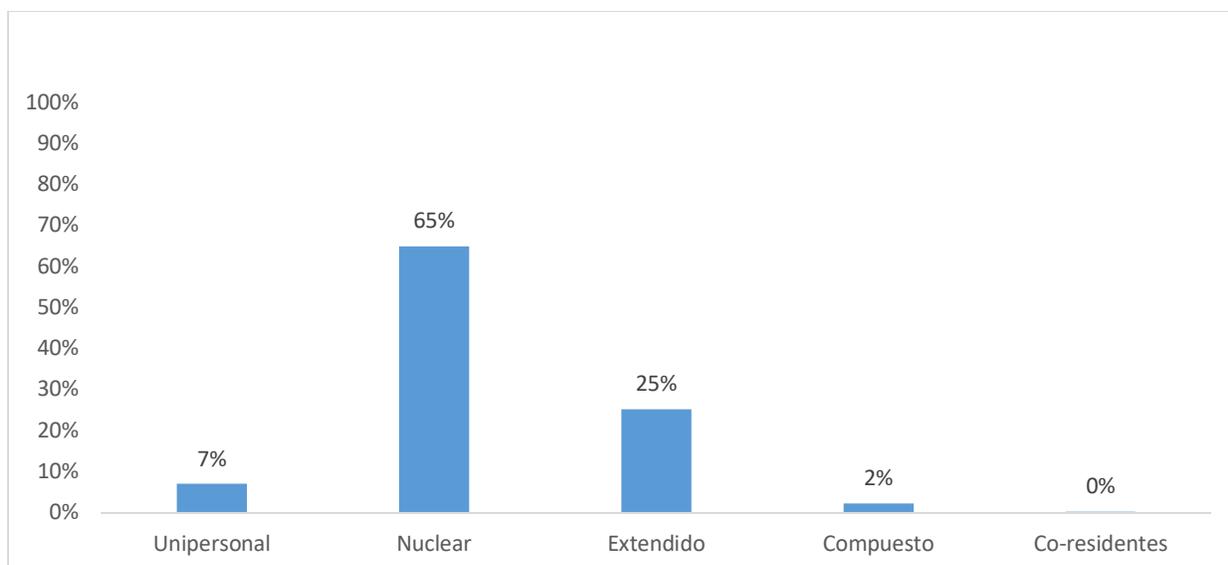


Figura 15. Tipo de hogares en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

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 Achiguate es la siguiente: 76 % declara ser propietario, 14 % alquila, 8 % tiene viviendas cedidas o prestadas y 1 % tiene su hogar en propiedades comunales (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En cuanto a las propiedades comunales, su distribución por departamento es la siguiente: 61 % en Sacatepéquez (principalmente en los municipios de Antigua Guatemala y Pastores), 38 % en Escuintla (especialmente en los municipios de Escuintla y La Democracia) y 1 % en Chimaltenango (sobretudo en los municipios de San Andrés Itzapa y Chimaltenango) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En cuanto al sexo del propietario de la vivienda según el Censo 2018, el 54 % corresponde a hombres, 32 % a mujeres, 10 % a ambos y el resto no quiso dar a conocer el sexo del propietario. En cuanto a la toma de decisiones en el hogar, 29 % es ejercida por hombres, 24 % por mujeres y 75 % 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 dentro de la cuenca del río Achiguate, 95 % es formal, 0.9 % es apartamento, 1.5 % es un cuarto en casa de vecindad, 0.5 % es un

rancho, 0.6 % es improvisada y 0.1 % corresponde otros tipos de viviendas (como las colectivas). La condición de ocupación de las viviendas particulares es la siguiente: 82 % ocupada, 3 % de uso temporal, 13 % desocupada y el restante porcentaje corresponde a la categoría de otros (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 16).

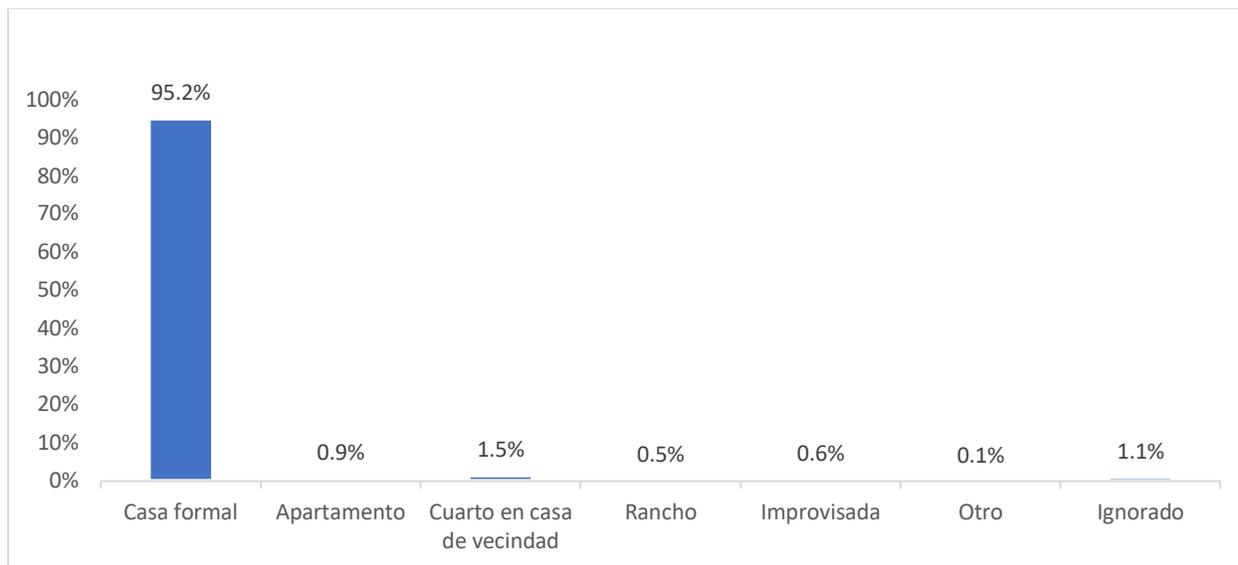


Figura 16. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguaté, año 2018 (en porcentaje)

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 Achiguate de los departamentos de Escuintla, Sacatepéquez y Chimaltenango utilizan los siguientes tipos de servicio sanitario: inodoro conectado a red de drenajes (72 %), inodoro conectado a fosa séptica (12 %), excusado lavable (5 %), letrina o pozo ciego (10 %) y 1 % no tiene acceso a servicio sanitario (Figura 17) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

El municipio de Sumpango en el departamento de Sacatepéquez tiene el mayor porcentaje de uso de letrina o pozo ciego (26 %), mientras que en el resto de los municipios su utilización se encuentra por debajo del 12 %. Los mayores porcentajes de uso de letrina o pozo ciego en los municipios de Chimaltenango son los siguientes: 1.8 de cada 10 hogares en Chimaltenango (18 %), 1.4 de cada 10 hogares en San Andrés Itzapa (14 %) y 1.3 de cada 10 hogares en Parramos (13 %). Por último, en el caso del departamento de Escuintla se estima que en La Democracia se hace mayor uso de inodoro conectado a red de drenajes (36 %); en Masagua se utiliza inodoro conectado a red de drenajes, inodoro conectado a fosa séptica, excusado lavable (en un 25 % respectivamente); y San José es el municipio con mayor uso de inodoro conectado a fosa séptica (54 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

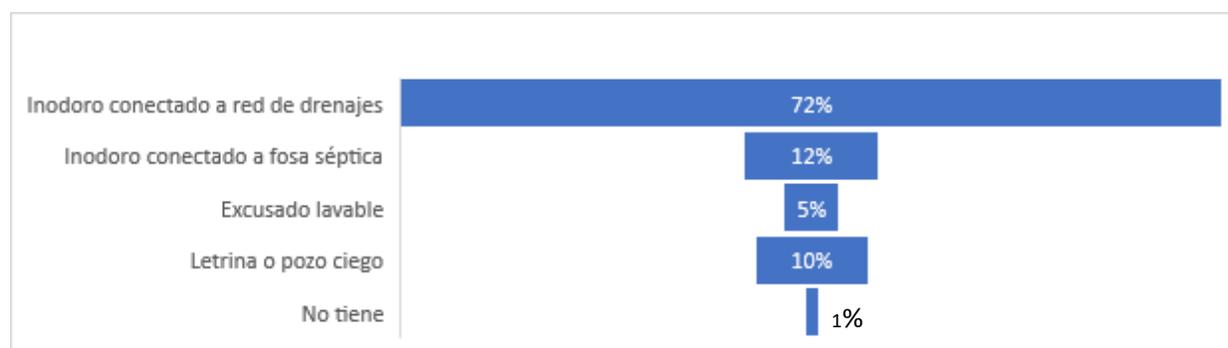


Figura 17. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.2 Cobertura eléctrica

Los hogares ubicados en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y

Escuintla, utilizan el siguiente alumbrado: red de energía eléctrica (97.8 %), panel solar o eólico (0.3 %), gas corriente (0.1 %), candela (1.7 %) y otros medios de alumbrado (0.2 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Sacatepéquez el 99 % del total de los hogares tiene acceso a la red de energía eléctrica, mientras que 1 % utiliza candela (principalmente en los municipios de San Juan Alotenango, Antigua Guatemala y Sumpango).

En el departamento de Chimaltenango, el 98 % de los hogares de los seis municipios que tienen presencia en la cuenca usa la red de energía eléctrica y un 2 % utiliza candela, principalmente en los municipios de Chimaltenango y San Andrés Itzapa.

Por último, en el departamento de Escuintla, el 97 % de los hogares emplea la red de energía eléctrica, 2 % utiliza candela (principalmente en los municipios de Escuintla y Masagua), 0.3 % usa paneles solares en los municipios de Escuintla y San José, y el resto dispone de otros tipos de alumbrado (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 18).

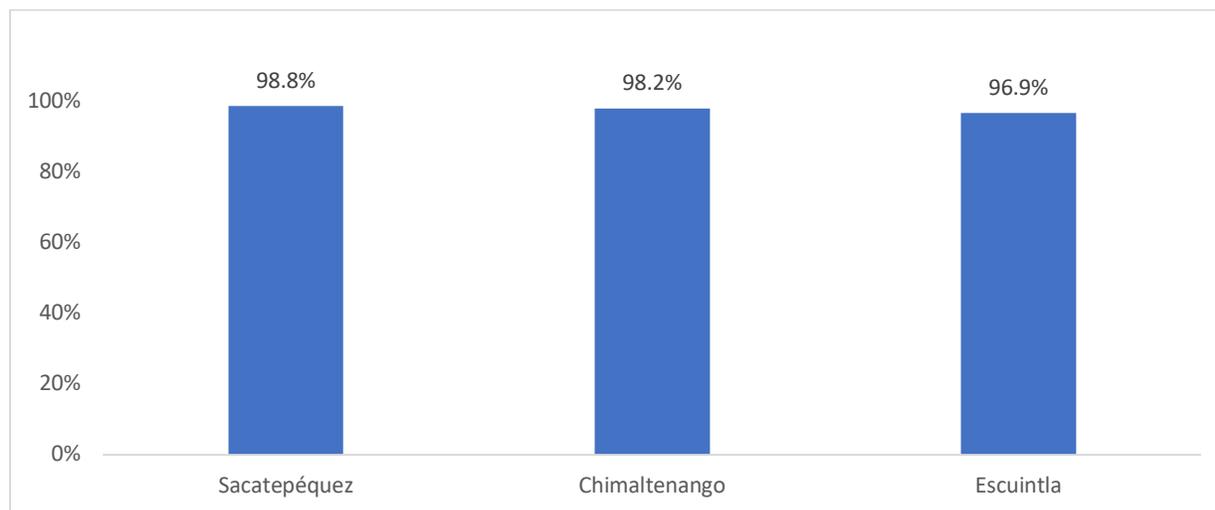


Figura 18. Cobertura eléctrica por departamento, incluye sólo los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios con menor cobertura de energía eléctrica por departamento son: San Juan Alotenango (Sacatepéquez) con 97 %, San Andrés Itzapa (Chimaltenango) con 97 % y en Escuintla: Masagua con 94 %, seguido por La Democracia y Siquinalá con 96 % respectivamente (Escuintla) (Figura 19).

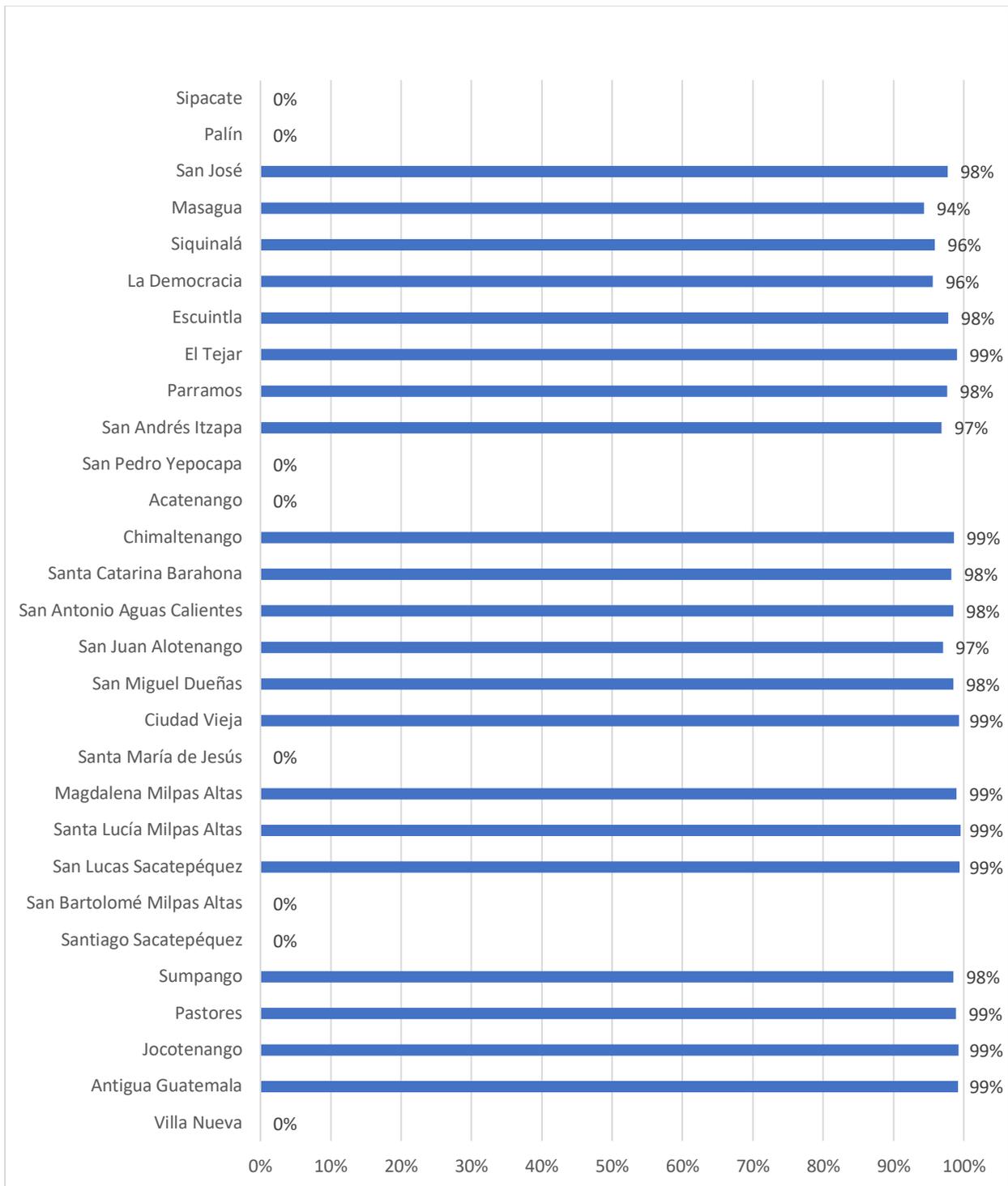


Figura 19. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.3 Fuentes de energía para cocinar

En los hogares de los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate, las principales fuentes de energía para cocinar son: gas propano (67 %), leña (31 %), electricidad (1 %) y 1 % indicó que no cocina. El 74 % de los hogares cuenta con un cuarto exclusivo para cocinar y 26 % no, lo que implica que en un mismo espacio se realizan muchas actividades del hogar, incluyendo posiblemente dormir (Figura 20 y Tabla 9) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

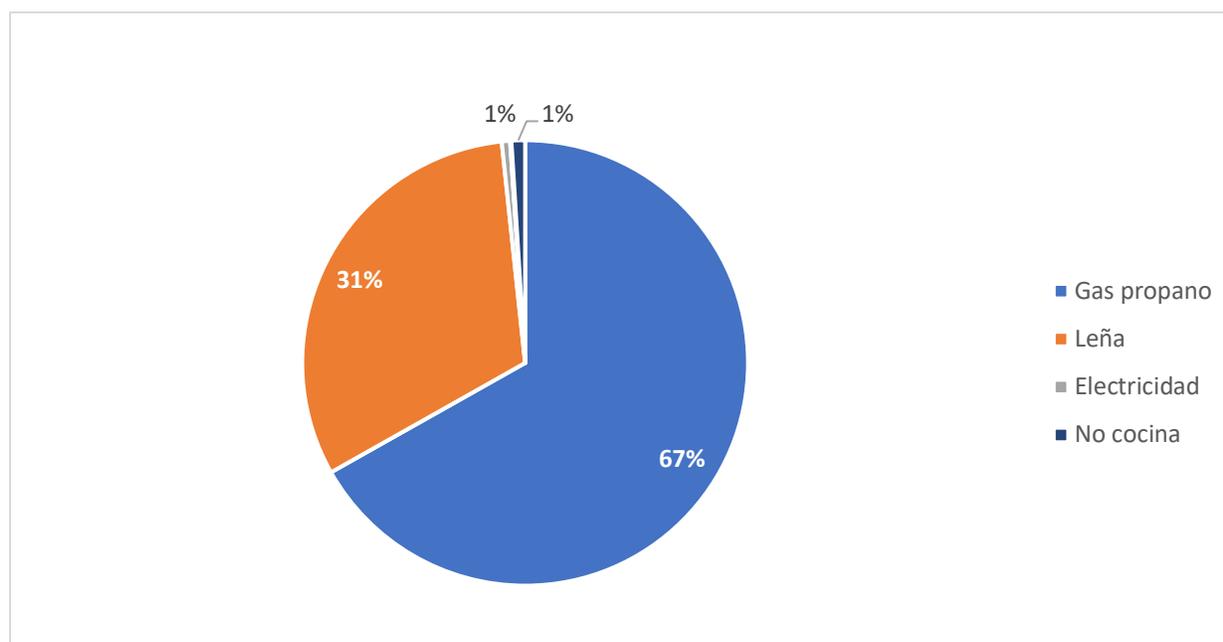


Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Tabla 9. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018

Departamento	Fuente de energía para cocinar (%)				
	Gas propano	Leña	Electricidad	Carbón	Gas corriente
Sacatepéquez	68.3	30.1	1.2	0.0	0.0
Chimaltenango	64.9	34.5	0.2	0.0	0.1
Escuintla	66.6	31.3	0.3	0.0	0.0
Total	67	31	1	0.0	0.1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de Sacatepéquez un alto porcentaje de los hogares usa gas propano. En Jocotenango lo utilizan 9 de cada 10 hogares, mientras que en San Lucas Sacatepéquez y Santa Lucía Milpas Altas lo emplean 8.4 de cada 10 hogares respectivamente. Los municipios que más utilizan leña para cocinar son: Sumpango (4.7 de cada 10 hogares) y San Juan Alotenango (6.3 de cada 10 hogares).

Los municipios que más usan gas propano en Chimaltenango son: Chimaltenango (69 %) y El Tejar (77 %), mientras que el municipio de San Andrés Itzapa es el que más utiliza leña (54 %). Los municipios que más emplean gas propano como fuente principal para cocinar en Escuintla son: Escuintla (74 %) y San José (71 %), mientras que en Masagua se utiliza más leña (55 %) (Figura 21) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

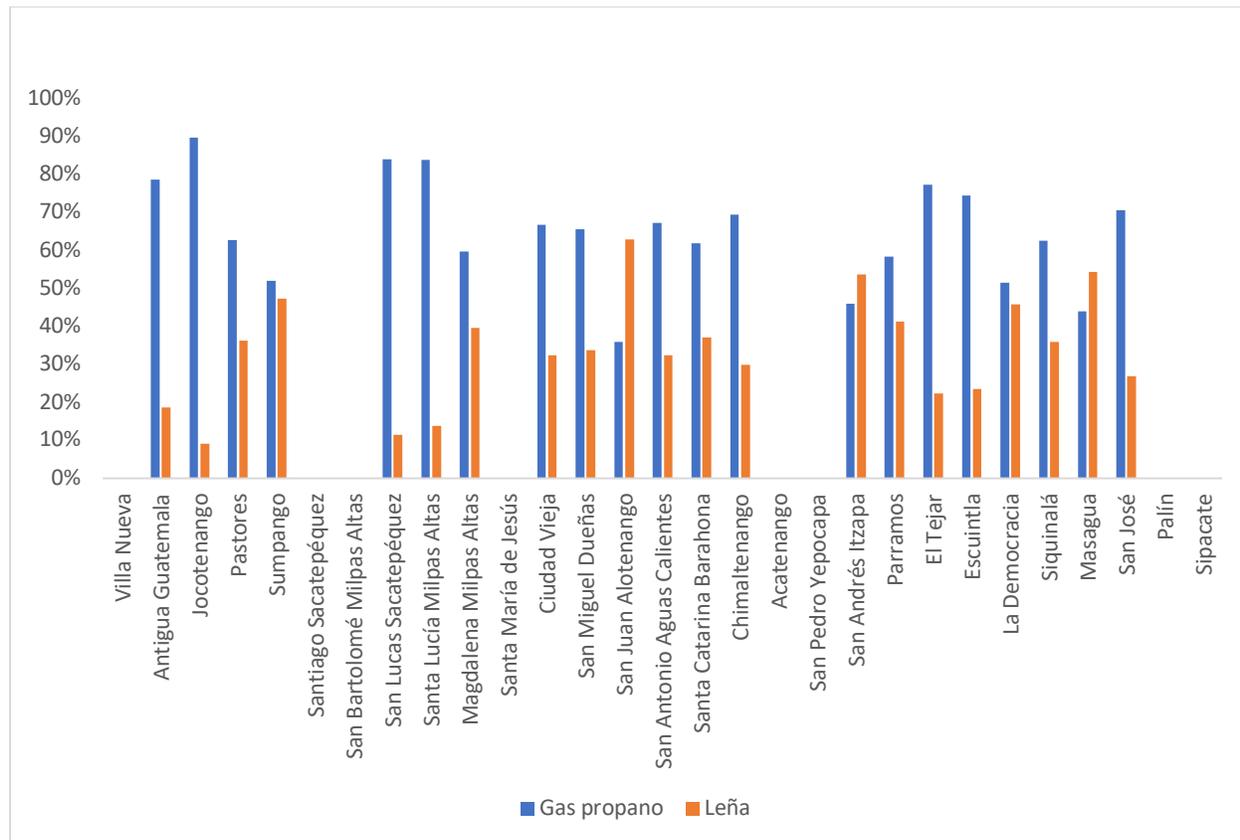


Figura 21. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Se estima que el uso de electricidad para cocinar se concentra principalmente en el departamento de Sacatepéquez en los municipios de Antigua Guatemala (2 %), Jocotenango (1 %), San Lucas Sacatepéquez (4 %) y Santa Lucía Milpas Altas (2 %).

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 el servicio municipal (34 %), seguido del servicio privado (32 %), mientras que 25 % la quema, 3 % la tira en río, quebrada o mar, y el resto usa otros medios (Figura 22).

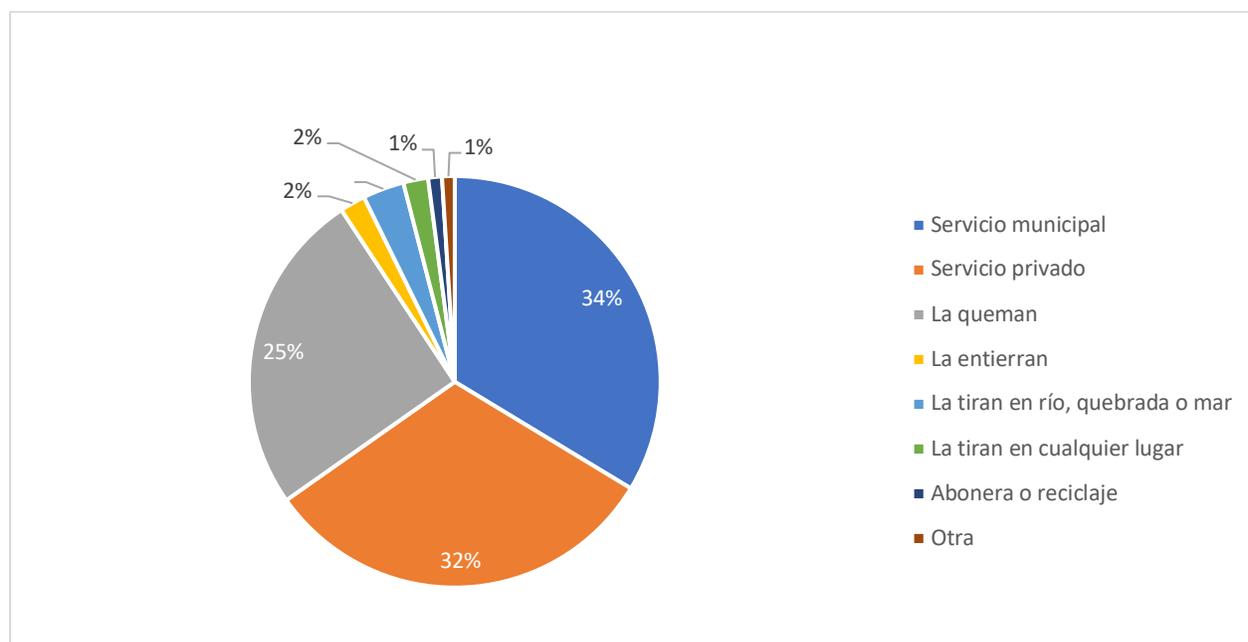


Figura 22. Principal forma de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

El manejo de los desechos sólidos en el departamento de Sacatepéquez es un problema latente, debido a que no existe un lugar para su tratamiento. Únicamente el municipio de San Antonio Aguas Calientes cuenta con una pequeña planta de tratamiento, mientras que en el resto de los municipios se utilizan vertederos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Todas las cabeceras municipales del departamento de Escuintla cuentan un tren de aseo; sin embargo, en ningún municipio se ha implementado un manejo adecuado de la basura, ya que en todos existen basureros a cielo

abierto y ninguno tiene planta de manejo de los desechos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En ninguno de los municipios del departamento de Chimaltenango existen rellenos sanitarios o plantas de tratamiento de desechos sólidos, y la descarga se hace directamente en vertederos que van a parar a los diferentes ríos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

8 USOS DEL AGUA

8.1 Fuente principal de agua para consumo en el hogar

Con base en datos del Censo 2018, se procesó la información sobre la fuente principal de agua para consumo en todos los hogares ubicados en los municipios de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla que tienen presencia en la cuenca, omitiéndose aquellos que no tienen población en la cuenca.

La principal fuente de agua para consumo en el 70 % de los hogares es la que llega por medio de tubería en la vivienda, mientras que un 17 % la obtiene de pozo perforado, 7 % de tuberías fuera de la vivienda y 3 % de chorro público (Figura 23) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

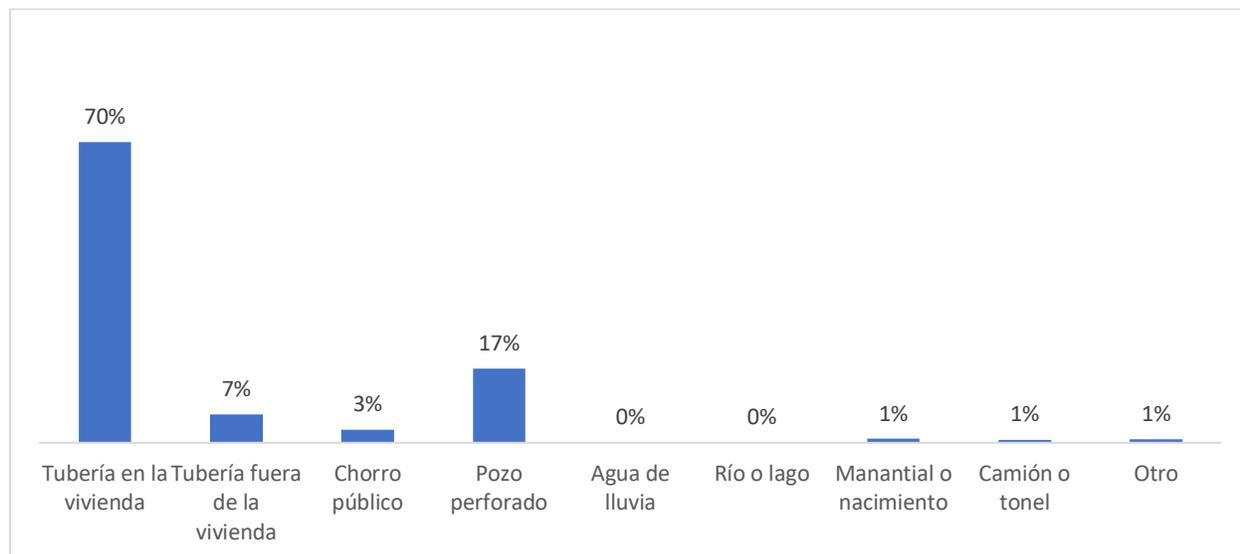


Figura 23. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia de la cuenca del río Achiguate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de Sacatepéquez, 34 % de los hogares obtiene agua para consumo por medio de tubería en la vivienda, 24 % de chorro público, 22 % de tubería fuera de la vivienda, 8 % de manantial o nacimiento y 5 % de camión o tonel. Por otro lado, en el departamento de Chimaltenango la población obtiene el agua de las siguientes fuentes: 33 % de tubería en la vivienda, 37 % de pozo perforado y 17 % de tubería fuera de la vivienda (Figura 24) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el caso del departamento de Escuintla, el 19 % de los hogares obtiene agua por medio de tubería en la vivienda, 68 % de pozo perforado y 7 % de tubería fuera de la vivienda. Los municipios donde la tubería es la fuente primaria de acceso al agua para consumo en la vivienda son: Escuintla (68 %) y Siquinalá (50 %). Por otro lado, municipios como La Democracia (55 %), Masagua (54 %) y San José (44 %) tienen como fuente principal de agua en la vivienda el pozo perforado (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

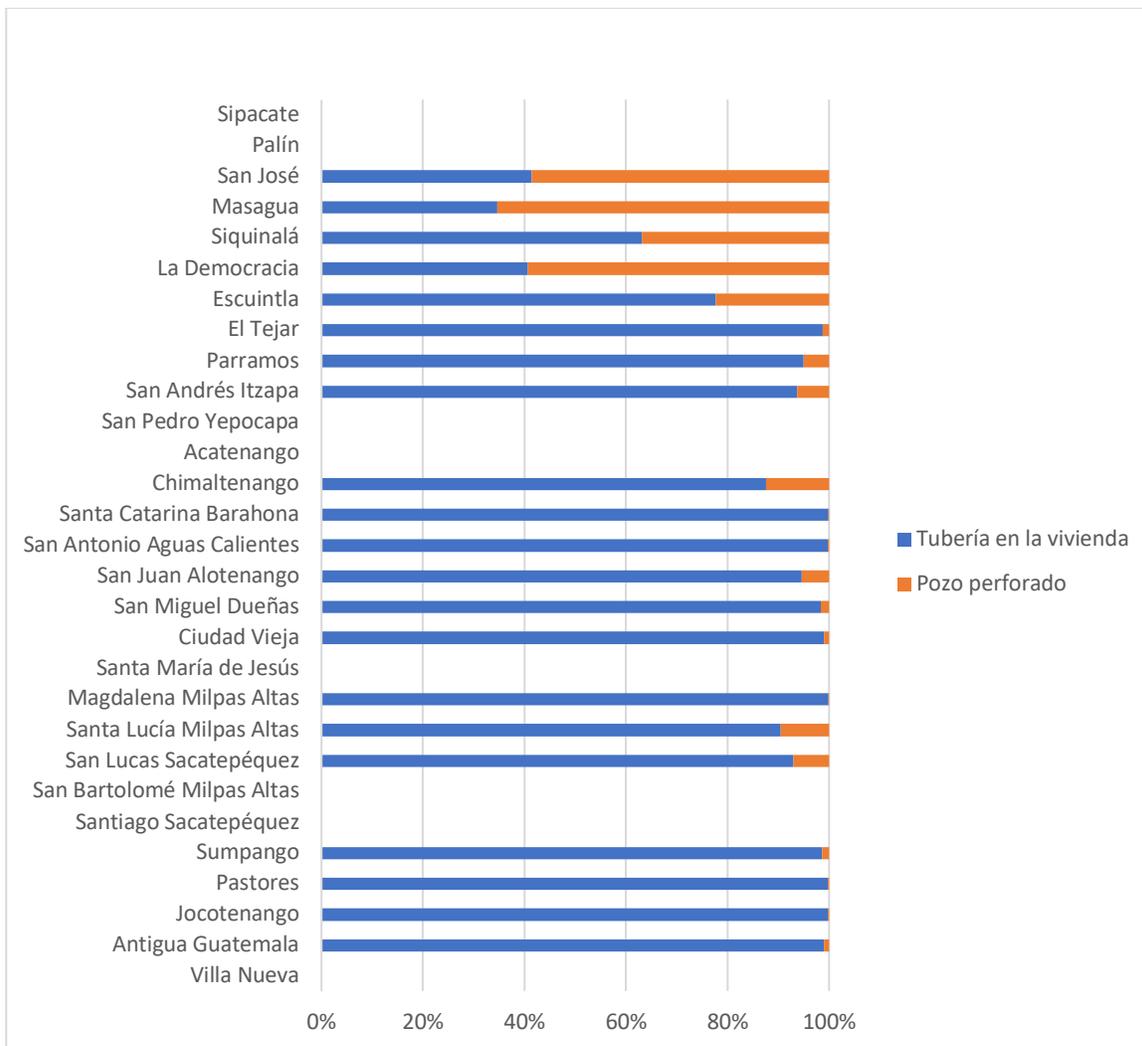


Figura 24. Fuente principal de agua para consumo por municipio con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2018
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

y con el resto de la República, estimando una red vial de 861 km, de los cuales 45 % están asfaltados y el resto es de terracería. Los tramos más recientes son los de la CA-2-oriente Taxisco-Chiquimulilla-Ciudad Pedro de Alvarado, la CA-9 sur autopista Escuintla-Puerto Quetzal, la CA-9 San José-Iztapa, la autopista Palín-Escuintla y la carretera al Puerto de San José vía Masagua, del kilómetro 70 al 110. Además, cuenta con 112 puentes de concreto armado y algunos con estructuras metálicas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En lo que se refiere al departamento de Sacatepéquez, la comunicación vial permite que las subregiones departamentales norte, central y sur tengan acceso a todos los municipios, transitando dentro de sus colindancias rutas nacionales y departamentales (Figura 26). En su mayoría, las vías están asfaltadas o pavimentadas, y existe una conectividad vial amplia y fluida entre las principales poblaciones del territorio ya que son transitables durante todas las épocas del año, pero en el caso de algunas aldeas la conexión es deficiente (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a). Existen muchos caminos de terracería, especialmente los que conectan las cabeceras municipales con las aldeas.

En términos generales, el departamento de Chimaltenango cuenta con una red de carreteras en buenas condiciones (Figura 27) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b). En la cabecera departamental se concentra la mayor cantidad de transporte que proviene de todos los municipios, ya que es atravesada por la carretera Interamericana. El departamento cuenta con una carretera que comunica a Patzún con la costa sur. A nivel departamental existen carreteras asfaltadas que comunican los municipios entre sí y las distancias en la mayoría de los casos son cortas. No obstante, para llegar a algunos municipios, primero es necesario ir a la cabecera departamental para dirigirse hacia los mismos, porque un alto número de caminos rurales no son aptos para la circulación de vehículos livianos y pesados. San Pedro Yepocapa y San Miguel Pochuta son los municipios más alejados de la cabecera departamental y la mayoría de sus habitantes prefiere viajar hacia la ciudad capital por la costa sur, pues la distancia es más corta y la red vial está en mejores condiciones.

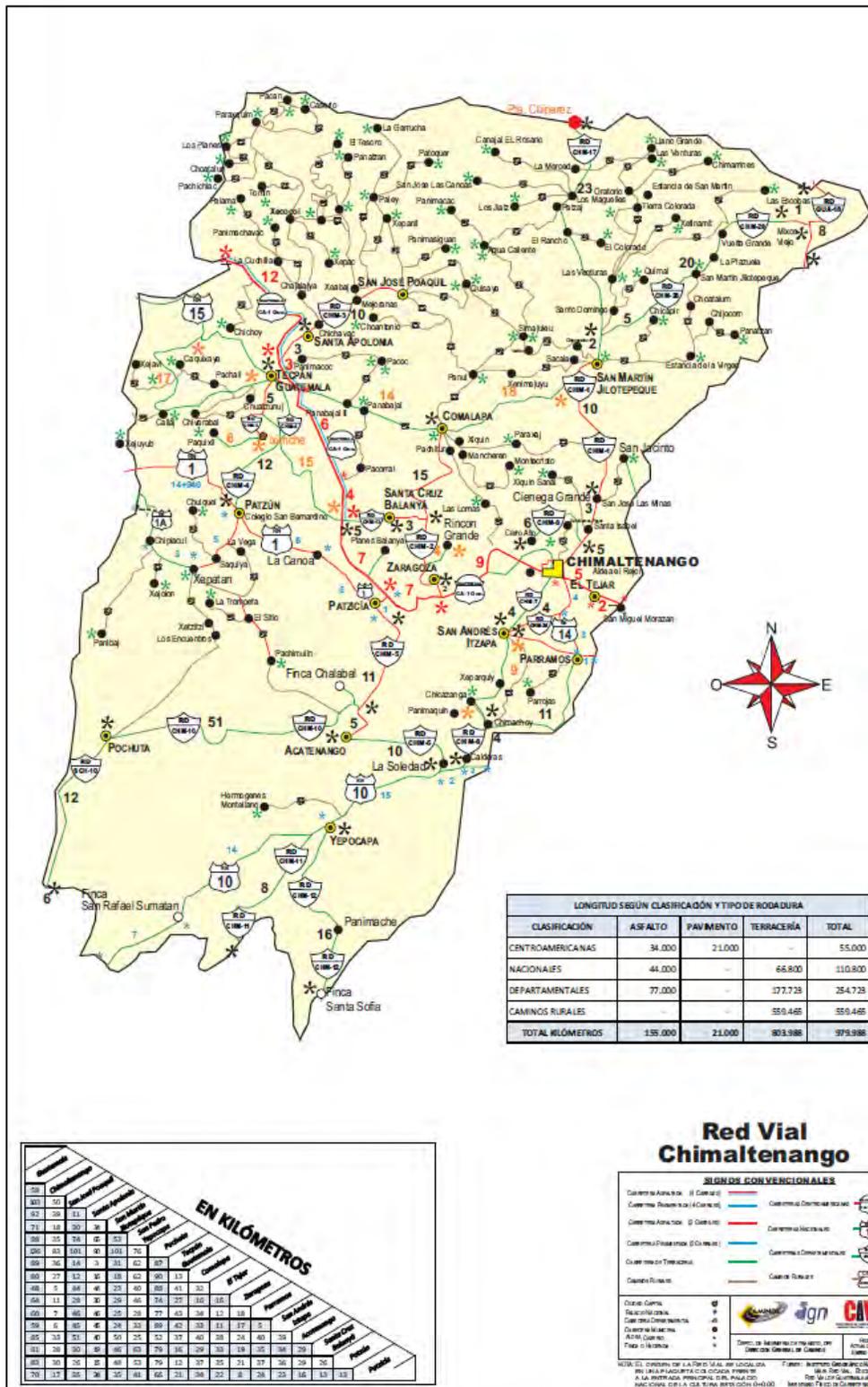


Figura 27. Mapa vial del departamento de Chimaltenango
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

Al recorrer longitudinalmente la red vial que conecta a los tres 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 10).

Tabla 10. Longitud de las carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2010 (en kilómetros)

Longitud según clasificación y tipo de rodadura (km)					
Departamento	Clasificación	Asfalto	Pavimento	Terracería	Total
Escuintla	Centroamericanas	211 000	42 000	0	253 000
	Nacionales	62 000	0	3000	65 000
	Departamentales	220 400	0	385 900	606 300
	Caminos rurales	0	0	0	0
Sacatepéquez	Centroamericanas	18 000	7000	0	25 000
	Nacionales	57 000	22 000	9000	88 000
	Departamentales	40 290	12 000	19 400	71 690
	Caminos rurales	0	0	12 720	12 720
Chimaltenango	Centroamericanas	34 000	21 000	0	55 000
	Nacionales	44 000	0	66 800	110 800
	Departamentales	77 000	0	177 723	254 723
	Caminos rurales	0	0	559 465	559 465
Total de kilómetros		763 690	104 000	1 234 008	2 101 698

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

10.1 Actividades económicas del departamento de Sacatepéquez

El departamento de Sacatepéquez cuenta con las siguientes actividades económicas:

- En la región norte las principales son la agricultura, la industria manufacturera textil y la alimenticia. Los principales productos agrícolas son las legumbres, las verduras y las hortalizas; y la mayor producción pecuaria de la región es el ganado porcino.
- En la región central las principales actividades económicas son la agricultura y la industria manufacturera textil. Los principales productos agrícolas son las legumbres, las verduras y las hortalizas; y la mayor producción pecuaria es el ganado el porcino.
- En la región sur las principales actividades económicas son la agricultura y la industria manufacturera textil. Los principales productos agrícolas son el café, las legumbres, las verduras y hortalizas, la macadamia y las naranjas; además se producen flores y existe una mayor producción de ganado bovino (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En Sacatepéquez las actividades económicas se centran en la agricultura, las artesanías y el turismo. Se exportan flores, hortalizas y frutas al mercado estadounidense y centroamericano. Debido a su ubicación logística estratégica, varias empresas exportadoras de hortalizas, de procesamiento y de empaque se han instalado en municipios como Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas y San Bartolomé Milpas Altas. En el municipio de San Miguel Dueñas se ubica el mayor número de fincas dedicadas al comercio de plantas ornamentales. En todo el departamento se producen abundantes cosechas agrícolas (café, lechuga, alverja china, zanahoria, tomate, maíz blanco y amarillo, frijol, haba, durazno, melocotón, macadamia y naranja), las cuales son aprovechadas para consumo y comercialización (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En lo pecuario produce ganado de las siguientes variedades: bovino, porcino, ovino. También hay producción avícola (que es la más representativa), así como de lácteos y embutidos. En todos los municipios se crían aves de corral como actividad de traspatio destinada al autoconsumo (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En cuanto a la actividad industrial en el departamento existen fábricas de costales plásticos, postes, tuberías, fosas sépticas de concreto, puertas y muebles con calidad de exportación, alfombras, textiles, reconstructoras y fábricas de carrocerías de buses, productos alimenticios y lácteos, empacadoras de productos agrícolas, floricultura (como pascuas, rosas y flores en general), maquiladoras de ropa, metales industriales, productos de PVC y productos de madera (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

No todos los municipios cuentan con mercados formales y no existen centros de acopio que pertenezcan a las comunidades, ya que los que hay son de orden privado, dedicados especialmente al acopio de café y hortalizas. Se cuenta con cuartos refrigerados para la conservación de plantas ornamentales mientras son exportadas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

10.2 Actividades económicas del departamento de Escuintla

El desarrollo económico del departamento de Escuintla es muy complejo y dinámico según lo expone la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011c), pues aporta considerablemente a la dinamización financiera y productiva del país, caracterizándose por el desarrollo de actividades agrícolas, agroindustriales y ganaderas. Su desarrollo económico y productivo puede medirse en torno a cuatro grandes territorios estratégicos en los cuales se divide la productividad del departamento, los cuales son: Madre Vieja, azucarero, litoral Pacífico y Pacaya. Para los fines del presente documento, se abordarán únicamente los territorios azucarero y litoral Pacífico, porque los municipios con presencia en la cuenca hidrográfica del río Achiguate se ubican en esas áreas.

10.2.1 Territorio de litoral Pacífico

Esta área geográfica incorpora a los municipios de Escuintla, San José, Masagua e Iztapa. La mayoría de los suelos de este territorio están destinados a la producción de la caña de azúcar (que cubre más del 55 %), los pastos naturales y cultivados (que ocupan un aproximado del 15 %), y el resto del territorio se usa para la agricultura de limpia anual, las plantaciones de café y los bosques naturales.

El principal centro de comercio en el territorio es la ciudad de Escuintla, en la cual se concentran los centros comerciales, bancos, servicios educativos públicos y privados y las dependencias públicas. El segundo municipio de importancia comercial es San José, en el cual se ubican industrias y la

Portuaria Quetzal, la cual es generadora de comercio y turismo nacional e internacional. Iztapa y Masagua dependen de los servicios que prestan los antes mencionados (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

10.2.2 Territorio azucarero

Esta área geográfica incorpora a los municipios de La Gomera, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa y La Democracia. La mayoría de los suelos de este territorio es destinado a la producción de caña de azúcar (85 %); mientras que el resto es utilizado para cultivos anuales, pastos, plantaciones de café, plantaciones de hule, palma africana, cultivo de limón y bosques naturales. En este territorio se encuentra la mayor cantidad de siembras de caña de azúcar del país, asimismo, se ubican ingenios azucareros e industria avícola (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Los cultivos de palma africana, limón, industria avícola y actividades derivadas de la industria —como el transporte—, complementan las fuentes laborales del territorio. El principal centro de comercio en el territorio es la ciudad de Santa Lucía Cotzumalguapa, en la cual se concentran los servicios educativos, centros comerciales, bancos y mercados. Le sigue en importancia comercial el municipio de La Gomera; mientras que Siquinalá y La Democracia son dependientes de los servicios que prestan los antes mencionados y son utilizados como áreas de paso (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

10.3 Actividades económicas del departamento de Chimaltenango

Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011b), debido a su constitución topográfica, Chimaltenango desarrolla una producción agrícola variada y abundante que proporciona excedentes que se comercializan en otros departamentos. La actividad económica se divide en dos rubros básicos: la agricultura y la industria (caracterizada principalmente por la agroindustria y la maquila). Los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Achiguate se encuentran en el territorio industrial y bocacosta, por lo que la información presentada se centra en esos lugares.

El territorio industrial está diversificado y se considera el motor comercial e industrial del departamento, aunque también se cuenta con municipios con producción eminentemente agrícola. La principal fuente de ingresos en el territorio de la bocacosta es la actividad agrícola, aunque se enfoca en el café y está poco diversificada. Gran parte de la producción departamental proviene de productores pequeños que se han asociado y han podido exportar sus cultivos al exterior a través de redes comerciales. Esta situación ha fortalecido

la competitividad local y ha garantizado la adhesión de los productores a estándares mínimos de calidad y al control del uso de pesticidas. De igual forma, ha mejorado la conectividad entre los productores a través de las asociaciones, fundaciones y programas de Gobierno (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

La producción de arveja china en el departamento representa el 69% de la producción obtenida a nivel nacional, por lo que constituye un importante producto en la economía departamental. El cultivo de güicoy representa el 38% del total nacional, y se podría considerar un cultivo de alto potencial si se pudiera lograr un mayor acceso a los mercados internacionales. El repollo y el aguacate son cultivos que también deben considerarse de alto potencial —el primero representa la mitad de la producción nacional y tiene un rendimiento 18.5 % superior al de la República— (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En Chimaltenango, el sector textil y de prendas de vestir ocupa una de las principales fuentes de ingresos en cuanto a las exportaciones. La carretera interamericana que atraviesa el departamento se ha convertido en un foco importante de la industria maquilera.

10.4 Empresas por tamaño

En el 2015, el 96.9 % de las empresas del departamento de Sacatepéquez registradas en la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas (OCSE-Mipyme) fue catalogado como micro, mientras que en el departamento de Escuintla el porcentaje fue del 96.2 % y en el departamento de Chimaltenango de 98.1 % (Tabla 11). Se registró una menor cantidad de empresas clasificadas como grandes y medianas (Ministerio de Economía, 2015).

Tabla 11. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2015

n.º	Empresas por tamaño	Sacatepéquez	Escuintla	Chimaltenango
1	Grandes	13	27	6
2	Medianas	44	68	32
3	Pequeñas	732	959	448
4	Micro	24 744	26 986	24 642
Total de empresas		25 533	28 040	25 128

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 Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango se estima que el 32.5 % se dedicó a actividades inmobiliarias, empresariales y de alquileres; le siguieron en

orden de importancia con el 25.1 % el comercio al por mayor y al por menor, y la reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; con el 7.67 % el transporte, almacenamiento y comunicaciones; y el porcentaje restante corresponde a “otros” (Figura 28) (Ministerio de Economía, 2015).

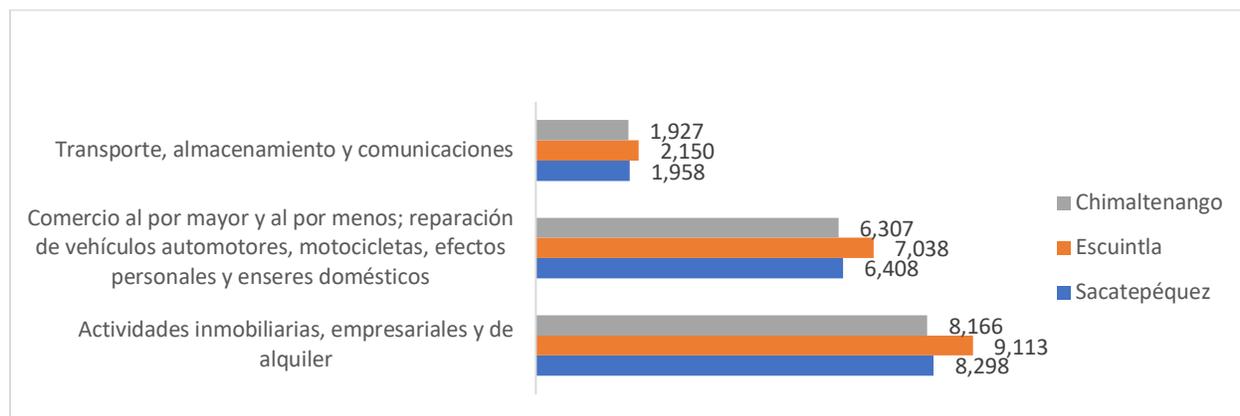


Figura 28. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2015

Fuente: Ministerio de Economía (2015).

10.5 Parque vehicular

El parque vehicular en el departamento de Sacatepéquez durante 2020 fue de 873 929 (1.8 % del total nacional), en el departamento de Chimaltenango de 1 639 377 (3.4 % del total nacional) y en el departamento de Escuintla de 2 896 129 (6.1 % del total nacional) (Instituto Nacional de Estadística, 2020e).

10.6 Ocupación hotelera

En 2013, el mayor nivel de ocupación hotelera en el departamento de Sacatepéquez se alcanzó en mayo (83.8 %), mientras que en junio se registró el menor nivel (56.5 %). En el departamento de Escuintla el mayor nivel se alcanzó en marzo (32.1 %), y en febrero se registró el menor nivel (16.2 %). Por último, en el departamento de Chimaltenango el mayor nivel se alcanzó en diciembre (39.9 %) y en marzo se registró el menor nivel (25.3 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013 a, b y c).

10.7 Migración⁸

Según la Encuesta sobre Migración Internacional de Personas Guatemaltecas y Remesas en Guatemala, en el 2016 existían 5 532 683 personas mayores de siete años con familiares en el exterior con intención de emigrar principalmente a los Estados Unidos, de los cuales los siguientes porcentajes (con relación al total del país) corresponden a los departamentos de la cuenca del río Achiguate: 1.36 % para Sacatepéquez, 2.44 % para Chimaltenango y 5.33 % para Escuintla.

El INE registró que la emigración de las personas guatemaltecas de los departamentos de la cuenca del río Achiguate, según solicitud de pasaporte, fue de: 952 de Sacatepéquez, 6430 de Chimaltenango y 9215 de Escuintla, quienes tuvieron como principal país de destino los Estados Unidos de América y, en una menor porción, Canadá y México (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Por otro lado, se registraron 123 213 personas retornadas de siete años y más, de las cuales el 2.64 % corresponde a Sacatepéquez, 1.51 % a Chimaltenango y 2.64 % a Escuintla (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

En lo que se refiere a las migraciones internas, en Sacatepéquez se percibe una acelerada concentración en las áreas urbanas, lo cual responde a un fenómeno de migración de personas de diferentes lugares del país. La migración laboral ocurre hacia las ciudades cercanas como la cabecera misma, Sacatepéquez, Escuintla y la ciudad capital. La mayoría de estas migraciones se realizan dentro de los mismos municipios (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En Escuintla existe una fuerte migración en busca de empleo durante la zafra (noviembre a abril), especialmente si el clima ha afectado los cultivos. La migración para la venta de mano de obra no calificada también se realiza hacia la capital, donde las personas realizan oficios como ayudantes de albañilería y oficios domésticos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En el departamento de Chimaltenango la migración laboral ocurre hacia las ciudades cercanas como la cabecera misma, Sacatepéquez, Escuintla y la ciudad capital, aunque se logró identificar que la mayoría de estas migraciones

⁸ 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: migración de una persona desde el exterior hacia este territorio.

se realizan dentro de los mismos municipios. También existe emigración a los Estados Unidos y Canadá; se estima que de cada cien familias cuatro tienen uno o dos familiares en estos países (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

10.8 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 1.3 % corresponde a Sacatepéquez, 5.3 % a Escuintla y 2.2 % a Chimaltenango (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

De las 516 243 personas receptoras de remesas en Guatemala, 1.08 % corresponde a Sacatepéquez, 1.32 % a Chimaltenango y 5.75 % a Escuintla, con relación al total nacional (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

El volumen de remesas que se recibió en el país en el año 2016 fue de USD 7 164 908 055. A través de bancos el monto recibido fue de USD 5 273 946 718, de los cuales los departamentos en la cuenca del río Achiguate recibieron: USD 101 040 379 en Sacatepéquez (1.91 %), USD 142 346 174 en Chimaltenango (2.69 %) y USD 285 175 222 en Escuintla (5.40 %), 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 (reparación, construcción o compra de vivienda; terrenos; ahorro e inversión en seguros) y 7.74 % para inversión social (gastos en salud y en educación) (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

10.9 Índice de precios del consumidor (IPC) de la región V

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 V (en la que tienen presencia los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla), el IPC registró una variación interanual del 4.28 % en el 2021. Durante el periodo histórico de 2017-2021 (Figura 29), la variación más alta se registró en 2021, cuando alcanzó 4.28 %, mientras que

en 2018 ocurrió la variación más baja de la región (0.79 %) (Instituto Nacional de Estadística, enero del 2022).

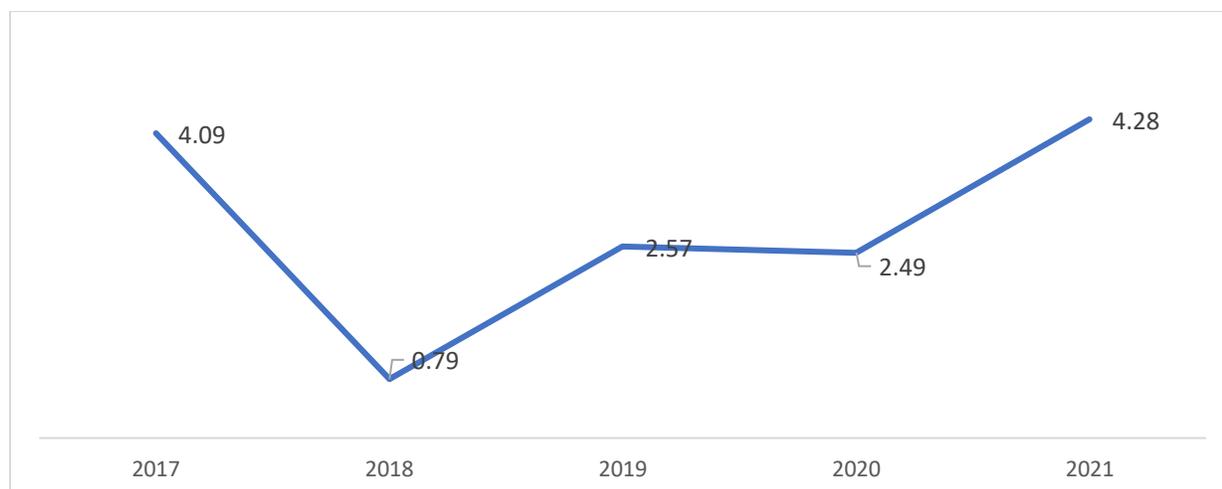


Figura 29. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC) en la región V, serie histórica 2017-2021
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero del 2022).

De las doce divisiones del gasto que integran el IPC (Figura 30), las mayores variaciones se presentaron en 2021 en: transporte (7.38 %) y vivienda, agua, gas y electricidad (4.47 %); por otra parte, la división de educación tuvo la variación negativa más baja con: -0.20 % (Instituto Nacional de Estadística, enero del 2022).

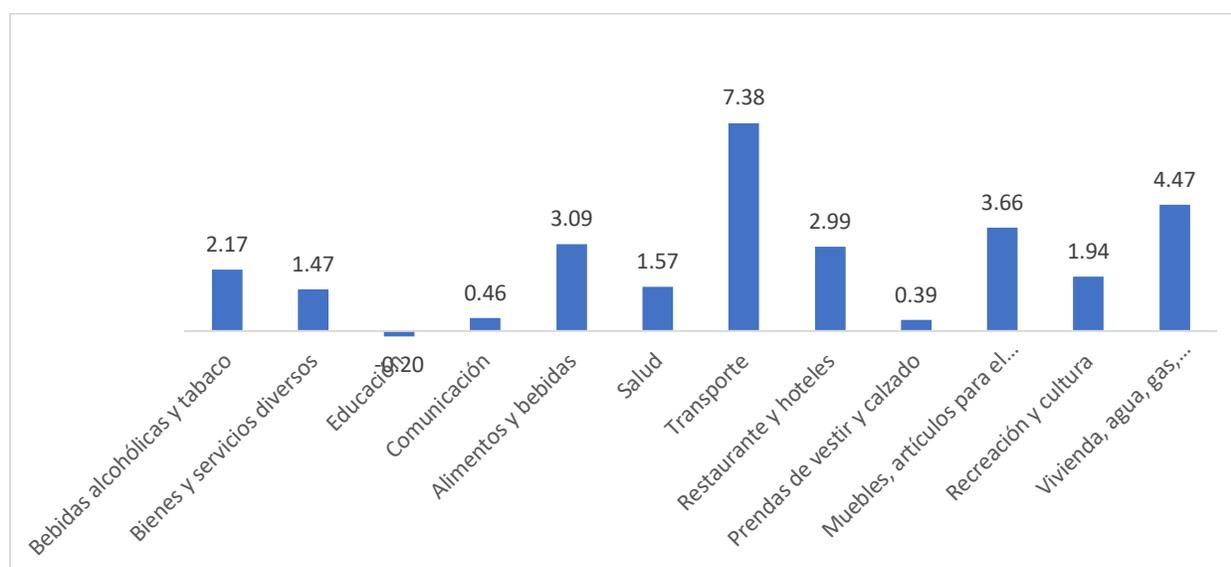


Figura 30. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, en el año 2021
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero del 2022).

Según el informe de la canasta básica alimentaria (CBA) y ampliada (CA) 2022, a febrero de 2022 la tortilla presentó un precio promedio de Q 3.61 por libra, en comparación con diciembre de 2012, donde el valor fue de Q 3.62. El pollo presentó un precio medio por libra de Q 13.06 en febrero de 2022, en comparación con diciembre de 2012, donde fue de Q 12.71. La carne de res con hueso presentó un precio medio de Q 17.13 a febrero de 2022, en comparación con diciembre de 2012, donde fue de Q 10.86 (Instituto Nacional de Estadística, febrero del 2022).

10.10 Población en edad de trabajar

Según el Censo 2018, el 56 % de la población de 15 años o más en la cuenca hidrográfica del río Achiguate es económicamente activa (PEA), y se categoriza de la siguiente manera: ocupada⁹ (54 %) y desocupada¹⁰ (2 %), de esta última la población económicamente activa se estima como cesante¹¹ el 1.5 % y aspirante¹² el 0.5 %. En las otras categorías se estima que el 44 % de la población es económicamente inactiva, de la cual el 9 % se encuentra estudiando, 25 % realiza quehaceres del hogar, 2 % corresponde a jubilados y el otro 8 % lleva a cabo otras actividades o se desconoce su actividad económica. El 37 % de las personas que se encuentra económicamente activa labora en el mismo municipio, 12 % fuera del municipio o país y el resto no declaró (Figura 31) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

⁹ 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.

¹⁰ Desocupada: personas disponibles para trabajar que hicieron gestiones para encontrar un trabajo.

¹¹ Cesante: quienes buscaron trabajo y ya tienen experiencia laboral.

¹² Aspirante: quienes buscan trabajo por primera vez.

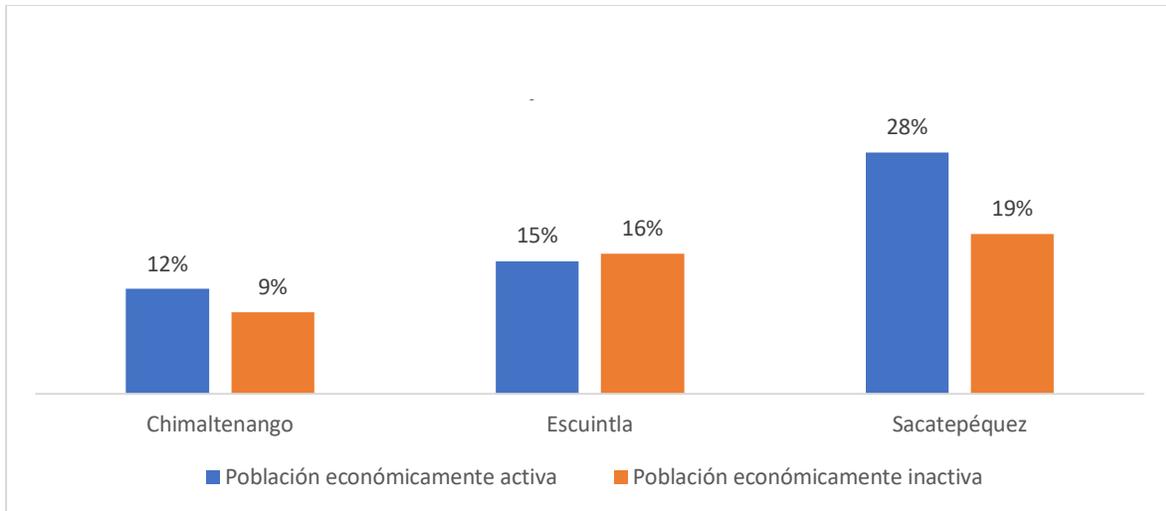


Figura 31. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Achiguate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

11 INSTITUCIONALIDAD

11.1 Instituciones presentes

En cuanto a la presencia de entidades públicas en Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango, 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 Achiguate son:

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); Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV); 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); Registro de Información Catastral de Sacatepéquez (RIC); Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán); Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP); Secretaría Presidencial de la Mujer (Seprem); Sistema Nacional para la Prevención y Control de Incendios Forestales (Sipecif) en Sacatepéquez; 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); Unidad de Desarrollo Cultural de Sacatepéquez del Ministerio de Cultura y Deportes (Micude); y Ministerio de Economía (Mineco) por medio de la Dirección de Atención al Consumidor (Diac) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011 a, b y c).

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). Existe una única fiscalía a nivel nacional que atiende delitos contra el patrimonio ubicada en La Antigua Guatemala.

El Organismo Judicial (OJ) opera por medio de una red de juzgados que abordan diferentes temas, ubicados en las cabeceras departamentales; además, se cuenta con juzgados de paz en cada municipio. Existe un Juzgado de Primera Instancia Penal, Narcoactividad y Delitos contra el Ambiente en la cabecera departamental de Escuintla y otro en Santa Lucía Cotzumalguapa.

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, 2011a).

Detenidos por cometer hechos delictivos

En cuanto a la detención de personas sospechosas de cometer algún hecho delictivo, en 2020 la Policía Nacional Civil (PNC) detuvo a 2765 personas en Sacatepéquez. Del total de delitos, el 46.5 % fue por otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (15.3 %) y extorsión (5.8 %). En Escuintla se detuvo a 7638 personas. Del total de delitos, el 44.6 % fue atribuido a otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (16.2 %) y robo agravado (11.9 %). Por último, en Chimaltenango se detuvo a 3641 personas. Del total de delitos, el 50.5 % fue por otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (15.4 %) y lesiones leves (5.2 %) (Figura 32) (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2021).

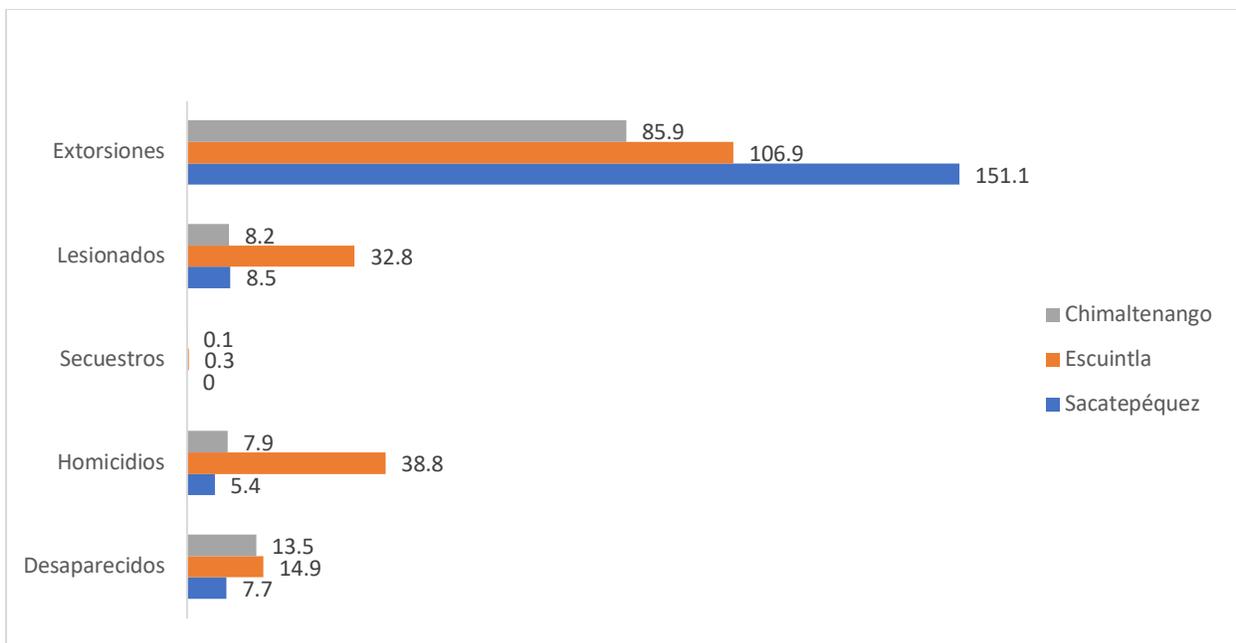


Figura 32. Tasa de víctimas a causa de delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Achiguate, año 2020 (por cada 100 000 habitantes)

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

Durante el 2020¹³ la PNC reportó lo siguiente en cuanto a las víctimas de hechos delictivos: (a) en el departamento de Sacatepéquez se reportaron 895 víctimas, el 66 % de los casos correspondió a hombres y el 34 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 5.4 por cada 100 000 habitantes, la menor a nivel nacional; (b) en el departamento de Escuintla se reportaron 2579 víctimas, el 73 % de los casos correspondió a hombres y el 27 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 38.8 por cada 100 000 habitantes; (c) en el departamento de Chimaltenango se reportaron 1145 víctimas, donde el 70 % de los casos correspondió a hombres y el 30 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 7.9 por cada 100 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2021).

¹³ Datos de la Unidad de Estadísticas Socioculturales y de Seguridad del Instituto Nacional de Estadística (INE), con información de la Policía Nacional Civil (PNC).

12 FORMAS DE ORGANIZACIÓN

12.1 Organizaciones relacionadas con el agua

En 1998 el Congreso de la República de Guatemala estableció la *Ley que crea la Autoridad Protectora de la Sub-cuenca y Cauce del Río Pensativo*, que tiene por objeto “manejar, conservar y proteger la subcuenca y cauce del río Pensativo, con la intención de disminuir los riesgos de inundación que enfrenta la población de La Antigua Guatemala”. La Autoridad se creó con el fin de “coordinar y ejecutar las medidas y acciones del sector público y privado, necesarias para manejar, proteger y conservar los recursos naturales existentes dentro de la subcuenca y cauce del río Pensativo. Está integrada por la autoridad protectora de la subcuenca y cauce del río Pensativo (Congreso de la República de Guatemala, 1998) (Tabla 12).

Tabla 12. Integración de la Autoridad Protectora de la Sub-cuenca y Cauce del Río Pensativo

n.º	Miembros
1	Gobernador del departamento de Sacatepéquez, quien preside y convoca.
2	Alcaldes municipales o sus representantes de: Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas.
3	Un representante por municipio, electo por los comités legalmente reconocidos de los municipios de Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas.
4	Presidente del Consejo de Desarrollo Urbano y Rural de la Región V.
5	Gerente regional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).
6	Un representante del Ministerio de Comunicaciones, Transporte, Obras Públicas y Vivienda.
7	Un representante de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

Fuente: Congreso de la República de Guatemala (1998).

Dentro de sus atribuciones, además de las acciones para evitar los riesgos, está elaborar el plan de manejo de la subcuenca del río Pensativo y elegir el director ejecutivo, entre otras.

En el departamento de Escuintla se observan mancomunidades y asociaciones departamentales, las últimas no son lucrativas y funcionan con colaboraciones de los asociados y particulares sin apoyo gubernamental (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Entre las mancomunidades se encuentra la Mancomunidad de Municipios de la Costa Sur (Mamcosur), que está conformada por nueve municipios: San Vicente Pacaya, Palín, Siquinalá, La Gomera, La Democracia, Santa Lucía Cotzumalguapa, Nueva Concepción, Tiquisate y San Antonio Suchitepéquez. Tiene el propósito de crear alternativas y estrategias comunes para resolver problemas compartidos; ha buscado la formulación común de políticas públicas intermunicipales, planes, programas y proyectos, la ejecución de obras y la prestación eficiente de servicios públicos, con un voto por cada municipio. Se rige por el Código Municipal y la Ley de Descentralización y su reglamento. El tema priorizado al momento de su creación fue el manejo de los desechos sólidos del área, el cual generó la necesidad de conformar la mancomunidad y unificar esfuerzos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La Mancomunidad Sureña para el Desarrollo Integral (Masur) está integrada por los municipios de Escuintla, Masagua, Guanagazapa, Iztapa y Puerto de San José. Aún no cuenta con un plan estratégico, pero uno de los proyectos que llevó a su conformación fue el manejo de los desechos sólidos.

En el departamento de Chimaltenango los grupos se han organizado a través de asociaciones, cooperativas, comités, grupos de mujeres, jóvenes, indígenas, cofradías, fundaciones y ONG que representan a diferentes sectores sociales, económicos, ambientales y políticos. Asimismo, en el departamento existen entidades legalmente constituidas por agrupaciones de municipios como la Mancomunidad Mankaqchikel (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

La cooperación internacional está presente en el departamento, como en el caso de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Aecid), la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid), la Unión Europea (UE) y una gran variedad de instituciones privadas y gubernamentales extranjeras. Accionan directamente, o a través de ONG, en proyectos específicos para la atención sectorial y en puntos estratégicos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

12.2 Otras organizaciones

Las formas de organización varían según cada departamento. En Sacatepéquez existen instituciones privadas —como asociaciones, cooperativas y grupos— que se dedican al fomento de los valores cívicos, a la formación de líderes comunitarios y capacitación de mujeres para lograr su

participación en los diferentes espacios, así como a la capacitación y formación de jóvenes. Estas instituciones se describen en la Tabla 13 (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Tabla 13. Organizaciones y actividades que realizan en el departamento de Sacatepéquez

Organización	Actividad
Fundación Nahual	Formación y capacitación en diferentes temas a organizaciones sociales y líderes comunitarios.
Organización de Mujeres, departamento de Sacatepéquez	Concientiza y educa a las mujeres en búsqueda de su participación.
Asociación de Municipalidades de Sacatepéquez	Asocia a todas las municipalidades para el fortalecimiento institucional y la descentralización política y administrativa del Estado.
Cámara de Comercio filial de Sacatepéquez	Apoyo a la economía, micro, pequeña y mediana empresa.
Cámara de Turismo	Promueve empresas legalizadas según los estándares del Inguat y las leyes nacionales en el tema. Brinda capacitaciones al personal de las empresas.
Centro de Desarrollo Empresarial	Fortalece el poder local en el tema de desarrollo empresarial. Facilita capacitaciones a grupos organizados, proporciona asistencia técnica a Mipymes y realiza investigación.
Agencia Española de Cooperación Internacional	Capacitación, apoyo técnico y logística.
Fundesa CET	Centro Empresarial de Turismo.
Alianza para el Desarrollo Integral (Alpadi)	Salud, educación, agropecuaria.
Asociación Nuestros Ahijados de Guatemala	Ayuda integral en educación, salud y desarrollo comunitario a personas en condición de extrema pobreza.
Asociación de vecinos "Salvemos Antigua"	Vela por la conservación del patrimonio cultural de La Antigua Guatemala y su desarrollo.
Comité de Autogestión Turística de Sacatepéquez	Gestor de Guatemala.
Asociación de Arquitectos e Ingenieros Diego de Porres	Analiza las políticas y estrategias en materia urbana y arquitectónica de La Antigua Guatemala.
Familias de Esperanza	Brinda ayuda integral en educación, salud y desarrollo comunitario a las familias de niñas y niños beneficiados por el programa, que viven en condición de extrema pobreza.
Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica (Cirma)	Ofrece capacitaciones y bibliotecas para estudiantes.

Organización	Actividad
Casa de la Cultura	Fortalecimiento de la cultura de los municipios de La Antigua Guatemala, San Lucas, San Bartolomé, Santa Lucía Milpas Altas y Sumpango.

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

12.3 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 Achiguate fue de 52.8 % mujeres y 47.2 % hombres (Tabla 14) (Tribunal Supremo Electoral, 2020).

Tabla 14. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Achiguate

n.º	Departamento	Mujeres empadronadas (%)	Hombres empadronados (%)
1	Sacatepéquez	50.0	50.0
2	Chimaltenango	54.7	45.3
3	Escuintla	52.8	47.2
Total		52.8	47.2

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

En lo que se refiere a los diputados distritales de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla, se eligieron 14 representantes de los cuales dos fueron mujeres. De los representantes elegidos, el 42 % corresponde al partido político UNE, 28 % al partido Vamos y el resto se distribuye entre los partidos políticos Todos, Podemos, BIEN y PC (Tabla 15).

Tabla 15. Diputados distritales electos de los departamentos de la cuenca del río Achiguate

n.º	Sacatepéquez	Chimaltenango	Escuintla
1	José Armando Ubico Aguilar (Todos)	José Alejandro de León Maldonado (Podemos)	Gustavo Adolfo Cruz Montoya (BIEN) y Hernán Moran Mejía (PC)
2	Julio Ixcamey Velásquez (UNE)	Madeleine Samantha Figueroa Rodas y Petrona Mejía Chuta Lara (UNE)	Francisco Vitelo Lam Ruano, Carlos Enrique Mencos Morales y Ángel Francisco González Velásquez (UNE)
3	Mario René Azurdía Fernández (Vamos)	Maynor Gabriel Mejía Popol y Wilmer Rolando Mendoza (Vamos)	Sergio David Arana Roca (Vamos)

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

Las veintinueve corporaciones municipales están integradas por 320 miembros distribuidos en los puestos de alcalde, síndicos, concejales y suplentes. De los alcaldes, veintiséis son hombres y tres mujeres. Del total de los electos para desempeñar un puesto en una de las corporaciones municipales con participación en la cuenca del río Achiguate, el 18 % corresponde a mujeres y el 83 % a hombres.

El partido político predominante en la elección del 2019 en los municipios de la cuenca del río Achiguate fue la UNE, que ocupa ocho de las corporaciones municipales con presencia en la cuenca. Le sigue el partido Todos con tres corporaciones; los partidos políticos FCN-Nación, Fuerza, PC y Podemos con dos corporaciones; y los siguientes partidos con una corporación cada uno: CCEI Hormiga, CCSS, CREO, Libre, Marcus, MUP, Unidos, Unionista, Vamos y Victoria, de los cuales cuatro corporaciones municipales son lideradas por comités cívicos (Tabla 16).

Tabla 16. Distribución de los miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas

Municipio	Número de miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcalde	Otras organizaciones
		Mujer	Hombre		
Villa Nueva	19	2	17	Fuerza	Todos, Vamos, UNE, PC, Unionista, VIVA
Antigua Guatemala	11	4	7	Todos	Cambio, UNE, Unionista
Jocotenango	10	0	10	Marcus	Vamos, Unionista
Pastores	10	2	8	MUP	UNE
Sumpango	11	1	10	CCSS	Nuevo Amanecer Sumpango, Prosperidad Sumpango, PC
Santiago Sacatepéquez	11	0	11	Fuerza	Todos, CSS, UNE
San Bartolomé Milpas Altas	10	0	10	PC	Todos
San Lucas Sacatepéquez	10	1	9	UNE	CREO, ALUX Somos San Lucas, CREO
Santa Lucía Milpas Altas	10	2	8	Todos	Unionista
Magdalena Milpas Altas	10	0	10	UNE	Todos, CREO, PC

Municipio	Número de miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcalde	Otras organizaciones
		Mujer	Hombre		
Santa María de Jesús	10	1	9	UNE	Unionista, PC
Ciudad Vieja	11	0	11	Libre	PC, Vamos
San Miguel Dueñas	10	1	9	Unionista	UNE, CREO
San Juan Alotenango	10	1	9	Unidos	Todos, PC
San Antonio Aguas Calientes	10	2	8	PC	Todos, Unionista
Santa Catarina Barahona	10	3	7	Todos	UNE
Chimaltenango	14	4	10	UNE	Ch'ich, CASA, CCEL Zompopo, Vamos
Acatenango	10	0	10	UNE	Podemos, Vamos
San Pedro Yepocapa	11	3	8	UNE	UCN
San Andrés Itzapa	11	1	10	CCEI Hormiga	PC, BIEN
Parramos	10	5	5	Podemos	Vamos, PC
El Tejar	10	3	7	FCN Nación	Libre
Escuintla	18	6	12	Victoria	UNE, CREO, BIEN, Vamos
La Democracia	10	4	6	Podemos	PHG, UNE
Siquinalá	10	1	9	CREO	UNE, UCN
Masagua	11	4	7	UNE	PC
San José	11	2	9	UNE	BIEN, PC
Palín	11	1	10	Vamos	UNE, PC
Sipacate	10	2	8	FCN Nación	Valor
Total	320	56	264		

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

12.4 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 que 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 las cuales estaba la reforma a la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural—. En la Figura 33 se describen los niveles del sistema.



Figura 33. 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 que 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 la 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 la 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 17) (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

Tabla 17. 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 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)	Código Civil (1933 y 1963) Ordenanzas municipales Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento (2013)
Aprovechamientos especiales	Municipalidades	Código Municipal (2002) Reglamento de Riego (1972)

Enfoque	Institución	Legislación
	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) Ministerio de Energía y Minas (MEM) MSPAS	Ley de Minería (1997) Código de Salud (1997)
Protección de las personas	Consejo Nacional para la Reducción de Desastres	Código Civil (1933 y 1963) Ley de la Conred (1996)
Protección del recurso	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)
Zonas de producción de agua	Instituto Nacional de Bosques (INAB) Consejo Nacional de Áreas Protegidas (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 de 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.

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 (Tabla 18).

Tabla 18. Marco legal de los bosques 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

Enfoque	Institución	Legislación
Beneficios relacionados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*	INAB MEM	Nacional de Cambio Climático (Decreto 7-2013)* Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep) (Decreto 51-2010) Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque) (Decreto 2-2015) Reglamento del Programa de Incentivos Forestales (Pinfor) Reglamento de la Ley Pinpep Reglamento de la 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)

Nota. * Beneficios relacionados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
 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 relacionados con actividades productivas agrícolas e industriales, para consumo interno o externo, minería y generación de energía. Asimismo, en aquellos relacionados con aspectos de la salud debido a que el uso de los suelos se vincula directamente con el desarrollo de la vida del ser humano, por lo que a continuación se mencionan algunas normas relativas al ordenamiento territorial. Por último, se enlistan las leyes que se refieren a las autoridades de manejo de lagos y cuencas, reservas territoriales, y protección y conservación de suelos (Tabla 19).

Tabla 19. 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 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) Decreto Ley 4-1961: Corresponde al Ministerio de Agricultura, 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 donde se aprueba el Reglamento del Registro Genealógico de Ganado para los Países Centroamericanos suscrito en 1965
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	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (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 de la 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

Enfoque	Institución	Legislación
		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 del 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 Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
Reservas territoriales	MAGA Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado (Ocret)	Ley Reguladora de las Áreas de Reservas Territoriales del Estado de Guatemala (Decreto 126-1997)
Proteger y conservar		Ley de Protección para el Cultivo del Plátano y el Banano en la República de Guatemala (Decreto 7-2020) Ley de Registro de Productos Agroquímicos (Decreto 5-2010) Decreto 34-1989, donde se acepta y aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987 y sus reformas (Decreto 17-2001) Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Decreto 36-1998) Decreto 93-1995 referido al uso de grasas para uso industrial que deroga al Decreto 24-1981: 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 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-1986) Decreto 21-1976, donde se aprueba el convenio entre el Gobierno de Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
		<p>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</p> <p>Decreto 5-1955, donde se aprueba la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria firmada por el representante de nuestro Gobierno en Roma, el 23 de abril de 1952, para prevenir la introducción y difusión de plagas y enfermedades de plantas y productos vegetales</p>

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

14 CONFLICTIVIDAD SOCIAL

En cuanto a este tema, a continuación se realiza una breve descripción sobre los conflictos relacionados con los recursos naturales enfocándose en el agua, tomando como fuente de referencia el documento titulado *Sistematización de la Experiencia de las Mesas Técnicas de los Ríos Madre Vieja y Achiguate en el departamento de Escuintla*¹⁴ (Gobernación de Escuintla, 2017).

Previo al establecimiento de las mesas técnicas de ríos, las condiciones eran las siguientes:

- a. Historial agrícola en la región de la costa sur.
- b. Falta de coordinación intergremial en el sector empresarial.
- c. Falta de atención del Estado al recurso hídrico, pues no había sido incluido en la agenda política regional ni nacional.
- d. Contaminación del agua, escasez por efectos climáticos.
- e. Conflictividad social como respuesta a la poca atención a la temática hídrica (Gobernación de Escuintla, 2017).

En el caso del río Achiguate no se registraron esfuerzos por conformar mesas de diálogo para atender las problemáticas. Los esfuerzos se enfocaron en la construcción de bordas (obras de ingeniería para la contención de caudales) y en aplicar medidas de prevención y atención de inundaciones en la parte baja de la cuenca. Sin embargo, ninguna de estas acciones buscó atender el uso racional del recurso hídrico. La mesa técnica se constituyó debido a la ausencia de agua en el cauce del río Achiguate a inicios del año 2016, por lo que las comunidades —que habían observado el proceso de la mesa técnica del río Madre Vieja—, solicitaron a las instituciones públicas departamentales la conformación de la mesa técnica del río Achiguate. Esta solicitud fue atendida el 17 de febrero de 2016. Las reuniones de esta mesa han sido llevadas a cabo con menor frecuencia en comparación con las de la mesa del río Madre Vieja, pero los temas abordados han sido muy similares (Gobernación de Escuintla, 2017).

Los logros estratégicos alcanzados fueron:

- Integración de la Mesa y participación constante
- Monitoreo de ríos y generación de información técnica
- Realización del inventario de usuarios del recurso hídrico
- Uso racional del agua

¹⁴ Debido a que el objetivo general de dicho documento buscaba recoger “información sobre el proceso de conformación, mecanismos de coordinación y participación multisectorial, hasta el cumplimiento de los acuerdos consensuados” sobre el uso del agua y la preservación del caudal de los ríos hasta su desembocadura, se consideró oportuno utilizarlo como referencia para el presente documento.

- El agua llega hasta la desembocadura del río
- Restauración de los bosques de ribera
- Mejoró la gestión de riesgos de inundación en el departamento de Escuintla

Además de estos logros estratégicos, el documento de sistematización recoge los logros de proceso, cuyos resultados son abstractos y no se visualizan como elementos materiales, pero que propician el espacio de diálogo. A continuación, se describen los más relevantes:

- a) Se ha conservado la gobernabilidad en la región de la costa sur.
- b) Estas mesas se han constituido en un espacio de diálogo, donde los actores han empezado a construir la confianza y el respeto en su relación, con comunicación y coordinación de doble vía.
- c) Se ha posicionado el tema hídrico en la agenda política de la región.
- d) Se empieza a visualizar la "cuenca" como unidad de planificación.
- e) Se ha permitido que la información técnica generada a través del sistema de medición, oriente las decisiones y el diálogo.
- f) Se ha propiciado y fortalecido la coordinación intergremial del sector empresarial.
- g) Se ha evidenciado y fortalecido el liderazgo político de la Gobernación Departamental como ente coordinador multisectorial.
- h) La participación de la sociedad civil ha sido responsable y legítima, buscando el bien común de los grupos representados.
- i) Se han abordado acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, como en el caso de la restauración de bosques de ribera, entre otros.
- j) Este modelo ya empezó a replicarse en otras cuencas de la región de la costa sur, en procesos que aún buscan concretarse y articularse entre sus actores (Gobernación de Escuintla, 2017).

15 HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES

A pesar de ubicarse dentro de la misma región y área de cuenca, cada departamento tiene aspectos relevantes que lo diferencian en cuanto a su historia y cultura, los cuales serán descritos brevemente a continuación.

15.1 Historia

Escuintla

Parte de la zona que hoy ocupa Escuintla fue habitada por las culturas Cotzumalguapa y Tolteca. Posteriormente, el territorio fue habitado por los grupos pipiles que se extendían a lo largo de la franja costera y que procedían de los mexica, que más tarde cayeron bajo el dominio k'iche' (eGuate 2021). La etimología de Escuintla proviene de "Yzquintepeque", que se origina de las voces pipiles "yzquin" (que significa perro) y "tepet" (que significa cerro), por lo que se traduce como "cerro de perros", debido a que en la región se criaban muchos tepezcuintles, que los españoles confundieron con perros que no ladraban (Aquino, 2013). La otra voz de la que deriva el nombre Escuintla es de "pipilzcuintla", que significa patojos o niños, porque así llamaban a los habitantes de la región pipil (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Al inicio de la historia colonial, a partir del siglo XVI, los habitantes pipiles de Cotzumalguapa fueron catequizados por los franciscanos. El 4 de noviembre de 1825 la Asamblea Nacional Constituyente decretó la división territorial del país y, conforme a la misma, se crearon siete departamentos, uno de ellos fue: Guatemala-Escuintla. Después de los misioneros llegaron los colonos a fundar estancias (eGuate, 2021) donde se instalaron muchos españoles y mulatos.

Durante la colonia se producía añil, algodón y gran cantidad de otros cultivos. El cacao se cambió por el café y proliferaron las plantaciones de citronela y caña de azúcar. Dicha producción agrícola fue favorecida con el ferrocarril y la carretera del Pacífico (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En la época federal se rehabilitó el Puerto de Iztapa y, a principios de 1853, se puso a funcionar el Puerto San José. En 1872 el general Justo Rufino Barrios ordenó la expropiación de los bienes de la Iglesia Católica, que no solo incluía conventos y templos, sino haciendas e ingenios. En 1880 se terminó de construir la primera estación del ferrocarril en el tramo del Puerto San José y la capital. En 1896 se impulsó la construcción del ferrocarril interoceánico que conectaría al Puerto Iztapa y Puerto Barrios (Hoy en la Historia GT, 2021).

El terremoto de 1942 golpeó fuertemente al departamento. Durante el gobierno revolucionario de 1944 se le expropiaron extensos terrenos ociosos a la United Fruit Company (Hoy en la Historia GT, 2021). A lo largo del conflicto armado interno, Escuintla fue un lugar estratégico por sus puertos y conexiones logísticas.

En la población de los municipios de La Democracia y Siquinalá, además de estar presentes los pueblos mayas, existen vestigios arqueológicos de la cultura olmeca, pipil y náhuatl. Dentro de los lugares arqueológicos más conocidos se pueden mencionar el parque y el museo de La Democracia, entre otros.

Cada municipio tiene actividades propias, con las que celebran los días de sus santos patronos o bien sus propias ferias titulares, época en la cual se ponen de manifiesto las costumbres y tradiciones locales y que, por lo general, duran una semana.

Actualmente existen organizaciones, instituciones y entidades que fomentan la cultura como parte de un proceso coordinado por la municipalidad, donde participan las siguientes instituciones: Comisión de Cultura y Deporte de la Municipalidad, la Casa de la Cultura, Boy Scouts y otros. En la mayoría de los municipios se destacan diversas ramas deportivas, existiendo asociaciones federadas, clubes y equipos que los representan a nivel departamental y nacional, siendo los más populares el fútbol, el básquetbol y el voleibol, tanto en rama femenina como masculina (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En el municipio existen tradiciones que se han preservado a lo largo de los años, como las actividades de la Cofradía, las procesiones religiosas, y las carreras de caballos y jaripeos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Sacatepéquez

El nombre de este departamento se origina en el vocablo pipil "sacat", que significa monte o hierba y "tepec" que quiere decir cerro, por lo que se traduce como "cerro de hierba o pastos" (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a). A su cabecera departamental, Antigua Guatemala, se la conoce como "Ciudad de las perpetuas rosas" y fue reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) como Patrimonio de la Humanidad en 1979 (EcuRed, 2021).

Antigua Guatemala fue fundada en 1542, fue la tercera capital de la Capitanía General de Guatemala. En 1543 se asignaron los primeros terrenos para los

sobrevivientes de la antigua ciudad, que fue creciendo hasta convertirse en el centro comercial, cultural, político y religioso de Centro América por más de dos siglos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010a). La ciudad fue azotada por varios sismos hasta quedar casi destruida por el terremoto de Santa Marta en 1773, lo que obligó a su traslado al Valle de la Ermita o de las Vacas (EcuRed, 2021).

Fue creada por Decreto de la Asamblea Nacional Constituyente el 4 de noviembre de 1825. Por disposición del Ejecutivo, en mayo de 1860 se fijó el límite entre los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla; a este último se anexaron algunos de los lugares que habían pertenecido al primero (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

La cultura e identidad pertenece originalmente a la influencia española y de los kaqchikeles, aunque en la actualidad extranjeros han poblado principalmente La Antigua Guatemala, influyendo en la población. Los municipios de Santa María de Jesús, San Antonio Aguas Calientes, Santiago Sacatepéquez, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj y Santa Catarina Barahona tienen raíces eminentemente kaqchikeles.

Antigua Guatemala es la ciudad turística por excelencia de toda Centroamérica, y su característica principal son los mercados. Entre las tradiciones orales se encuentran las leyendas anímicas de aparecidos y ánimas en pena (EcuRed, 2021).

Dentro de sus festividades y conmemoraciones se encuentra la Semana Santa antigüeña, que se caracteriza por las procesiones y velaciones, las comidas, las alfombras de aserrín y flores, los huertos, los pregones de los romanos, los escuadrones de los cucuruchos, los lanceros, los altareros, los constructores de andas, los artistas que elaboran el adorno de las andas procesionales y las bandas de música que ejecutan marchas fúnebres (EcuRed, 2021).

El Convite de Ciudad Vieja fue declarado patrimonio intangible de Guatemala. Los barriletes gigantes de Santiago y Sumpango que se elevan el 1 y 2 de noviembre son otra expresión cultural del departamento (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

La mayor parte de la población es católica. Cada localidad tiene una cofradía propia conformada para celebrar fiestas en honor al santo patrono.

Como sitios arqueológicos se pueden mencionar: el Portal en Antigua Guatemala, Pompeya en Ciudad Vieja, Cueva Nanayaca en Pastores, Cerro

Alux en San Lucas Sacatepéquez, Chachayá en Santiago Sacatepéquez y Santa María Cauque y Los Pinos en Sumpango.

No existe un traje típico determinado para el departamento. No obstante, en los municipios que se utiliza se compone de güipil, corte, faja, collares, aretes, listones para pelo y sandalias para las mujeres; y camisa tejida, pantalón blanco, faja tejida, sandalias, sombrero y actualmente saco para los hombres. Para los cofrades existe una vestimenta especial (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Chimaltenango

En 1462 los kaqchiqueles se separaron del dominio k'iche y fundaron su capital en una nueva región en el lugar llamado Iximché. Más tarde, colonizada por los españoles, se le conoció como la Provincia de Chimaltenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En este departamento se realizó la firma del acta de Patzicía el 3 de junio de 1871, evento que fue crucial para el triunfo del general Justo Rufino Barrios durante la Revolución Liberal (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En lengua náhuatl "chimal" significa escudo, broquel o rodela. Por su parte, "tenango" significa lugar amurallado. Por lo tanto, el nombre significa "muralla de escudos", que se atribuye al hecho de haber sido una plaza militar fortificada (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

La religión se basa en el culto a la naturaleza y a los antepasados. Dentro de las creencias existe un mediador entre los dos mundos, el *ajch'ab'al*, sabio anciano rezador quien, además es médico brujo o *aq'omanel*. El idioma maya predominante es el kaqchiquel (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Las cofradías y las fiestas patronales de cada municipio son de relevancia cultural para los pueblos y su estrecha relación con la religión se hace evidente en cada lugar. Los principales lugares sagrados son las iglesias, los cerros y las cuevas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

El departamento de Chimaltenango posee diversos sitios turísticos y arqueológicos que representan la historia y arquitectura maya. Dentro de los más conocidos se pueden mencionar: el balneario los Aposentos (Chimaltenango), los baños de Pixcayá, las Delicias y Río Pequeño (San Juan Comalapa), el balneario Ojo de Agua (San Martín Jilotepeque), las cuevas de

Venecia y cuevas del Diablo, las cataratas de la Torre y del Río Nicán (San Miguel Pochuta). Entre los centros arqueológicos más importantes se pueden mencionar: Iximché (en el municipio de Tecpán) y Mixco Viejo (en el municipio de San Martín Jilotepeque); además, en el municipio de San Juan Comalapa se encuentran atractivos turísticos como las caídas de agua: El Cubo, El Retiro, La Golondrina, Santa Anita, La Torre y otros (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Otro atractivo turístico del departamento es la vista que proveen los volcanes Acatenango y Fuego, en los municipios de Acatenango y Yepocapa respectivamente.

Con relación al deporte, existe la selección departamental de fútbol y básquetbol. Para las actividades deportivas se cuenta con un estadio en la cabecera departamental, varios centros polideportivos privados y canchas deportivas municipales. La mayoría de los municipios posee un estadio municipal.

15.2 Aspectos culturales

El total de la población maya en la cuenca hidrográfica del río Achiguate es de 24.3 %. De las comunidades lingüísticas existentes en el país, se registra mayor presencia de la población kaqchikel (89.5 %) (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 para considerar en 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 del 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 divino¹⁵. 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 y 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

¹⁵ 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 un 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 diferentes usos culturales 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).

A lo largo de su historia, la comunidad kaqchikel ha construido una forma de vivir, una manera de relacionarse con la naturaleza, con Dios (creador y formador), consigo misma y con los hombres y mujeres de otras culturas. Entre los elementos materiales de identidad se encuentra el maíz, aunque también existen elementos espirituales como el equilibrio entre el hombre y la naturaleza, que los identifica por practicarse en todos los actos de la vida individual y comunitaria (Universidad Rafael Landívar y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 1997).

Esta comunidad se ubica desde el siglo XVI en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá, Guatemala, Suchitepéquez, Escuintla y Baja Verapaz. Su área de ocupación no ha cambiado desde casi cinco siglos (Universidad Rafael Landívar y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 1997).

Son descendientes de otras comunidades, es un rasgo de la organización social que compartían con los demás pueblos de habla maya. Su organización consistía en una federación de cuatro linajes mayores o "chinamit" (linajes o clanes), los cuales eran: *sotz'íl*, kaqchikel (*xahil*), *tukuche'* y *aqajal*. El vocablo *sotz'íl* se deriva de *sotz'* o murciélago, símbolo de la "raza kaqchikel". *Xahil* proviene de *xah*, que significa bailar, y probablemente se trata de los bailarines que ejecutaban las danzas sagradas. Kaqchikel proviene de *kaqa*: rojo y *che'*: árbol; en tanto que *aqajal* significa "los de las colmenas". Estos cuatro grupos son mencionados en documentos sobre guerras comunes entre los k'iche' y kaqchikel y en el Memorial de Sololá.

La parte más importante de la organización social es la familia, la cual comprende a los abuelos, padres, hijos, hermanos, tíos, sobrinos y primos. El respeto a los ancianos y mayores es uno de los valores morales más importantes de esta comunidad. Como parte de su organización económica se basan en la agricultura, lo cual ha cambiado el paisaje debido a la tala de árboles (Universidad Rafael Landívar y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 1997).

16 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Se estima que la población de la cuenca hidrográfica del río Achiguate es de 431 722 personas, distribuidas en 634 lugares poblados de los siguientes departamentos (según su porcentaje de área en la cuenca): Guatemala (0.06 %), Sacatepéquez (28.8 %), Escuintla (62.3 %) y Chimaltenango (8.8 %). La población es altamente joven debido a que alrededor del 68 % se encuentra en el rango etario de 0 a 34 años. Existe una ligera mayoría de mujeres (51 %) en comparación con hombres (49 %). La población se distribuye principalmente en el área urbana (84 %) y 16 % en el área rural. La población es principalmente ladina (75 %), mientras que el 24 % es maya. Las comunidades lingüísticas predominantes son: kaqchikel (90 %) y k'iche' (6 %).

Alrededor de 38 % de la población vive en pobreza y 13 % vive en pobreza extrema, con niveles de riesgo socioeconómico entre muy bajo y bajo, principalmente. La tasa global de fecundidad se estima entre 1.6 a 2.1 en los departamentos con área en la cuenca. Entre las causas principales de muerte en 2020 se identificaron las siguientes: COVID-19; síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio; diabetes mellitus, entre otras. Algunas causas de morbilidad general son: infecciones respiratorias agudas (resfriado común), gastritis e infección de vías urinarias. Otras causas de morbilidad son: amigdalitis aguda, enfermedades diarreicas, amebiasis y trastorno de la piel y del tejido subcutáneo.

Un alto porcentaje de la población ha recibido educación a nivel preprimario y primario (46 % aproximadamente), y alrededor de un 6 % ha recibido educación superior (licenciatura, maestría y doctorado). Dentro de las principales causas de inasistencia escolar se pueden mencionar la falta de dinero y la necesidad de trabajar. La tasa de alfabetismo es de más del 90 %, con porcentajes equitativos distribuidos entre hombres y mujeres.

La mayoría de los hogares de la cuenca hidrográfica se ubican principalmente en su parte media y alta. Los tipos de servicio sanitario predominantes son inodoro conectado a red de drenajes (72 %) e inodoro conectado a fosa séptica (12 %). La cobertura eléctrica en los hogares de la cuenca es del 98 %. Se estima que las principales fuentes de energía para cocinar son gas propano (67 %) y leña (31 %). Dentro de las formas de eliminación de la basura que más se practican se pueden mencionar: servicio municipal (34 %), servicio privado (32 %) y quema (25 %). Las fuentes principales de agua para consumo en el hogar son: tubería en la vivienda (70 %) y pozo perforado (17 %). En el departamento de Sacatepéquez, el 34 % de los hogares obtiene agua por medio de tubería en la vivienda, mientras que el 37 % de los hogares

en el departamento de Chimaltenango y el 68 % en Escuintla obtiene agua principalmente por medio de pozo perforado.

Entre las principales actividades económicas se identificaron la agricultura a gran escala (azúcar, hule, palma y verduras) para exportación y para consumo local, la industria manufacturera y fábricas especializadas, la producción pecuaria y las actividades comerciales formales e informales. El 97 % de las empresas registradas está catalogado como microempresa. Se estima que la población económicamente activa es de alrededor del 56 % y más del 44 % califica como económicamente inactiva.

En los tres departamentos existen formas de organización, algunas de las cuales están relacionadas con el agua, como la Autoridad Protectora de la Sub-Cuenca Cauce del Río Pensativo (Decreto Ley 43-1998), la Mancomunidad de Municipios de la Costa Sur (Mamcosur) y la Mancomunidad Sureña para el Desarrollo Integral (Masur); además de otras que abordan temas relacionados con el medio ambiente como las mesas técnicas, las organizaciones no gubernamentales (ONG) con fines educativos, entre otras. Las organizaciones políticas son diversas y las corporaciones municipales se distribuyen entre distintos partidos políticos y comités cívicos. Los partidos políticos con mayor presencia en las corporaciones municipales son la Unidad Nacional de la Esperanza (UNE) y Todos, además se identificó mayor ocupación de puestos públicos de hombres (un 83 % aproximadamente), que de mujeres.

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

Una de las formas de abordaje de los conflictos relacionados con los recursos naturales en el área es la Mesa Técnica del Río Achiguate en el departamento de Escuintla. Finalmente, en lo que se refiere a la historia y los aspectos culturales, se determinó que la comunidad kaqchikel tiene una visión del agua que toma como base la concepción de los pueblos mayas que considera su origen como divino; además de que no hace 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.
- Aquino, L. A. (2013). *Financiamiento de unidades agrícolas y Proyecto: Producción de Papaya*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Colom, E. (2 de octubre del 2015). Agua, oportunidades y desarrollo sostenible. *Plaza Pública*.
<https://www.plazapublica.com.gt/content/agua-oportunidades-y-desarrollo-sostenible>
- Congreso de la República de Guatemala. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (1998). Ley que Crea la Autoridad Protectora de la Sub-Cuenca y Cauce del Río Pensativo.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). Decreto Número 11-2002. Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.
- Congreso de la República de Guatemala. (15 de octubre del 2015). Decreto Número 4-2015.
- EcuRed. (22 de octubre del 2021). *Departamento de Sacatepéquez*.
[https://www.ecured.cu/Departamento de Sacatep%C3%A9quez \(Guatemala\)](https://www.ecured.cu/Departamento_de_Sacatep%C3%A9quez_(Guatemala))
- eGuate. (21 de octubre del 2021). *Historia de Escuintla*.
<http://www.eguate.com/site/es/historia/departamental/escuintla.html>
- 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 INFORM*.
- Gobernación de Escuintla. (2017). *Sistematización de la experiencia de las mesas técnicas de los ríos Madre Vieja y Achiguate en el departamento de Escuintla*.
- Hoy Historia GT. (21 de octubre del 2021). *Escuintla*.
<https://hoyhistoriagt.org/escuintla/>
- 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 de Chimaltenango*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013b). *Caracterización departamental de Escuintla*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013c). *Caracterización departamental de Sacatepéquez*.

- Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida*.
- 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. (s. f.). *Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación de Bosques (ENDDBG)*. [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 de la Presidencia de la República e Instituto Nacional de Estadística. (Noviembre del 2015). *Cuarto Censo Nacional de Talla*. Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Presidencia de la República.
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Política de Electrificación Rural 2020-2050*.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). *Memoria de estadísticas vitales y vigilancia epidemiológica*.
- Organismo de las Naciones Unidas para la Migración. (Febrero del 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. (2010a). *Plan de Desarrollo La Antigua Guatemala*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2010b). *Plan de Desarrollo San Andrés Itzapa*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011a). *Plan de Desarrollo Departamental (PDD) de Sacatepéquez*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011b). *Plan de Desarrollo Departamental de Chimaltenango*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011c). *Plan de Desarrollo Departamental (PDD) del departamento de Escuintla*.
- 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 generales 2019*. https://tse.org.gt/images/memoriaselec/me/2019_Memoria_Elecciones.pdf
- Universidad Rafael Landívar y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (1997). *Historia y memorias de la comunidad étnica kaqchikel*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

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

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 Achiguate

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 Achiguate. 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 Y ACRÓNIMOS.....	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	7
3.3 Influencia.....	8
4 AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES.....	9
REFERENCIAS.....	18

Índice de tablas

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

Índice de figuras

Figura 1. Metodología para elaborar el mapeo de actores.....	2
Figura 2. Posición de los actores identificados en la cuenca del río Achiguate (en frecuencia absoluta)	6
Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	7
Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	8
Figura 5. Mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	10

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Anacafé	Asociación Nacional del Café
ANAM	Asociación Nacional de Municipalidades
APIB	Asociación de Productores Independientes de Banano
Asazgua	Asociación de Azucareros de Guatemala
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
CNPAG	Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala
Cocode	consejo comunitario de desarrollo
Codede	consejo departamental de desarrollo
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
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INAP	Instituto Nacional de Administración Pública
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

Mineco	Ministerio de Economía
Mineduc	Ministerio de Educación
Mingob	Ministerio de Gobernación
Mipyme	micro, pequeña y mediana empresa
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Ocret	Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado
ONG	organización no gubernamental
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SCEP	Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Achiguate 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 III, que se refiere al mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.

1 METODOLOGÍA

Para poder realizar la representación gráfica o mapeo de los actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se definió como objetivo identificar aquellos que estuvieran 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 actores identificados, lo cual se efectuó con base en tres dimensiones o categorías: posición, interés e influencia; además de clasificarlos por área temática a través de la adaptación de diferentes métodos (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2014; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019; 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 en los talleres, pero que por mandato están relacionados directa o indirectamente con el manejo y/o gestión de los recursos naturales. Finalmente, se realizó una descripción sobre el rol o mandato institucional de los actores, sus 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).

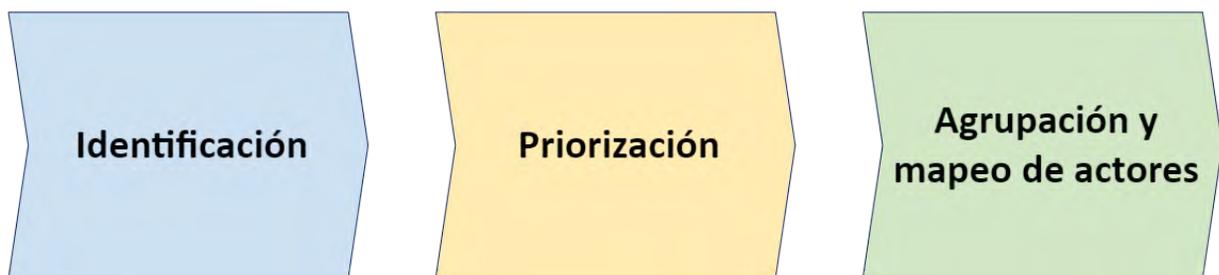


Figura 1. Metodología para elaborar el mapeo de actores

Fuente: adaptado de 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 mayor 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 defensa de los intereses de los ciudadanos, y 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 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, poco 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

Los actores identificados y priorizados durante los talleres participativos que se llevaron a cabo, se clasificaron dentro diferentes categorías según su posición, interés e influencia. Así, se presenta gráficamente la frecuencia absoluta o cantidad de veces que fue calificado el actor en las diferentes categorías de cada una de las dimensiones anteriores (posición, interés e influencia) y en total.

3.1 Posición

Con base en la información recopilada durante los talleres participativos, los actores más mencionados y que tuvieron mayor número de calificación en las categorías de apoyo activo y pasivo fueron: municipalidades, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), sociedad civil, consejos comunitarios de desarrollo (Cocode), Gobierno central e Instituto Nacional de Bosques (INAB) (Figura 2).

Dentro de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se ubican veintinueve corporaciones municipales, que apoyan el manejo y la gestión de los recursos naturales según los resultados de la información recopilada en los talleres. Dentro de sus atribuciones, la Constitución Política de la República de Guatemala les da la obligación de "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). 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 dentro de la cuenca se pueden mencionar: Escuintla (24.73 %), Siquinalá (11.2.3 %) y San José (10.99 %) en el departamento de Escuintla. El 94 % de los municipios del departamento de Sacatepéquez ocupan el 28.8 % del área de la cuenca.

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

Se percibe que los actores que tienen una oposición activa y pasiva son el MARN, la sociedad civil y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Los actores que se encuentran divididos entre apoyo y oposición son: empresas, Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG) e Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat). Algunas de las personas que participaron en los talleres consideraron que la posición del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

(Insivumeh) y el Comité de Protección del Astillero Comunal de Chimaltenango es desconocida (Figura 2).

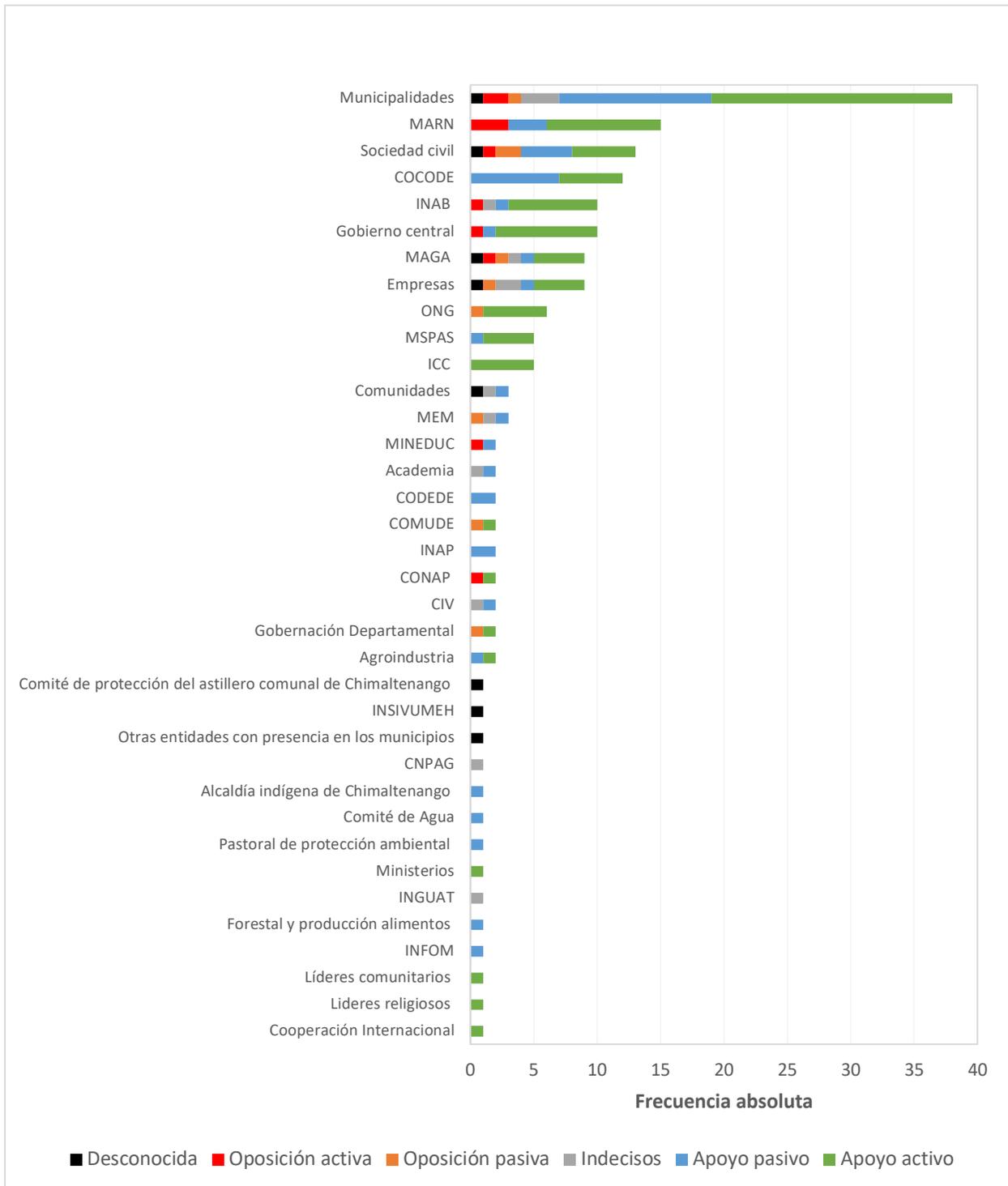


Figura 2. Posición de los actores identificados en la cuenca del río Achiguate (en frecuencia absoluta)

Fuente: elaboración propia (2022).

3.2 Interés

Los actores identificados como “más interesado” fueron las municipalidades, el MARN y el consejo comunitario de desarrollo (Cocode). Esto se debe a que sus objetivos los impulsan a actuar para la gestión de los recursos naturales. Los actores que se ubicaron con “mucho interés”, fueron el Gobierno central, el INAB y las empresas (Figura 3).

Los actores que se ubican con interés moderado y algún interés fueron: municipalidades, Cocode, sociedad civil, Gobierno central e Instituto Nacional de Administración Pública (INAP). Con poco o ningún interés se ubicaron todas las municipalidades y el Ministerio de Educación (Mineduc) (Figura 3).

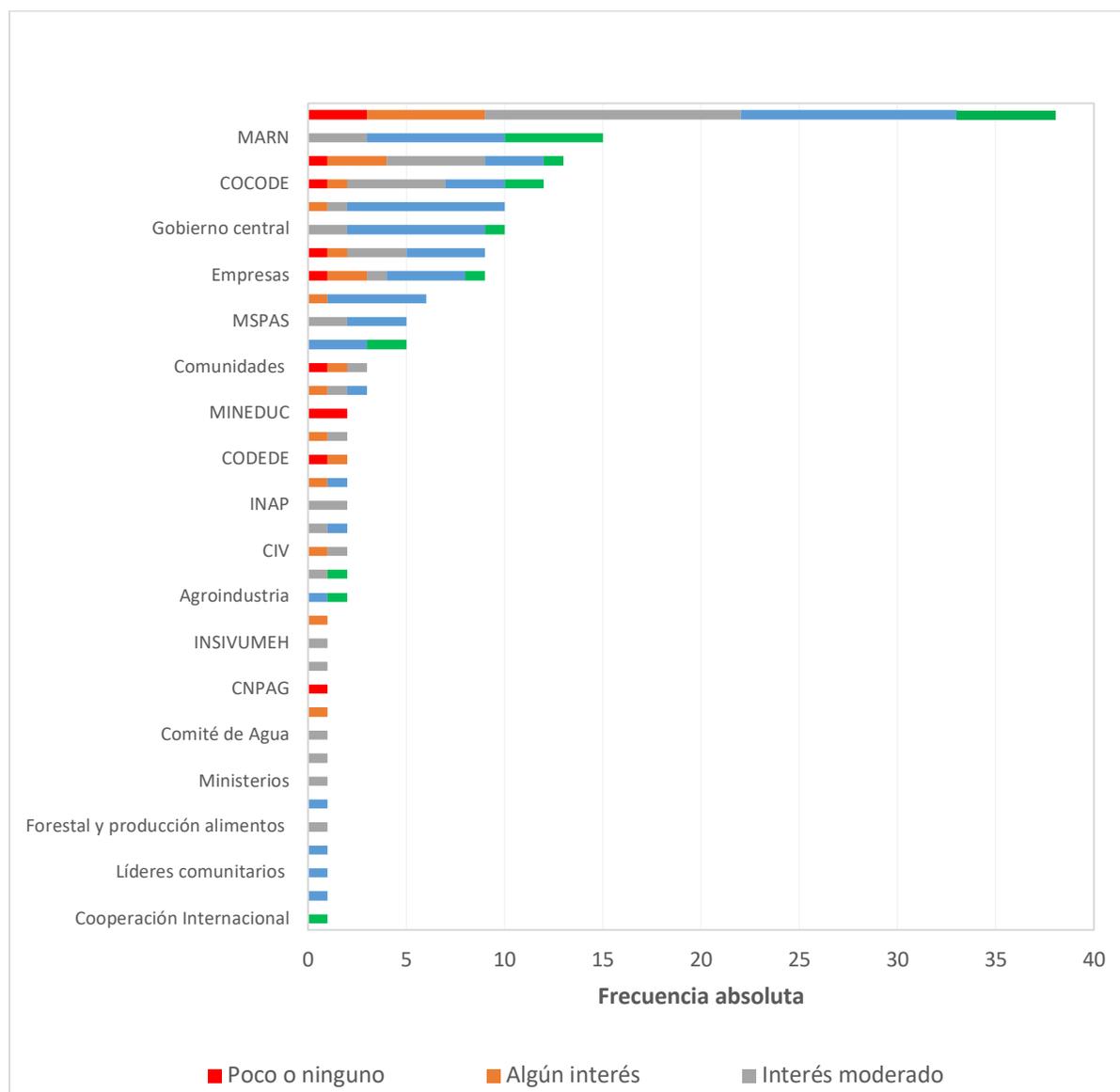


Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: elaboración propia (2022).

3.3 Influencia

Los actores más influyentes o con mucha influencia identificados fueron las municipalidades, el Gobierno central, Gobernación Departamental, el MARN, las empresas, el INAB y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). Con moderada influencia se mencionaron principalmente las municipalidades, la sociedad civil, el consejo departamental de desarrollo (Codede) y las ONG. Con algo de influencia se encuentran los Cocode y las empresas. Con poca o ninguna influencia se encuentran el INAB, el MAGA y el MEM; mientras que con influencia desconocida se mencionaron el Insivumeh y el Comité de Protección del Astillero Comunal de Chimaltenango (Figura 4).

Esta categorización corresponde al poder político, económico o social que pueda tener cada actor, el cual se distribuye en los ámbitos locales y nacionales por la incidencia de sus decisiones en la cuenca hidrográfica. Además, se debe considerar que, aunque algunos actores tienen recursos limitados, sus competencias les permiten coordinar a todos los actores, según el marco legal.

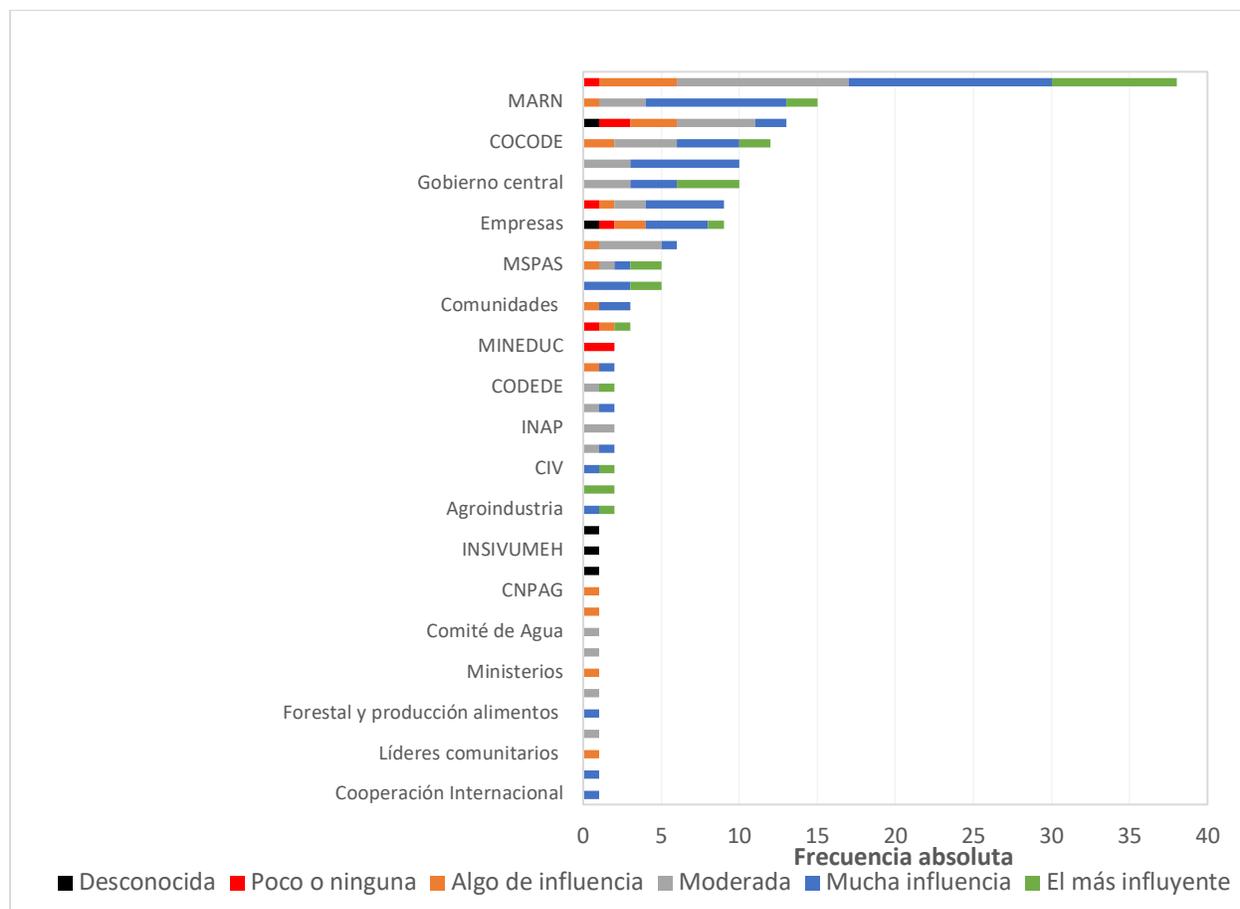


Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate Fuente: elaboración propia (2022).

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 activa, ser los más interesados y tener muy alta influencia para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos se encuentran las municipalidades, el MARN (que es un actor de alta prioridad por su objetivo, el cual está estipulado por ley), el Cocode, el INAB, el Gobierno central, el ICC y la sociedad civil (Figura 5).

Seguidamente se encuentran los **actores primarios**, que son calificados así por su posición de apoyo activo o pasivo, y por tener alto interés y mucha influencia para implementar acciones en la cuenca. En esta categoría se encuentran las organizaciones no gubernamentales, el MSPAS, las comunidades, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV), Gobernación Departamental, el Conap y la agroindustria.

Luego se encuentran los **actores secundarios**, que son calificados así por tener una posición de apoyo u oposición activo o pasivo, con interés moderado e influencia media para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos se encuentran los Comude, los Codede, el Inguat, los líderes comunitarios y religiosos, el Infom y la Pastoral de Protección Ambiental.

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 el Mineduc, la Alcaldía Indígena de Chimaltenango, el CNPAG, el Insivumeh y el Comité de Protección del Astillero Comunal de Chimaltenango.

Un resumen del mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se muestra en la Figura 5.

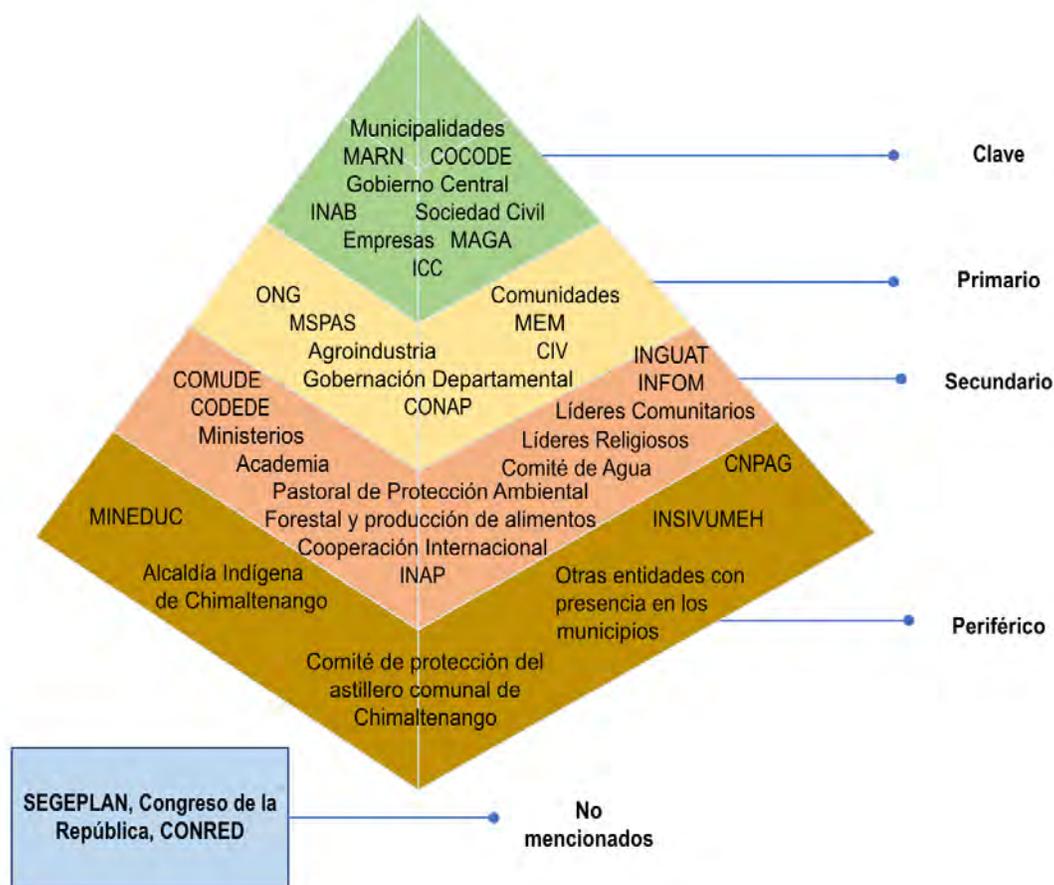


Figura 5. Mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: elaboración propia (2022).

Los resultados del mapeo evidenciaron que algunos actores importantes no fueron mencionados durante los talleres de consulta, por lo que se incluyó la categoría de “no mencionados”, donde se consideraron 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 describe cada actor del mapeo, incluyendo a algunos de los que no fueron mencionados (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Achiguate 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 (Presidencia, Vicepresidencia, Secretarías y Gabinete de ministros)	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	Propiciar e impulsar la conservación de las 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 la restauración de los bosques y tierras forestales, el fortalecimiento de la gobernanza forestal y la vinculación bosques-industria-mercado (Instituto Nacional de Bosques, 2022).
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

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			ambiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022).
6	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	Social	Atender los asuntos concernientes a 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 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2022).
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 los 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 políticas de desarrollo urbano y rural y de 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	Ambiental	Generar información hidrometeorológica, vulcanológica y sismológica (Instituto Nacional de

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
	Hidrología (Insivumeh)		Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).
11	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).
12	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).
13	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).
14	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred)	Político	Coordinar la gestión del 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).
15	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).
16	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 impulso de sus territorios (Asociación Nacional de Municipalidades, 2022).
17	Congreso de la República de	Político	La potestad legislativa corresponde al Congreso de la República, compuesto por diputados electos directamente por

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
	Guatemala (Legislativo)		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).
18	Instituto de Fomento Municipal (Infom)	Político	Facilitar procesos de asesoría, asistencia técnica y capacitación en las áreas financiera, administrativa y de prestación de servicios públicos a las municipalidades del país; a través de una gestión transparente, eficiente, eficaz y competitiva en el ámbito municipal, promoviendo acciones que permitan a los gobiernos locales fortalecer la gobernabilidad para la implementación de políticas, programas y proyectos que favorezcan el desarrollo sostenible de los municipios.
19	Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat)	Político	Gestionar el turismo, apoyar a la conservación de los bosques, el ecoturismo y el turismo sostenible.
20	Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Político	Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía. Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética (Ministerio de Energía y Minas, 2022).
21	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV)	Político	Velar por que se presten los servicios de información de meteorología, vulcanología, sismología e hidrología en forma descentralizada. Formular la política nacional de vivienda y asentamientos humanos y evaluar y supervisar su ejecución dentro del marco de las leyes aplicables (Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, 2022).
22	Instituto Nacional de Administración Pública (INAP)	Político	Es el órgano técnico de la administración pública de Guatemala, responsable de generar y lograr que se ejecute un proceso permanente de desarrollo administrativo, con el fin de incrementar la capacidad de las instituciones públicas, para que sean eficientes y eficaces en su

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			administración y servicios (Decreto 25-80 del Congreso de la República de Guatemala).
Sector público local			
23	Gobernación Departamental	Político	El gobernador es el representante del presidente en el departamento y vela por la gobernabilidad.
24	Comunidades	Social	Son lideradas por un órgano de coordinación que vela por los intereses de los miembros de la comunidad.
25	Municipalidades	Político	Propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.
Sector privado			
26	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.
27	Agroindustria	Económico	Según su naturaleza se pueden dedicar a producir caña de azúcar, palma africana, banano, plátano, hule, café, cacao, mango, macadamia, limón, naranja y piña. La agroindustria está representada por los ingenios azucareros, que también se dedican a la producción de alcoholes y a la generación de energía eléctrica, así como al cultivo de palma africana, banano, café, cacao y otros.
28	Hidroeléctricas	Económico	Transformar la energía hidráulica de un curso de agua, natural o artificial, en electricidad renovable.
29	Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB)	Económico	Dar seguimiento a compromisos de reforestación y monitoreo ambiental de empresas bananeras, gestión ambiental y manejo del agua.
30	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.
31	Asociación Nacional del Café (Anacafé)	Económico	Producir café, conservar los bosques y la biodiversidad, realizar restauración forestal y brindar asistencia técnica.

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
Sociedad civil			
32	Organizaciones no Gubernamentales (ONG)	Ambiental	Instituciones sin ánimo de lucro que no dependen del Gobierno y realizan actividades de interés social.
33	Comité de protección del astillero comunal de Chimaltenango		Vigilar para evitar la depredación de los recursos naturales, conservar los recursos naturales, coordinar los jornales de chapeo y realizar reforestación (Comité Promejoramiento del Astillero Comunal de Chimaltenango, 2022).
34	Sociedad civil	Social	Incluye 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, que tienen personería jurídica o no.
35	Líderes religiosos	Social	Actuar juntos por un objetivo de beneficio para un grupo de personas.
36	Líderes comunitarios	Social	Representar a una comunidad y liderarla en la toma de decisiones por intereses compartidos.
37	Pastoral de protección ambiental	Social	Colocar en relieve la responsabilidad social de los cristianos en la construcción de un orden social justo y ambiental sostenible, denunciando las causas de un orden injusto que genera pobreza y depreda los recursos (Arana, 2022).
38	Red de Comités de Agua	Social	Abastecer de agua a los hogares de las comunidades, ya sea entubada o por otros medios para los que se organice.
39	Alcaldía Indígena de Chimaltenango	Social	Tiene por misión la promoción, desarrollo, fortalecimiento del sistema de cargos de autoridades, de los intereses, necesidades, problemas económicos, políticos, sociales, culturales, ambientales, espiritualidad de la población. Se caracteriza por practicar con transparencia, respeto, equidad y justicia en el marco de la cosmovisión y filosofía, la búsqueda de consensos, diálogo e incidencia para el reconocimiento y coordinación entre la autoridad indígena y la

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			institucionalidad del Estado (Alcaldía Indígena de Chimaltenango, 2022).
40	Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG)	Social	Propiciar acciones encaminadas a fomentar la educación y valorización del patrimonio cultural y natural de La Antigua Guatemala y áreas circundantes. Consolidar a la Institución al servicio de la conservación y gestión del patrimonio cultural de la Ciudad de La Antigua Guatemala, involucrando en este proceso a la población, para lograr así la valorización del patrimonio (Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala, 2022).
Organismos internacionales			
421	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			
42	Academia	Académico	Institución oficial constituida por personas destacadas en las letras, las artes o las ciencias, que realizan colectivamente determinadas actividades.
43	Foro de Universidades	Académico	Encargado de la educación superior y con posibilidades de orientar la investigación hacia temas ambientales y sociales.
44	Instituto Privado de Investigación sobre 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 con información de diferentes fuentes.

REFERENCIAS

- Alcaldía Indígena de Chimaltenango. (2016). *Alcaldía Indígena Chimaltenango coloca rótulos para la prevención de la cacería de la fauna como la tala y ocoteo de árboles en el bosque comunal (astillero) de Chimaltenango*. https://alcaldiaindigenadechimaltenango.blogspot.com/?fbclid=IwAR0i7Aa-_ZmihvNWNQXbsco6TCIWOBjFvczdYTPGa5QzqeL1glaS71GIFp8
- Arana, M. (2003, 10-14 de noviembre). *Importancia de la pastoral ambiental* [I Semana de Formación Bíblica, Teológica y Pastoral. «Fundamentos Bíblicos y Teológicos de la Pastoral Ambiental»]. https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.ocmal.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F03%2Fimportancia_de_la_pastoral_ambiental.doc
- 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*.
- Comité Promejoramiento del Astillero Comunal de Chimaltenango. (2017). *Home* [página de Facebook]. Recuperado en 2022, de <https://m.facebook.com/people/Comite-Premejoramiento-Del-Astillero-Comunal-Chimaltenango/100015317266203>
- 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.
- Congreso de la República de Guatemala. (23 de octubre de 2014). Decreto Número 1-2014.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2022). *Misión y visión del Conap*. <https://conap.gob.gt/#:~:text=La%20MISI%C3%93N%20DEL%20CONAP%20es,crecimiento%20desarrollo%20sostenible%20del%20Pa%C3%ADs>
- Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala. (2022). *CNPAG - Página principal*. <https://cnpag.com/>
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2022). *Conred - Página principal*. www.conred.gob.gt
- 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/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2022). *MAGA - Página principal*. www.maga.gob.gt

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *MARN - Página principal*. www.marn.gob.gt

Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. (2022). *Micivi - Página principal*. <https://www.civ.gob.gt/web/guest/inicio>

Ministerio de Economía. (2015). *Sistema Nacional de Información MIPYME Guatemala año base 2015*.

Ministerio de Educación. (2022). *Mineduc - Página principal*. www.mineduc.gob.gt

Ministerio de Energía y Minas. (2022). *MEM - Página principal*. www.mem.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 **Achiguate**

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 Achiguate

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 Achiguate. 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 Y ACRÓNIMOS	X
INTRODUCCIÓN	1
1 DIAGNÓSTICO.....	2
1.1 Metodología	2
1.2 Problemas identificados y priorizados	3
1.3 Análisis de problemas	12
1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal	12
1.3.2 Mal manejo de los desechos sólidos	18
1.3.3 Descarga de aguas residuales (ordinarias y especiales) sin tratar o con tratamiento deficiente	23
1.3.4 Escasez de agua.....	29
1.3.5 Pérdida del suelo por erosión hídrica	31
1.3.6 Falta de gobernanza con enfoque de cuenca.....	38
1.3.7 Inundaciones	41
2 LÍNEA BASE	47
3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL	60
3.1 Metodología	60
3.2 Propuesta de zonificación territorial.....	63
4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA	67
4.1 Resumen ejecutivo	67
4.2 Visión	70
4.3 Misión.....	71
4.4 Horizonte	71
4.5 Justificación	71
4.6 Objetivos	72
4.6.1 Objetivo general.....	72
4.6.2 Objetivos específicos.....	73
4.7 Marco lógico	75
4.8 Resumen de los problemas priorizados	82
4.9 Programas.....	82
4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	83

4.9.2 Programa 2: Manejo y conservación del recurso suelo	88
4.9.3 Programa 3: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	89
4.9.4 Programa 4: Gestión del agua	91
4.9.5 Programa 5: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	93
4.9.6 Programa 6: Gestión del riesgo	96
4.10 Costos del plan	98
4.11 Estrategia de ejecución y de financiamiento	100
4.11.1 Sostenibilidad	101
Referencias.....	103
Anexos.....	116

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz del marco lógico de los problemas identificados y priorizados para la cuenca del río Achiguate	5
Tabla 2. Cambios en la cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Achiguate	12
Tabla 3. Cobertura forestal de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	14
Tabla 4. Balance de la biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Achiguate	15
Tabla 5. Incentivos forestales en la cuenca del río Achiguate entre 1998 y 2020 (hectáreas)	16
Tabla 6. Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Achiguate.....	24
Tabla 7. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Achiguate	33
Tabla 8. Incidentes de atención de emergencia o desastres por inundaciones en la cuenca del río Achiguate durante el período de 2008 a 2020	44
Tabla 9. Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan.....	48
Tabla 10. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Achiguate.....	49
Tabla 11. Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Achiguate ...	61
Tabla 12. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Achiguate	62
Tabla 13. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Achiguate..	63
Tabla 14. Categorías de zonificación del territorio de la cuenca del río Achiguate (continuación)	64
Tabla 15. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Achiguate	65
Tabla 16. Matriz de marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate.....	75
Tabla 17. Actividades del Programa de Restauración del Paisaje Forestal y la Biodiversidad	84
Tabla 18. Actividades del Programa de Manejo y Conservación del Recurso Suelo.	88
Tabla 19. Actividades del Programa de Gobernanza Territorial con Enfoque de Cuenca Hidrográfica.....	89
Tabla 20. Actividades del Programa de Gestión del Agua.....	91
Tabla 21. Actividades del Programa de Manejo y Gestión de los Desechos y Residuos Sólidos	94
Tabla 22. Actividades del Programa Gestión del Riesgo	96
Tabla 23. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Achiguate.....	99

Índice de figuras

Figura 1. Capítulos contenidos en documentos individuales y que en conjunto conforman las fases para el desarrollo del Plan de Manejo Integral de cuenca hidrográfica del río Achiguate	1
Figura 2. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	2
Figura 3. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Achiguate	13
Figura 4. Vertedero El Choconal, que recibe basura de Antigua Guatemala	21
Figura 5. Acumulación y transporte de basura en el cauce del río Guacalate, tributario del río Achiguate, en jurisdicción de Pastores, Sacatepéquez (visto desde puente sobre RN 14).....	22
Figura 6. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Achiguate.....	25
Figura 7. Análisis de los componentes principales para las variables de calidad del agua.....	28
Figura 8. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Achiguate .	32
Figura 9. Acumulación de sedimentos en la barranca Las Lajas que se extiende hasta su unión al río Guacalate	34
Figura 10. Incidentes por inundaciones atendidos por la Conred entre 2008 y 2020 y zonas de inundación en la cuenca hidrográfica del río Achiguate	44
Figura 11. Relación entre inundaciones y medios de vida en la cuenca del río Achiguate.....	46
Figura 12. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Achiguate	61
Figura 13. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	64
Figura 14. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de zonas de ribera en la cuenca del río Achiguate	65
Figura 15. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate	66
Figura 16. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Achiguate con sus programas (numerados) y su vinculación a las prioridades de desarrollo nacional y Objetivos de Desarrollo Sostenible	83



ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 404-2023

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.



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 Achiguate".

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 Achiguate", 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 Achiguate" 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 Elias Barrios Garrido
Ministro
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACH	Acción Contra el Hambre
ACP	análisis de componentes principales
Anacafé	Asociación Nacional del Café
APSCR	Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo
ARNP	Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo Urbano y Rural
Codede	consejo departamental de desarrollo
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
DBO ₅	demanda bioquímica de oxígeno en cinco días
DIGEGR	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
DQO	demanda química de oxígeno
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

ICA	índice de calidad del agua
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
INAB	Instituto Nacional de Bosques
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
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFEWS	Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
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 para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala

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
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 Achiguate. Para la formulación de un plan de manejo de cuenca se requiere desarrollar diferentes fases previas. Entre las principales se encuentra 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 son los siguientes, los cuales se muestran en la Figura 1.

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

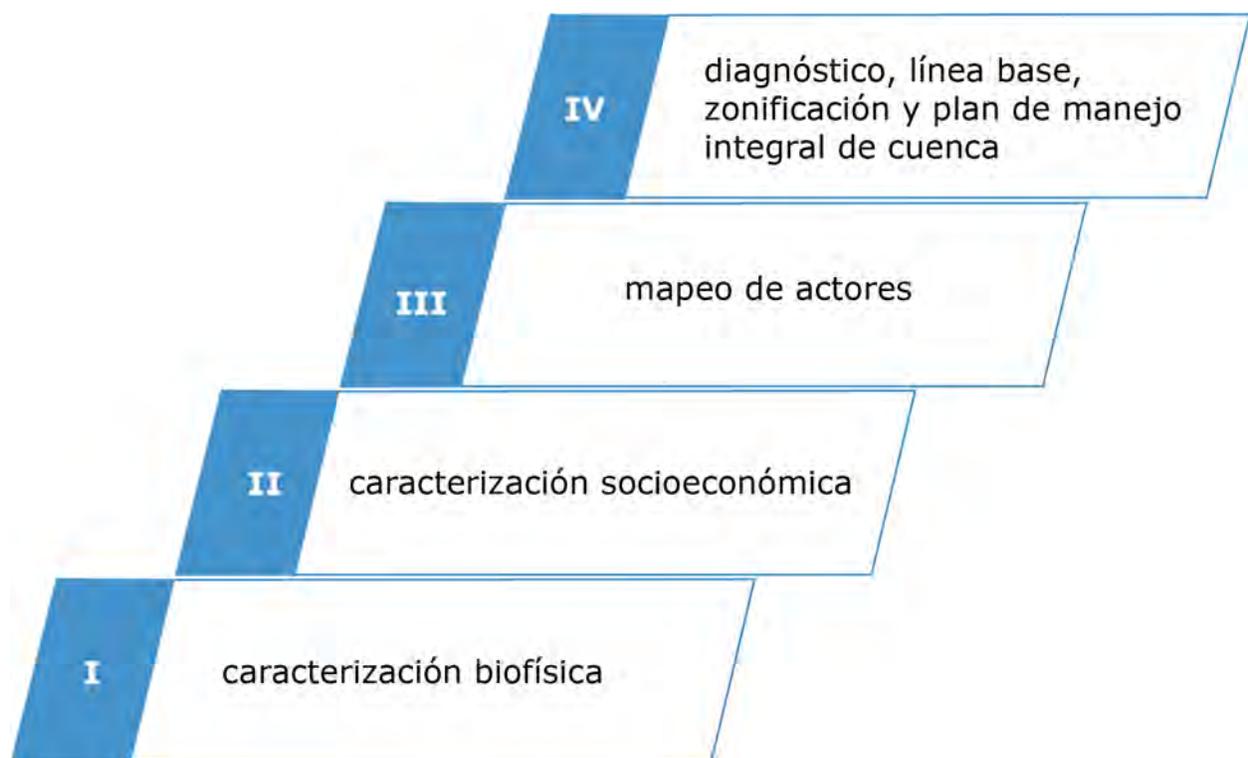


Figura 1. Capítulos contenidos en documentos individuales y que en conjunto conforman las fases para el desarrollo del Plan de Manejo Integral de cuenca hidrográfica del río Achiguate

Fuente: elaboración propia.

1 DIAGNÓSTICO

1.1 Metodología

Para la elaboración del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se recopiló información a través de diferentes métodos (Chevalier, 2006; Denzin & Lincoln, 2012; Geilfus, 2002; Newing, 2011; De Vaus, 2002). El análisis interpretativo se sistematizó y adaptó con base en un marco lógico (Faustino y Jiménez, 2000; Ortegón *et al.*, 2005). Se consideraron los enfoques integral, participativo, interpretativo, dinámico y prospectivo.

El diagnóstico es un proceso iterativo que se construye a partir de recorridos de campo, de la elaboración de una caracterización biofísica y socioeconómica, de un diagnóstico participativo y de un análisis interpretativo de múltiples dimensiones o componentes (Figura 2).



Figura 2. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
Fuente: elaboración propia con base en el diagnóstico de la cuenca del río Achiguate (2022).

Recorridos de campo: se efectuaron cuatro recorridos en la cuenca, desde su cabecera hasta su desembocadura, considerando la buena accesibilidad vial para de esta. Se llevaron a cabo con la participación de actores (públicos, comunitarios, privados, gobiernos locales). Durante el recorrido realizado en la cuenca, se recopiló información rápida en el sitio a través de un protocolo de observación.

Caracterización biofísica y socioeconómica: estas fases comprendieron la descripción del estado actual de la cuenca en función de una serie de variables biofísicas y socioeconómicas que dieron soporte al diagnóstico.

Diagnóstico participativo: se realizó mediante un abordaje con enfoque de cuenca a través de cinco talleres y/o grupos focales, de tal modo que integró a actores del territorio para diagnosticar su estado de forma participativa (Anexo 1). Se aplicó el método gráfico (mapas), audiovisual (mapa y vídeo) y un cuestionario (formato electrónico y/o físico). La información se analizó con base en la metodología del marco lógico.

Análisis interpretativo: se desarrolló con base en las informaciones primarias y secundarias recopiladas en las fases previas. Además, se complementó con el análisis de las situaciones problemáticas bajo el enfoque del marco lógico, tanto en gabinete como durante los talleres participativos.

1.2 Problemas identificados y priorizados

A partir del diagnóstico se logró identificar, analizar y priorizar siete problemáticas o necesidades para la cuenca hidrográfica del río Achiguate, 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 (Tabla 1).

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

Otras problemáticas identificadas por los actores durante el diagnóstico participativo y que de alguna manera tienen relación con las priorizadas son: aplicación deficiente (o ausencia) de un plan de ordenamiento territorial, débil educación ambiental, pobre conciencia ambiental, degradación de los recursos naturales, amenazas volcánicas (por el volcán de Fuego), falta de voluntad política, derrumbes y deslizamientos, extracción de materiales, desempleo,

pobreza, falta de planificación con enfoque de cuenca e implementación insuficiente de mecanismos de pago o compensación por servicios ambientales.

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

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
Pérdida de la cobertura forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Débil o baja gobernabilidad y/o débil ejercicio democrático. • Habilitación de áreas con cobertura forestal para otros usos. • Incendios y/o plagas forestales. • Explotación de madera para diferentes usos. • Tala ilegal. • Falta de buen manejo forestal. • Poco interés en los incentivos forestales del INAB. • Limitada aplicación de la legislación forestal. • Crecimiento poblacional. • Incremento de la demanda de leña. • Descontrol en la emisión de licencias de aprovechamiento 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. • 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. • Incremento de la temperatura ambiental. • Disminución de la seguridad alimentaria. 	En la totalidad del territorio de la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> • Gobiernos locales y regionales • Consejos de desarrollo • INAB • Conap • Empresas privadas • Instituciones educativas • Sociedad civil • Proyectos de cooperación internacional • ICC • Organizaciones no gubernamentales • Asociaciones civiles de representación indígena y de la mujer • Codede 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar para la restauración del paisaje, su aplicación y monitoreo. • Aplicar y cumplir la legislación forestal. • Fortalecer capacidades y concientizar. • Realizar acciones para la recuperación, restauración y/o conservación forestal con enfoque en áreas de recarga hídrica. • Elaborar la zonificación territorial de la cuenca. • Promover acciones de manejo sostenible forestal. • Implementar un sistema de pago/compensación por servicios ambientales (PSA/CSA), y valoración económica de la pérdida de la cobertura forestal.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
<p>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 sobre el tema de la contaminación de los suelos. • Débil o incumplimiento de la legislación existente. • Pobre gobernanza con enfoque de cuenca. • Disposición de basura en basureros que no cuentan con instrumentos ambientales. • Eliminación de la basura por métodos que no garantizan su segregación y almacenamiento seguro. • Falta de planificación municipal para el manejo de los desechos sólidos y/o su aplicación y planificación territorial. • Incremento de la población. • Falta de cultura y educación para la clasificación de la basura. 	<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, acuática y del suelo. • Propagación de enfermedades que afectan la salud humana. • Acumulación de basura en el cauce de ríos y su descarga al mar Pacífico. • Deterioro de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Pobre rendimiento de cultivos en zonas donde existieron basureros. • Contaminación de la atmósfera. • Taponamiento del alcantarillado por la acumulación de basura en las zonas urbanas ubicadas en Antigua Guatemala. 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • MARN • MSPAS • Empresas privadas de recolección de basura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación en materia de desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 281-2015, 164-2021, otros). • Promover la producción limpia. • Elaborar el plan municipal de desechos y residuos sólidos y/o implementarlo, con 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). • Implementar una campaña de concientización ambiental. • Diseñar y poner en marcha la planta regional

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
	<ul style="list-style-type: none"> Limitadas capacidades en cuanto al manejo de los desechos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Acumulación de basura en las zonas azolvadas de los ríos. Emisión de gases de efecto invernadero. 			de tratamiento de desechos sólidos.
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de una gobernabilidad efectiva y gobernanza para el tratamiento de las aguas residuales. Pobre cumplimiento de la legislación, en adición a las múltiples prórrogas del Acuerdo Gubernativo 236-2006. Vacíos técnicos en la legislación. Limitadas capacidades o falta de fortalecimiento de estas en la temática. Prevalencia de plantas de tratamiento sin funcionamiento. Escasa densidad de plantas de tratamiento en la cuenca. Incremento de la población. Falta de un plan de ordenamiento territorial. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de las fuentes de agua superficial y subterránea. Afectación de la biodiversidad acuática. Propagación e incremento de la incidencia de enfermedades que afectan la salud humana. Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos. Impacto negativo en la calidad de los medios de vida relacionados con el consumo de agua, recreación, alimentación y otros. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidades MARN MSPAS 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 48-2013, Código Municipal, Código de Salud y otros) Ampliar la densidad de plantas de tratamiento, implementarlas y establecer un sistema de monitoreo y evaluación. Fortalecer capacidades. Implementar campañas de sensibilización. Brindar educación ambiental. Evaluar y aplicar tecnologías de tratamiento comunitario. Realizar la valoración económica del daño al

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
	<ul style="list-style-type: none"> Carencia de educación ambiental y concientización en los hogares. Emisiones de gases de efecto invernadero. 				ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental).
Escasez de agua	<ul style="list-style-type: none"> Variabilidad y cambio climático. Crecimiento poblacional. Cambio del uso o cobertura de la tierra. Contaminación del agua. Falta de gobernanza del recurso hídrico Ausencia de una Ley de Agua. Huella hídrica para la producción de bienes y servicios por arriba de los niveles aceptables. Deficiente gestión del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Conflictividad social. Deterioro del bienestar humano. Inseguridad hídrica. Degradación de tierras. Disminución de los niveles de agua subterránea. Deterioro de los ecosistemas. 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 la Ley de Agua. Crear o fortalecer la gobernanza del recurso hídrico. Mejorar tecnologías de riego agrícola. Fortalecer y brindar asistencia técnica para los sistemas de riego. Mejorar la eficiencia en la cobertura del sistema de agua potable.
Pérdida de suelo por erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de legislación sobre la degradación del suelo. Aspectos morfológicos de la cuenca. Cambio y/o uso de la tierra con deficiente cobertura. 	<ul style="list-style-type: none"> Azolamiento de la red hídrica. Cierre de las bocabarras. Incremento de la superficie de las zonas de inundación en la parte baja de la cuenca, por el aumento de la carga de sedimentos en los cauces. 	En la totalidad del territorio de la cuenca, principalmente en la parte media y alta.	<ul style="list-style-type: none"> MAGA MARN INAB Red de productores y/o cooperativas Municipalidades y comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar y dar cumplimiento a la legislación relacionada con la degradación del suelo, e impulsar la formulación de legislación específica en esta temática.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
Pérdida de suelo por erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> Alta agresividad de la precipitación pluvial o erosividad. Susceptibilidad natural del suelo a ser erosionado. Alto volumen y velocidad de escorrentía superficial. Deficiente o inexistente implementación de prácticas de conservación del suelo y el agua. Pendientes del terreno de alto grado y longitud. Malas prácticas de manejo de cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Degradación del suelo (fertilidad). Incremento de los costos de la producción agrícola. 			<ul style="list-style-type: none"> 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 por erosión evitada (mecanismo financiero ambiental).
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos morfológicos de la cuenca. Azolvamiento o acumulación de sedimentos en el cauce de los ríos. Pérdida de la cobertura forestal u otra con buena cobertura del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> Pérdidas humanas, materiales, económicas y de la biodiversidad. Impacto negativo en las necesidades humanas fundamentales. 	Parte baja de la cuenca y abanico aluvial de Antigua Guatemala.	<ul style="list-style-type: none"> Conred MARN MAGA MSPAS Consejos comunitarios y municipales de 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar y/o implementar sistemas de alerta temprana. Realizar el ordenamiento o zonificación territorial. Diseñar, mejorar, evaluar y/o implementar

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático. • Variabilidad climática. • Ausencia de ordenamiento territorial. • Falta de sistemas de alerta temprana efectivos, o de su implementación, con enfoque comunitario. • Debilidad de la capacidad adaptativa y resiliencia. • Baja pendiente de los terrenos. • Intensidades de precipitación pluvial superiores a la tasa de infiltración de los suelos. • Gobernabilidad inefectiva y gobernanza deficiente con enfoque de cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de fuentes de agua para consumo humano. • Rezago en el desarrollo sostenible de las poblaciones. • Taponamiento de alcantarillado por la basura transportada y superación de la capacidad de los colectores de alcantarillado público en Antigua Guatemala. 		desarrollo urbano y rural	<ul style="list-style-type: none"> • estructuras de contención de agua. • Evaluar el traslado de riesgo por implementación de estructuras de contención. • Incrementar la red de estaciones hidrometeorológicas. • Cuantificar la producción de sedimentos en la cuenca y sus subunidades. • Realizar el plan de reducción de riesgo a nivel de cuenca. • Evaluar la puesta en marcha de un seguro. • Fortalecer capacidades. • Brindar asistencia técnica para diversificar los medios de vida.
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política. • Débil cumplimiento o incumplimiento de la legislación. • Centralización en la toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Débil o inexistente gobernabilidad y del ejercicio de la democracia. • Mal manejo y gestión de los recursos naturales. 	En la totalidad del territorio de la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> • Conadur • Codede • Comude • Cocode • Gobernación • INAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con la legislación. • Cumplir el Acuerdo Gubernativo 19-2021. • Institucionalizar los procesos de planificación

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores por involucrar	Alternativas de solución
	<ul style="list-style-type: none"> • Débil capacidad del Estado. • Deficiente involucramiento de los consejos de desarrollo. • Falta de planificación y gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca. • Falta de integración de actores y de su participación para promover el manejo y la gestión de las problemáticas de la cuenca. • Débil capacidad de coordinación, integración y de la institucionalidad bajo una visión compartida del territorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida o detrimento de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Débil gestión del riesgo multidimensional. • Gestión inefectiva de los gobiernos locales. • Desconocimiento de las acciones, plataformas, proyectos y problemáticas relacionadas con los recursos naturales, población, servicios básicos, entre otros. • Deficiente gestión de los gobiernos locales y falta de enfoque en las prioridades y/o problemáticas del territorio. • Falta de información y empoderamiento sobre la problemática en la cuenca. • Falta de aplicación de la Ley de la Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo (Decreto n.º 43-98) 		<ul style="list-style-type: none"> • MARN • MAGA • APSCR • Comunidades • Asociaciones civiles y de pueblos originarios • Empresas privadas relacionadas con el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales 	<p>y gestión del territorio con enfoque de cuenca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover la formulación de un nuevo modelo de regionalización del territorio por parte del Conadur. • Promover la participación ciudadana en el manejo y gestión de las problemáticas, y en el 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 debidas a 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 Achiguate (2022).

1.3 Análisis de problemas

1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal

1.3.1.1 Causas

La pérdida de la cobertura forestal en la cuenca hidrográfica del río Achiguate se atribuye al cambio de uso de la tierra para el desarrollo de actividades de infraestructura y urbanización y a la expansión de la agricultura y/o ganadería —esta última es la principal causa en la costa sur— (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013 y *et al.*, 2018). A su vez, es una de las principales causantes de los impactos negativos en la biodiversidad a nivel nacional (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).

La tasa de deforestación o cambio anual relativo (%) ha fluctuado entre -0.94 % (2006-2010), 1.18 % (2001-2006) y 0.97 % (2010-2016) (Tabla 2). De ahí que los períodos 2001-2006 y 2010-2016 tuvieron tasas positivas de deforestación, recuperándose el 10.8 % y 5.4 % de la cobertura forestal en comparación con su año base, respectivamente. El análisis de la dinámica forestal muestra un balance donde ha dominado el incremento de la cobertura forestal, pero continúan existiendo áreas con pérdida de cobertura, por lo que se enfrenta el reto de enfocarse en los impulsores de cambio en estas áreas.

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

Período	Pérdida bruta	Ganancia bruta	Cambio neto		Tasa de deforestación anual (%)
	(hectáreas)		Área de la cuenca (%)		
2001-2006	5313.15	7836.84	2523.69	2.04	1.81
2006-2010	4985.64	4039.02	-946.62	-0.77	-0.94
2010-2016	6354.00	7696.98	1342.98	1.09	0.97

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

Con relación al área o superficie de la cuenca del río Achiguate, el mayor cambio neto de cobertura forestal se presentó durante el período 2001-2006, donde hubo un incremento de la superficie con bosque del 2.04 %, lo cual equivale a 2523.69 hectáreas (ha). También se observó un aumento del 1.09 % para el período 2010-2016 (1342.98 ha). Sin embargo, en el período 2006-2010 se registró una reducción de -0.77%, correspondiente a 946.62

ha. Este análisis se realizó a partir de datos de los estudios realizados a nivel nacional (Instituto Nacional de Bosques *et al.*, 2012 y 2019; Universidad del Valle de Guatemala *et al.*, 2011).

Por lo tanto, los cambios netos anuales reflejan incrementos en el primer y tercer período (2001-2006 y 2010-2016), pero una deforestación neta durante el período 2006-2010. No existe una tendencia marcada al analizar los tres períodos en conjunto; sin embargo, entre el primer y segundo período se presenta un cambio neto anual hacia la deforestación, que luego, entre el segundo y tercer período, tiende a recuperarse en menor proporción para alcanzar un cambio neto anual de incremento de la cobertura forestal (Figura 3).

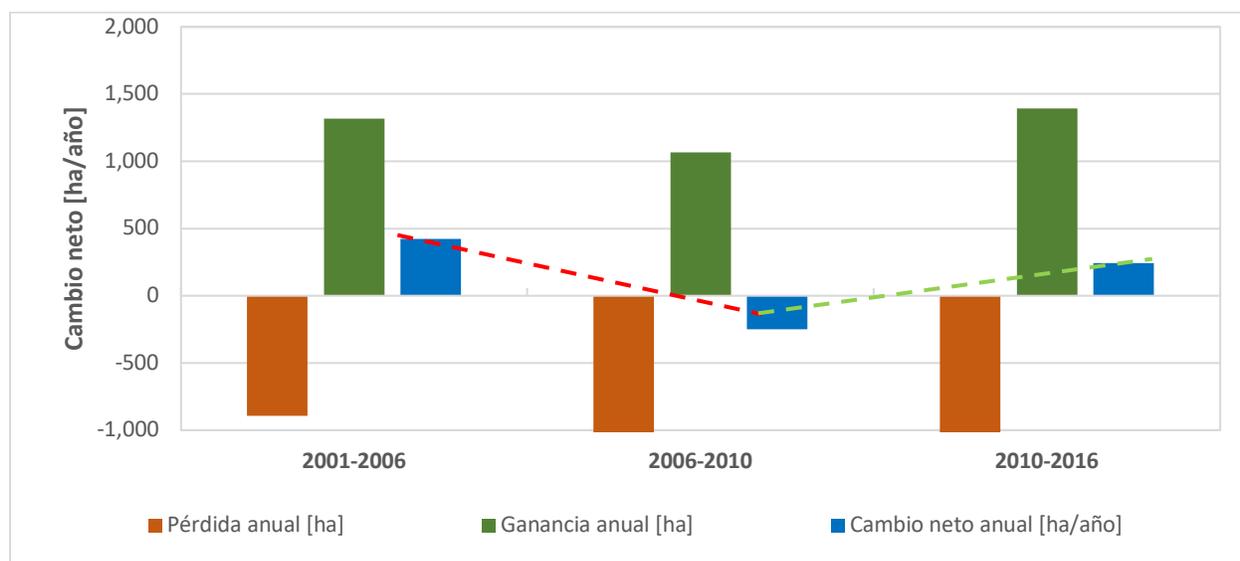


Figura 3. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Achiguate

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

A nivel departamental para esta cuenca, en el último período de análisis se registró un incremento de la cobertura forestal en Escuintla (2.57 %) y Chimaltenango (2.03 %), pero un decremento en Sacatepéquez, con una deforestación neta del 2.14 %. La recuperación del bosque debe priorizarse principalmente en las zonas aledañas a los conos volcánicos y en los astilleros municipales de los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango; así como en las partes más altas del departamento de Escuintla y en la zona costera de mangle (Instituto Nacional de Bosques *et al.*, 2019).

El mayor registro de cobertura forestal total en la cuenca hidrográfica del río Achiguate ocurrió en el año 2006 (21.39 %) y el menor en el 2001 (18.96 %). Considerando los cuatro años de referencia, la cuenca refleja una cobertura forestal media de 20.19 ± 0.99 % (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura forestal de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

Año	Superficie con cobertura forestal	
	(hectáreas)	Área de la cuenca (%)
2001	23 447.97	18.96
2006	26 446.95	21.39
2010	25 079.04	20.28
2016	24 872.76	20.12

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

Otra de las causas u orígenes de la pérdida de la cobertura forestal en esta cuenca son los incendios forestales, ya que entre los años 2008 y 2014, ocurrieron 113 incendios de este tipo. Estos se concentraron en los departamentos de Sacatepéquez (55 eventos) y Chimaltenango (54 eventos); es decir, predominaron en la parte alta y/o cabecera de la cuenca del río Achiguate. En Sacatepéquez, los municipios con mayor reporte de incendios forestales fueron: Pastores (24 %), Sumpango (15 %), Jocotenango (11 %) y Alotenango (11 %); por su parte, en Chimaltenango, destacan El Tejar (24 %), Chimaltenango (54 %) y San Andrés Itzapa (20 %) (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2020).

Al analizar el período 2001-2017 a nivel departamental (que integra superficie tanto dentro como fuera de esta cuenca hidrográfica), se observa que en Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla —con una correspondencia espacial con la cuenca del 66.5 %, 17.1 % y 5.9 % con la cuenca— se registraron 277, 735 y 25 incendios, respectivamente. Adicionalmente, en Sacatepéquez y Escuintla predominaron los incendios dentro de las áreas protegidas (Instituto Nacional de Bosques, 2017a). A nivel nacional, entre el 2016 y 2017, las causas de los incendios forestales fueron las siguientes: intencionados (50 %), por quema agrícola (26.1 %), leñadores (6.6 %), y el resto por quema de basura y cosecha de miel (Instituto Nacional de Bosques, 2017b).

Otra variable que origina la pérdida de cobertura forestal es el consumo de madera y leña como fuente energética (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009). Se estima que el 31 % de los hogares ubicados en la cuenca hidrográfica del río Achiguate consume leña (Instituto Nacional de Estadística, 2018). La demanda de leña es de 346 067 toneladas de biomasa leñosa al año (t biomasa/año) y el consumo de 114 304. Esto resulta en un balance negativo o de déficit de leña anual de -231 763 toneladas de biomasa

leñosa. Este déficit se reporta en la porción del departamento de Escuintla que ocupa la cuenca (Instituto Nacional de Bosques *et al.*, 2012 y Public Health Institute & Environment Energy Consultants, 2015) (Tabla 4). Según el Instituto Nacional de Bosques (2015), los municipios de San Andrés Itzapa y Parramos tienen un alto déficit anual de leña y vulnerabilidad por seguridad alimentaria.

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

Departamento ¹	Demanda	Oferta	Balance
	toneladas de biomasa leñosa anual (t biomasa/año)		
Guatemala ²	0	0	0
Sacatepéquez	104 723	32 073	-72 650
Chimaltenango	117 210	40 089	-77 122
Escuintla	124 134	42 143	-81 991
Cuenca río Achiguate	346 067	114 304	-231 763

Nota: ¹ Estimación realizada con base en la proporción de población de cada departamento en la cuenca hidrográfica del río Achiguate. ² No hay presencia de población en la porción del departamento de Guatemala ubicada dentro de la cuenca Achiguate.

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012); Instituto Nacional de Estadística (2018) y Public Health Institute & Environment Energy Consultants (2015).

Otra causante de pérdida de cobertura forestal es la susceptibilidad a plagas y enfermedades forestales que, en el caso de la parte media-alta de esta cuenca, es entre alta y muy alta, mientras que en la cuenca baja es media y alta (Instituto Nacional de Bosques, 2022). La tala ilegal de la cobertura forestal para diferentes fines es otra de las fuentes principales de pérdida de bosque, que además provoca impactos negativos en la biodiversidad (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

Adicionalmente, existe poco o bajo interés en la implementación de los programas de manejo forestal sostenible, como los incentivos, principalmente en la parte alta de la cuenca. A pesar de ello, entre 1998 y 2020, el total de la superficie incentivada bajo diferentes modalidades y programas fue igual a 10 085.76 hectáreas, principalmente a través de plantaciones forestales y el manejo de bosque natural para la protección (Tabla 5).

Tabla 5. Incentivos forestales en la cuenca del río Achiguate entre 1998 y 2020 (hectáreas)

Programa	Modalidad				Total
	Manejo de bosque natural de producción	Manejo de bosque de natural de protección	Plantaciones forestales	Sistemas agroforestales	
	hectáreas				
Pinfor		3053.03	3612.63		6665.66
Pinpep	7.86	50.05	7.55	0.28	65.74
Probosque	10.34	767.98	2541.31	34.73	3354.36
Total	18.20	3871.06	6161.49	35.01	10 085.76

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

Por otro lado, la débil o ausente gobernabilidad y del ejercicio democrático llevan a la degradación de los ecosistemas en la cuenca (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). A esto se añade el limitado cumplimiento de la legislación relacionada directa e indirectamente con la temática forestal. Tal es el caso de la Ley Forestal (Congreso de la República de Guatemala, 1996), que está encaminada a la reducción de la deforestación de aquellas tierras con aptitud forestal, además de la conservación y restauración de estos ecosistemas; y otras leyes que se enfocan en las tierras forestales o procesos ecosistémicos, como la Ley de Incentivos Forestales (Pinpep), la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques (Probosque) (Congreso de la República de Guatemala, 2015) y la Ley de Cambio Climático (Congreso de la República de Guatemala, 2013), entre otras.

Finalmente, otra causa de la pérdida de cobertura forestal es el aumento poblacional que conlleva un incremento en la demanda de leña para consumo, la tala ilegal y la habilitación de zonas de cobertura forestal para el desarrollo agrícola, pecuario, industrial y habitacional o urbanización (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Instituto Nacional de Bosques, 2015; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013 y *et al.*, 2018; Public Health Institute & Environment Energy Consultants, 2015). En el caso del altiplano central (Sacatepéquez y Chimaltenango), las presiones a las que están sometidos los bosques son la urbanización, el consumo de madera y leña, y el cambio de uso de la tierra; mientras que en la costa sur (Escuintla) es la falta de certeza jurídica, principalmente en la zona manglar (Grupo Promotor de Tierras Comunes, 2009).

Por otro lado, la Red de Restauración de la Costa Sur recuperó un total de 121.9 hectáreas entre el 2011 y 2020. Esta red está integrada por el INAB y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), con el

apoyo del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) (Instituto Nacional de Bosques e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2022).

1.3.1.2 Efectos

La pérdida de cobertura forestal altera los flujos del balance hídrico, ya que al reducirse la rugosidad del terreno y su cobertura, se desfavorece la infiltración, la percolación y la recarga hídrica de los acuíferos; ocurre lo contrario con la escorrentía superficial y la producción de agua en la cuenca (González-Celada *et al.*, 2021; Kundu *et al.*, 2017). Cuando incrementan los caudales en cuencas como esta (de montaña con relieves pronunciados), aumenta la potencia de las corrientes, favoreciendo el transporte de sedimentos (Lane, 1983) y la ocurrencia de inundaciones fluviales en las partes bajas (Castillo & Allan, 2007) (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015; Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012, 2017, 2020). Ejemplo de ello es el historial de inundaciones que han ocurrido en el abanico aluvial de Antigua Guatemala, a causa del desbordamiento del río Pensativo (Maúl y Johnston, 1998).

Otro de los efectos es la pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres y costeros — estos últimos de especial interés por la diversidad de especies costeras, marinas y terrestres que poseen—. La degradación ambiental relacionada con esta problemática provoca daño, fragmentación y degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos; lo que resulta en la alteración de su estructura, balance y funciones, ocasionando impactos negativos en la flora y fauna que allí habitan (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). Por otro lado, la fragmentación del paisaje (Loening & Markussen, 2003) constituye una presión negativa sobre la biodiversidad y la cobertura forestal de Guatemala (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2002; Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). Sin embargo, la gestión de las tierras comunales ha propiciado la conservación de estos ecosistemas y, por añadidura, de la biodiversidad (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009).

La pérdida de cobertura forestal también constituye una amenaza para el conjunto de bienes y servicios ecosistémicos, tanto en cantidad como en calidad, ya que afecta los medios de vida relacionados al bosque, específicamente en las dimensiones o capitales natural, cultural, social y humana (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008); lo cual impacta en la seguridad alimentaria. Por ejemplo, en lo que a medios de vida se refiere en la cuenca hidrográfica del río Achiguate, en la zona cafetalera (cuenca media-

alta), también se venden productos maderables provenientes del aprovechamiento forestal a raíz de la crisis del café (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, 2016a).

Otro efecto de la reducción de la cobertura forestal en un territorio es el incremento potencial de la erosión hídrica, a raíz de los procesos de producción, transporte y depósito de sedimentos que ocurren en la cuenca (Blainski *et al.*, 2017; González-Celada *et al.*, 2021); aunque esto depende de la buena, regular o mala cobertura de la superficie, y de la existencia de prácticas de conservación. Adicionalmente, en la cuenca del río Achiguate existe una dinámica marcada por sedimentos producto de la actividad eruptiva del volcán de Fuego —que ocupa el tercer lugar en el *ranking* de riesgo volcánico en Latinoamérica (Guimarães *et al.*, 2021)— en conjunto con los eventos de precipitación pluvial (Escobar-Wolf, 2013). Actualmente, esta dinámica ha generado azolvamiento en la cuenca baja, además de inundaciones (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015; Ferrés y Escobar Wolf, 2018; Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012, 2017).

1.3.2 Mal manejo de los desechos sólidos

1.3.2.1 Causas

Esta problemática tiene múltiples elementos de origen. Uno de ellos es la débil o inexistente gobernabilidad en materia sanitaria y ambiental debido a la poca capacidad del Estado y, consecuentemente, de la capacidad de gestión local. Esto se traduce en contaminación ambiental, puesto que la gestión territorial no se aborda mediante un enfoque de cuenca hidrográfica (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Ejemplo de ello es la baja o deficiente socialización e implementación de propuestas como la *Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos* (Presidencia de la República de Guatemala, 2015). Adicionalmente, existe legislación que se relaciona con el manejo y la gestión de los desechos sólidos cuyo cumplimiento es deficiente, entre las que destacan el Código Civil, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, el Código Municipal, el Código de Salud, la Ley de Cambio Climático, el Reglamento para el Manejo de Residuos Hospitalarios, el Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos, la Política de Producción Más Limpia y la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Adicionalmente, no existe legislación asociada a la contaminación de los suelos. Por otro lado, a pesar de que el manejo integral y participativo de los desechos sólidos es una prioridad nacional de desarrollo (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014),

la reglamentación para la gestión integral de los desechos sólidos comunes (Acuerdo Gubernativo 164-2021) es de reciente creación (Presidencia de la República de Guatemala, 2021a).

Algo similar ocurre en el caso de la gobernanza del territorio relativa al adecuado manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos, ya que la articulación representativa de actores es baja en el territorio, lo que dificulta el establecimiento de una red de gestión con entidades gubernamentales para la toma de decisiones consensuadas, encaminadas hacia la sostenibilidad, protección y mejoramiento de la cuenca hidrográfica y sus ecosistemas, lo cual también aportaría al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En cuanto al cumplimiento de los aspectos de manejo y gestión de desechos sólidos, de 27 características asociadas, las municipalidades con presencia territorial en la cuenca Achiguate solo cumplen o cuentan con el 11 % (7/27) en promedio, de las cuales la de San Lucas Sacatepéquez tiene el mayor cumplimiento (26 %), mientras que las de Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, San Antonio Aguas Calientes, San Andrés Itzapa, Parramos, Escuintla y Siquinalá solamente cumplen con el 4 % (1/27). Las características más implementadas en los 29 municipios que tienen superficie en esta cuenca son: limpieza de áreas públicas o tren de aseo (69 %) y recolección de desechos sólidos en el mercado (48 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Por otra parte, según el *Ranking Municipal de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019), los municipios con mayor superficie en esta cuenca ubicados en el departamento de Escuintla, se caracterizan por estar dentro de la categoría baja del índice de servicios públicos, el cual integra la gestión y el manejo de los residuos y desechos, junto a otros servicios. En su parte alta, Alotenango se encuentra dentro de la categoría media-baja, Antigua Guatemala en la baja, Ciudad Vieja en la media, San Miguel Dueñas en la media-baja y San Andrés Itzapa y Parramos en la baja.

En la cuenca del río Achiguate proliferan los tiraderos de basura, especialmente clandestinos, a cielo abierto e ilegales. Para septiembre del 2021 se registraron 108 basureros, de los cuales solo uno contaba con su instrumento ambiental (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

Por otro lado, el incremento poblacional es inherente a la producción de desechos y residuos sólidos. Con base en datos del *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda* (Instituto Nacional de Estadística, 2018), se

estima que para el año 2018 habitaban 431 722 personas en la cuenca del río Achiguate. La generación diaria per cápita de desechos sólidos promedio de los municipios ubicados en la cuenca equivale a 0.45 ± 0.09 kg/persona/día (Instituto Nacional de Estadística, 2019). Sobre esta base se estima que la carga anual de desechos y residuos sólidos en la cuenca asciende a 71 333 toneladas métricas (t). Los municipios que generan la mayor cantidad de desechos sólidos en la cuenca son Escuintla (11 345 t), Antigua Guatemala (8237 t), Ciudad Vieja (6096 t), Chimaltenango (5377 t) y San Andrés Itzapa (4402 t). El departamento de Sacatepéquez aporta la mayor carga de desechos sólidos a esta cuenca con 34 334 t.

Dentro del contexto departamental de esta cuenca, las formas de eliminación de la basura que predominan en los hogares son: servicio municipal (34 %), servicio privado (32 %), quemado (25 %) y un 3 % la desecha en ríos (Instituto Nacional de Estadística, 2018). La situación se agrava a nivel municipal, ya que ninguno de los municipios ubicados dentro de la cuenca contaba con un relleno sanitario o vertedero controlado como sistema de disposición final con dictamen del MSPAS y licencia ambiental del MARN al 2018 (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Sin embargo, Antigua Guatemala posee un vertedero controlado (Consejo Municipal de La Antigua Guatemala, 2018) conocido como “El Choconal”, ubicado en la jurisdicción de Santa Lucía Milpas Alta a 12 kilómetros de esta ciudad. Este vertedero cuenta con licencia aprobada para su cierre técnico luego de más de 22 años de operación, y recibe entre 50 y 70 t de desechos sólidos al día (Escobar, 2022) (Figura 4). Entre el 2013 y 2020 inició su proceso de transición a relleno sanitario, el cual está en fase final de construcción, se ubica adyacente al terreno de El Choconal y, según la Dirección de Gestión Ambiental de Antigua Guatemala, ya cuenta con autorización por parte de ambos ministerios ya mencionados.

Sumpango, San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas y San Juan Alotenango cuentan con disposición final de residuos y desechos sólidos en relleno sanitario. Por otro lado, solamente Ciudad Vieja, Santiago, Santa María de Jesús, Santa Catarina Barahona, La Democracia y San José tienen un servicio público para manejar y gestionar los desechos sólidos y su respectivo plan (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

A esta problemática se suman las malas prácticas y/o falta de cultura ciudadana para la clasificación y reciclaje de los residuos y desechos sólidos; así como para su eliminación, lo cual provoca contaminación ambiental. Finalmente, es necesario fortalecer las capacidades en la temática a todo nivel.



Figura 4. Vertedero El Choconal, que recibe basura de Antigua Guatemala
Fuente: tomado de Escobar (2022) con fotografía de Oliver de Ros.

1.3.2.2 Efectos

Uno de los efectos del mal manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos es la contaminación o deterioro de la calidad de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas a largo plazo (estas últimas por los lixiviados producidos y que se incorporan a los acuíferos a través de la percolación). En las fuentes de agua superficial se acumula basura, tanto en la zona de galería como en su cauce (Figura 5), la cual se transporta y descarga hacia el mar Pacífico y a cuerpos lénticos. Como consecuencia, los ecosistemas y sus procesos ecológicos se ven alterados, impactando la biodiversidad acuática y terrestre, y provocando el deterioro de los servicios ecosistémicos. Adicionalmente, se afecta la belleza escénica y se propagan enfermedades que afectan la salud humana y la calidad de vida (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).



Figura 5. Acumulación y transporte de basura en el cauce del río Guacalate, tributario del río Achiguate, en jurisdicción de Pastores, Sacatepéquez (visto desde puente sobre RN 14)

Fuente: Guerra (2021).

La eliminación de basura a flor de tierra es una de las principales causas de emisión de gases de efecto invernadero en Guatemala (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015). Por otro lado, se estima que en la salida del río Achiguate se descargan un total de 4553.3 toneladas métricas anuales de macrolásticos (t/año), mientras que la carga de plásticos mal manejados anualmente asciende a 10 802 toneladas métricas (t) (Meijer *et al.*, 2021). Los tiraderos de basura ilegal próximos al cauce del río Guacalate en la parte media-alta de la cuenca aportan una gran cantidad de plásticos (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021). A esto se suman los desechos sólidos que llegan a la zona de desembocadura del río Achiguate sobre el canal de Chiquimulilla (Gobernación de Escuintla *et al.*, 2017).

La acumulación de basura en la zona urbana de la ciudad de la Antigua Guatemala ocasiona el taponamiento del alcantarillado, con lo cual se exagera la proliferación de fuentes de contaminación para la salud pública y las inundaciones urbanas (Consejo Municipal del Municipio de La Antigua Guatemala, 2018; Turcios Castro, 2018). Adicionalmente, se acumula basura en las porciones de los ríos ubicados en la cuenca baja, azolvada por la dinámica de los sedimentos provenientes del volcán de Fuego y la erosión

hídrica que ocurre en la cuenca (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020).

1.3.3 Descarga de aguas residuales (ordinarias y especiales) sin tratar o con tratamiento deficiente

1.3.3.1 Causas

Se considera que el incremento poblacional es una de las principales causas del aumento de las descargas de aguas residuales, tanto de tipo ordinario o de actividades domésticas, como especiales (producidas principalmente por actividades de servicios, agrícolas, industriales, pecuarias, hospitalarias y mezclas) (Presidencia de la República de Guatemala, 2006). Esto toma en consideración el factor de retorno o porción del agua consumida que se transforma en aguas residuales, ya sea en un hogar, industria, servicio u otro.

Otra causa es la pobre gobernabilidad efectiva para el tratamiento de las aguas residuales generadas en el contexto nacional, donde el caso de la cuenca hidrográfica del río Achiguate no es la excepción. Debido a que la legislación actual sobre esta temática —Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)—, ha sufrido múltiples reformas desde su entrada en vigor, se ha ido aplazando su cumplimiento por parte de las municipalidades y de las empresas. A 2022, la primera etapa se había postergado por nueve años, lo cual incide en una espera de 18 años para que se cumpla dicho acuerdo desde su creación en 2006, siempre y cuando no surjan más reformas que continúen aplazando su cumplimiento.

Para finales del 2021, cinco de las veintinueve municipalidades (17.24 %) que ocupan la cuenca hidrográfica del río Achiguate, no habían cumplido con la elaboración del estudio técnico de aguas residuales, según lo estipula el artículo 5 del Acuerdo Gubernativo 236-2006. Dichas municipalidades son: Ciudad Vieja, San Juan Alotenango, San Miguel Dueñas, Siquinalá y Sipacate (Viceministerio del Agua, 2021).

Por otro lado, la gobernanza para combatir esta problemática estructural es débil en la cuenca, ya que, como resultado de la falta de integración y articulación de los actores con los gobiernos locales, la gestión es inefectiva y no existe una visión compartida para dar una solución integral a esta problemática, desde los hogares hasta el nivel municipal. A esto se suma la falta de capacidad del Estado para intervenir (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Adicionalmente, existen vacíos legales en la reglamentación actual (Reglamento 236-2006), que recobran interés cuando esta problemática se aborda con mayor detalle en lo local o en zonas rurales,

donde la existencia de alcantarillado es limitada y los cuerpos receptores tienen cierto grado de contaminación a causa de la descarga directa de aguas residuales.

Existen múltiples plantas de tratamiento de aguas residuales que no funcionan. En el caso de la cuenca del río Achiguate, existían 30 plantas al 2021, de las cuales el 50 % no funcionaba; un 20 % sí funcionaba; no se disponía de información sobre el funcionamiento del 17 %; el 10 % era la sumatoria de aquellas en construcción, mejoramiento y/o remozamiento; y 3 % estaba en fase de prueba. Sin embargo, en el caso de las plantas en funcionamiento, existe un vacío de información en cuanto al tipo de tratamiento que aplican (Tabla 6 y Figura 6) (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021). Adicionalmente, la densidad de plantas de tratamiento de aguas residuales que sí funcionan y remueven de forma eficiente los nutrientes, además de contar con los respectivos instrumentos ambientales autorizados, es baja en el territorio de la cuenca.

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

n.º	Municipio	Ubicación	Tratamiento ¹	Funciona ²
1	Jocotenango	Colonia San Isidro, Las Gravileas y Las Rosas	1	Sí
2	Pastores	Cabecera municipal	1	Sí
3	Pastores	Aldea San Lorenzo	1	Const.
4	Santa Lucía Milpas Altas	Colonia La Joya	1	No
5	Sumpango	Sector El Arco	S/I	S/I
6	Santa Catarina Barahona	Cabecera municipal	2	Prueba
7	San Juan Alotenango	Segundo Cantón sector Santa Isabel	2	Remoz.
8	Antigua Guatemala	Callejón del Pirú	S/I	S/I
9	Sumpango	Zona 6	S/I	S/I
10	Santiago Sacatepéquez	9ª avenida zona 4	1	Sí
11	San Miguel Dueñas	Aldea El Rosario	1	Mejor.
12	Magdalena Milpas Altas	Colonia 11 de Agosto, zona 5	S/I	S/I
13	Magdalena Milpas Altas	Aldea San Miguel	S/I	S/I
14	Parramos	Km 59.8 de la ruta nacional 14	1 y 2	No
15	Parramos	Caserío La Ermita	1 y 2	No
16	Pastores	Aldea San Miguel Morazán	1 y 2	No
17	San Andrés Itzapa	Parte baja de La Pinada	1 y 2	No

n.º	Municipio	Ubicación	Tratamiento ¹	Funciona ²
18	El Tejar	La Alameda sector C	1 y 2	No
19	Chimaltenango	Sector Las Abejas Chojopín	1 y 2	No
20	Siquinalá	Colonia Nueva Esperanza	S/I	No
21	Siquinalá	Colonia Guachipilincito	S/I	No
22	Siquinalá	Colonia Peña Flor 1	S/I	Sí
23	Siquinalá	Colonia Los Cedros	S/I	Sí
24	Siquinalá	Colonia Las Palmas	S/I	Sí
25	Escuintla	El Esfuerzo	S/I	No
26	Escuintla	La Ceiba	S/I	No
27	Masagua	Casco urbano de Masagua	S/I	No
28	Siquinalá	Casco urbano de Siquinalá	S/I	No
29	Siquinalá	Colonia San Juan Las Flores	S/I	No
30	Siquinalá	Colonia Santa Marina	S/I	No

Nota. ¹1=tratamiento primario, 2=tratamiento secundario, S/I=sin información. ²Const.=en construcción, remoz.= en remozamiento, mejor.= mejoramiento

Fuente: adaptado de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

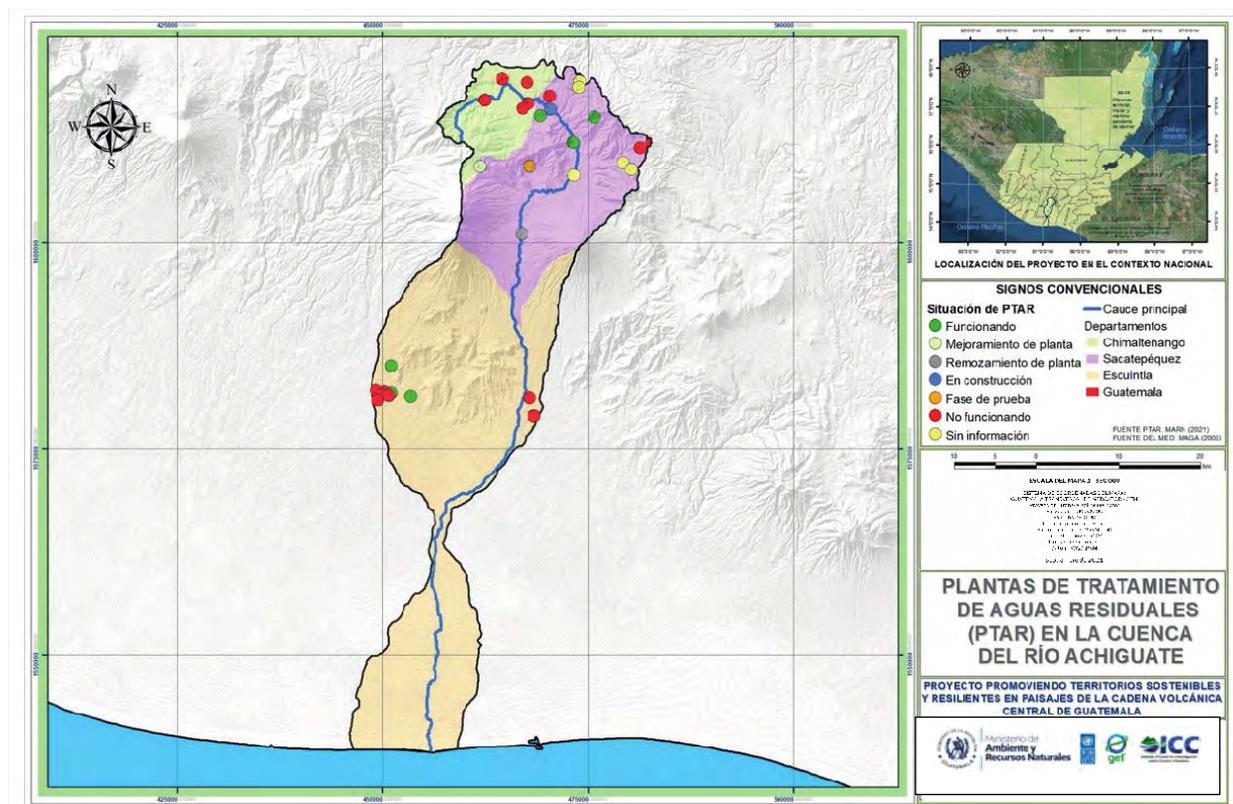


Figura 6. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Achiguaté

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

Acorde al índice de servicios públicos del *Ranking Municipal de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019) —que considera la recolección de aguas residuales y pluviales en los municipios mayoritarios de la cuenca—, el departamento de Escuintla se ubica en la categoría “baja”. En el caso de los municipios mayoritarios de la parte alta, Alotenango y San Miguel Dueñas se ubican en la categoría “media-baja”, y Antigua Guatemala y Parramos en la “baja”.

Entre otras causas de la descarga de aguas residuales están: (a) limitadas capacidades o falta de fortalecimiento en la temática del manejo y gestión de las aguas residuales a todo nivel, desde los hogares hasta el ámbito institucional; (b) falta de educación ambiental y concientización de la población sobre esta temática y (c) falta y/o necesidad de aplicación de una planificación del territorio con enfoque de cuenca, lo cual involucra la integración, articulación y la gestión con base en las problemáticas diagnosticadas en el territorio.

1.3.3.2 Efectos

Los efectos de la descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente de aguas residuales que son producto de las actividades domésticas o especiales hacia cuerpos receptores, son la contaminación y el deterioro de la calidad del agua de las fuentes superficiales y subterráneas.

En cuanto a las fuentes superficiales, la red hídrica es un cuerpo receptor de las aguas crudas o sin tratamiento, o de aquellas plantas poco eficientes en el tratamiento. Un estudio llevado a cabo en el año 2017 demostró que el índice de calidad de hábitat ribereño en la parte alta o nacimiento del río Achiguate —en las faldas del volcán de Fuego—, reflejó una calidad del agua entre “buena” y “muy buena”, lo cual se atribuye a la baja influencia antrópica y a la presencia de cobertura vegetal. Contrariamente, cuando se realizó el monitoreo aguas abajo de lugares poblados y fincas agropecuarias, la calidad fue entre “regular” y “mala”. Adicionalmente, la parte alta de dicho río mostró calidades oligotróficas y de buena composición de macroinvertebrados, pero al incrementar su distancia desde el nacimiento y descender en altura, aumentó la concentración de iones, la conductividad eléctrica, los coliformes fecales y los sólidos totales disueltos (Chán Escobar, 2018).

Lo anterior refleja que la biodiversidad acuática se ve afectada por la carga contaminante en los ríos. Asimismo, la contaminación deteriora la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos, coadyuvando a la degradación y destrucción del hábitat de especies, así como a la alteración de los procesos

ecológicos y de las cadenas alimenticias (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).

La carga contaminante por actividades agroindustriales en la cuenca del río Achiguate es tres veces superior a la ocasionada por las aguas residuales domésticas municipales (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y Banco Interamericano de Desarrollo, 2006). También existe evidencia de que el río Guacalate, luego de su paso por la ciudad de Escuintla, se encuentra altamente contaminado por desechos orgánicos y biológicos (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, 2000). Según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA, por sus siglas en inglés), el río Ceniza (afluente del Achiguate) mostró una calidad admisible y sus posibles usos son: recreativo, industrial y riego agrícola; pero se descarta su uso para consumo humano con previo tratamiento (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).

A partir del monitoreo de la calidad del agua realizado en dos puntos del cauce del río Achiguate, el análisis de los componentes principales (ACP) explica el 58 % de la variabilidad total. Los resultados obtenidos entre el 2016 y 2018, indican que la calidad del agua del río Achiguate es diferente durante la época seca y la lluviosa, independientemente de la ubicación de los dos puntos de monitoreo (A y B). Dichas diferencias se asocian a que en la época lluviosa se presentan altos valores de nutrientes (nitrógeno total, nitratos, nitritos, amonio, fósforo total), turbiedad, demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). El punto de monitoreo B presentó un alto valor de oxígeno disuelto durante la época lluviosa del año 2016. Por otro lado, en la época seca el agua contuvo altos valores de coliformes fecales, conductividad eléctrica, pH, salinidad y sólidos sedimentables totales (Figura 7).

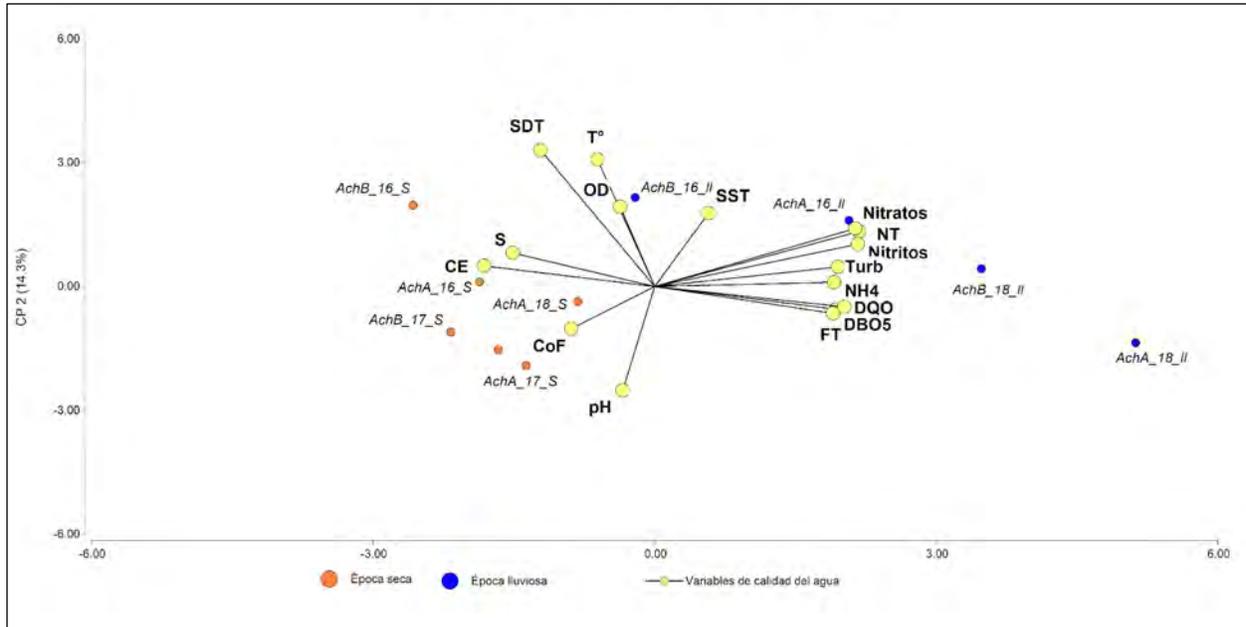


Figura 7. Análisis de los componentes principales para las variables de calidad del agua

Fuente: elaboración propia con base en información del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.

Un estudio realizado por Vanegas Chacón (2011), mediante el cual monitoreó la calidad del agua en doce puntos de la subcuenca del río Guacalate (principal afluente del Achiguate) tomando como base las normas de calidad para fuentes de agua de la Organización Mundial de la Salud, determinó que todos los puntos sobrepasaron los límites máximos de las variables de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), grasas y aceites, fósforo total, color, sólidos en suspensión, sólidos sedimentables y coliformes fecales. Además, se identificó la presencia de arsénico, cadmio, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc en los tres puntos siguientes: río La Virgen después de San Andrés Itzapa; río Negro previo a la unión del río Guacalate; y río Guacalate en Pastores.

En cuanto a las fuentes de agua subterránea, existe un riesgo potencial de su contaminación debido a las letrinas ubicadas en zonas donde la capa freática es poco profunda o en las cercanías de manantiales (Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2011), tal como ocurre en la zona del medio de vida "agroindustria de exportación y granos básicos", donde los casos de enfermedades gastrointestinales se atribuyen al consumo de agua contaminada de pozos artesanales (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional *et al.*, 2009). En la cuenca del río Achiguate existen manantiales en las cercanías de la finca Sabana Grande con recorridos de flujo

cortos y que se recargan de contaminantes de fuente antropogénica en las zonas de influencia. Según el estudio geoquímico y de recarga llevado a cabo por Mulligan *et al.* (2011), en estos cuerpos de agua existe contaminación por nitratos y coliformes fecales.

Otro efecto de la descarga de aguas residuales es la propagación de enfermedades de importancia para la salud humana, debido a la pérdida de la calidad de este recurso. Según la Organización Mundial de la Salud (2022), el agua contaminada puede transmitir enfermedades como la fiebre tifoidea, la poliomielitis, la disentería, entre otras.

En los municipios que integran la cuenca hidrográfica del río Achiguate, la diarrea y la amebiasis se encuentran dentro de las 20 causas de morbilidad más frecuentes. Además, en algunos de los municipios se reporta la ocurrencia de parasitismo e infecciones intestinales de origen bacteriano, como en San Juan Alotenango, donde se registraron incidentes provocados por enfermedades intestinales debidas a protozoos. Los municipios con los porcentajes más altos de morbilidad por diarrea y amebiasis son: Masagua (8.1 %), San Pedro Yepocapa (6.6 %), La Democracia (5.5 %) y Acatenango (4.3 %) (Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2021). Otro efecto de la problemática bajo análisis son las emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

1.3.4 Escasez de agua

1.3.4.1 Causas

Una de las principales causas de la escasez de agua es el incremento de la población, que inherentemente conlleva al aumento de la demanda por el recurso hídrico, y es un impulsor de cambio que puede provocar estrés o escasez hídrica. Se estima que la población de la cuenca hidrográfica del río Achiguate incrementó un 37.7 % entre el año 2002 y 2018; pasando de 320 526 a 431 722 habitantes, respectivamente. Por otro lado, existen variaciones en la disponibilidad hídrica de agua dulce u oferta hidrológica, que hace referencia al ciclo hidrológico. En esta cuenca la precipitación pluvial media anual fue de 2071.55 ± 596.96 mm entre 1991 y 2020, lo cual refleja una amplia variación de la precipitación anual. Además, se han dado cambios de uso/cobertura de la tierra que impactan en la dinámica del ciclo hidrológico.

Otros impulsores de cambio de la disponibilidad hídrica en la cuenca son la variabilidad y el cambio climático. La precipitación pluvial media anual incrementó en el período 2001-2014, en comparación con el período de

1971-2000; contrario a lo que ocurre con la temperatura media anual (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2018c). Mientras que la duración de la época lluviosa durante el período 1980-2018 tendió a mantenerse en la mayor parte de la superficie de la cuenca y zona central (175-215 días), ocurrió lo opuesto en la cabecera y en la parte más baja (115-150 días) (Orrego *et al.*, 2021). Durante el periodo 1980-2019 la canícula tuvo una duración de entre 26 a 35 días en la cuenca baja, y se extendió hasta 55 días en la cuenca media-alta; la precipitación pluvial durante este periodo fue de 100 a 2000 mm y la intensidad de entre -50 a 50 mm (Orrego *et al.*, 2022). Adicionalmente, la amenaza por sequía fue entre mediana-baja, media y alta en la cabecera y la parte más baja de la cuenca, pero ocurrió lo opuesto en la zona central de la misma (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2015).

Otra causa de la escasez es la contaminación del recurso hídrico, ya que la población no puede optar para su uso si la calidad está deteriorada, ya que su consumo puede provocar problemas de salud pública (Organización Mundial de la Salud, 2022). Como ya fue abordado, la contaminación del agua en esta cuenca se debe principalmente a la descarga de aguas residuales crudas o con tratamiento deficiente y a la proliferación de basureros clandestinos. Una causa más es la ausencia de una gobernanza que administre el territorio de la cuenca con enfoque en el recurso hídrico, y con ello logre la gestión integrada del agua, aunque ya existen algunos esfuerzos aislados.

Otra causa de la escasez de agua es la huella hídrica o la cantidad de agua dulce que es utilizada para la producción de bienes y servicios. Actualmente, Guatemala no cuenta con una Ley de Aguas que regule este sector, por lo que el uso del recurso no está controlado o regulado (Global Water Partnership Centroamérica, 2015). Existen antecedentes de conflictividad entre la agroindustria y las comunidades, debido a que la disponibilidad de agua fue insuficiente para los usuarios de la cuenca baja del río Achiguate en el año 2016 (Basterrechea y Guerra Noriega, 2019). Durante los talleres de diagnóstico realizados en esta cuenca, los actores también identificaron conflictividad por las derivaciones de los ríos para uso de la agroindustria y califican su utilización como "irracional", "desmedida" y no "equitativa".

El indicador de disponibilidad de agua dulce per cápita evalúa la cantidad mínima necesaria para la realización de actividades domésticas, agrícolas, industriales, energéticas y el mantenimiento del medio ambiente (Falkenmark *et al.* 1989; United Nations Development Programme, 2006). Este indicador se calculó para la cuenca hidrográfica del río Achiguate con base en información sobre la disponibilidad hídrica (Instituto de Agricultura, Recursos

Naturales y Ambiente, 2015) y la población estimada (Instituto Nacional de Estadística, 2018 y 2002); determinándose que no existe estrés hídrico. Sin embargo, este resultado enmascara la situación de algunos municipios, como en el caso de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Andrés Itzapa que tienen estrés hídrico (1000-1700 m³/persona/año); Santa Lucía Milpas Altas y El Tejar donde la escasez es crónica (500-1000 m³/persona/año); y Jocotenango, San Antonio Aguas Calientes y Chimaltenango que presentan escasez absoluta o extrema (< 500 m³/persona/año).

1.3.4.2 Efectos

Uno de los efectos de la escasez de agua es el deterioro del bienestar humano, ya que sus satisfactores requieren del acceso a agua segura. Además, promueve e intensifica la conflictividad social ya existente, la inseguridad hídrica y alimentaria, el incremento de la pobreza, la disminución de los niveles de aguas subterráneas y la degradación de las tierras (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010; United Nations Water, 2007).

Por otro lado, y con relación a la gestión del recurso hídrico, se identifica la escasez de agua debida al limitado acceso de agua potable segura para el consumo de la población. Por ejemplo, el municipio de Antigua Guatemala cuenta con el 85 % de cobertura de agua potable, sin que esta garantice su buena calidad (Consejo Municipal del Municipio de La Antigua Guatemala, 2018). Similar situación ocurre en Alotenango, donde el 84.69 % corresponde a distribución de agua entubada (que se ha llegado a racionar por la escasez del recurso), y el resto a pozo propio, nacimientos, compra de agua y agua de lluvia (Consejo Municipal de San Juan Alotenango, 2021). En el caso del municipio de Escuintla, la cobertura de agua potable en la zona urbana es del 90 % y en la rural del 95 % (Concejo Municipal de Escuintla, 2020). Finalmente, en San José existe poca cobertura de los servicios de agua potable (Concejo Municipal de San José, 2019).

1.3.5 Pérdida del suelo por erosión hídrica

1.3.5.1 Causas

Entre las causas que originan la erosión hídrica en esta cuenca se encuentran sus características morfológicas, ya que es una cuenca montañosa y de relieve irregular, principalmente en su zona media-alta, a lo que se suma la relativa corta distancia que deben recorrer sus aguas. Estas características naturales

hacen que la cuenca sea susceptible a los procesos de erosión hídrica y transporte de sedimentos, aunque en la cuenca baja ocurre lo opuesto.

La forma de su curva hipsométrica relativa revela que esta cuenca se encuentra en estado transitorio entre un equilibrio y la vejez, con dominancia de esta última en lo que respecta a la evolución del paisaje y el ciclo de erosión. Así, en su parte alta aún existe cierto potencial erosivo, y en la cuenca media se evidencia el incremento del potencial erosivo (sección convexa), puesto que esta zona ha recibido el continuo aporte de sedimentos del volcán de Fuego (Figura 8).

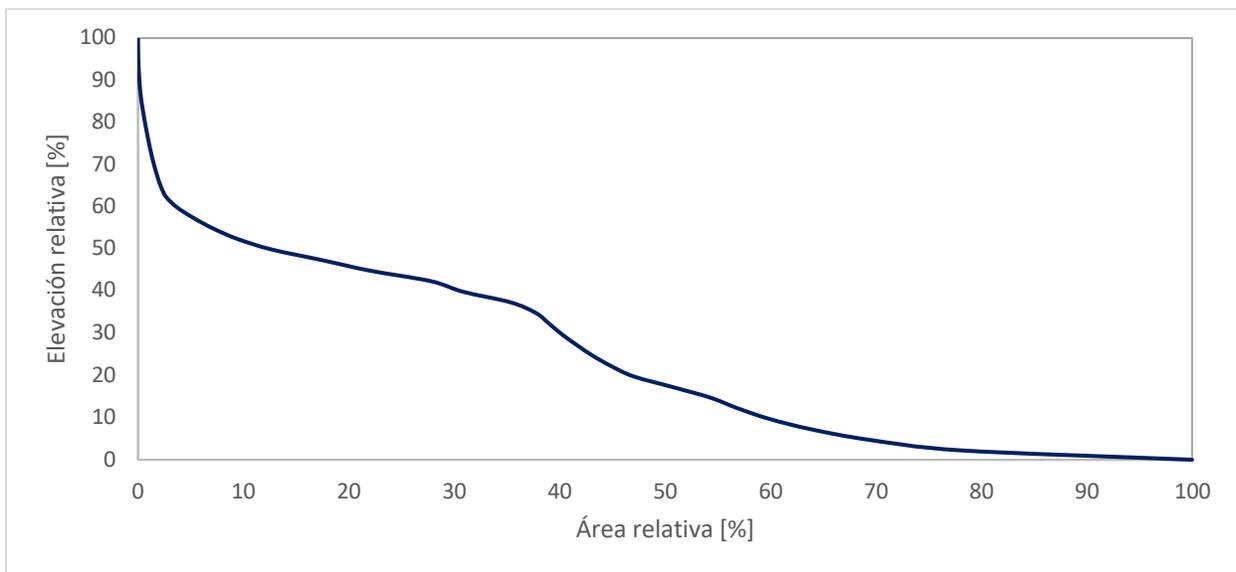


Figura 8. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

Fuente: elaboración propia con base en diferentes informaciones cartográficas indicadas en la caracterización morfológica de la cuenca del río Achiguate (2021).

El tipo de uso y/o cobertura de la tierra también es un elemento responsable de la pérdida de suelo por erosión hídrica, especialmente debido al nivel de rugosidad y/o protección de la superficie del suelo a ser erosionado. La actual tasa de erosión potencial media de la cuenca hidrográfica del río Achiguate es igual a 578 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021a). Los usos y/o coberturas de la tierra con las mayores tasas de pérdida de suelo anual (> 200 t/ha/año) son las zonas sin o con poca vegetación, los matorrales y la agricultura anual, entre otros que, en conjunto, son responsable de producir el 88.6 % de los sedimentos en la cuenca. A su vez, las áreas de cultivo de caña de azúcar y el bosque presentan tasas de erosión de 107.06 y 121.11 t/ha/año, respectivamente, ubicándose en la categoría alta de nivel de

erosión; a su vez, producen el 11.1 % de sedimentos. Por otro lado, el área de cultivo de banano y plátano presenta una erosión leve a nula (Tabla 7).

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

Usos¹	Erosión² (t/ha/año)	Nivel de erosión²	Sedimentos (%)
Espacios abiertos (sin o con poca vegetación), vegetación arbustiva baja, agricultura anual, cultivos permanentes arbóreos, hule, café, árboles dispersos, zonas agrícolas heterogéneas, pastizales, cultivos permanentes herbáceos	> 200	Muy alta	88.6 %
Caña de azúcar y bosque	50-200	Alta	11.1 %
Urbano	10-50	Moderada	0.2 %
Banano-plátano	< 10	Leve o nula	0.002 %

Nota. ¹Usos definidos con base en datos del Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014); ²Categorías establecidas con base en 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 (2021a).

Al combinar el uso/cobertura de la tierra con la pendiente del terreno, la dinámica que se observa en los usos donde existe pobre cobertura del suelo en pendientes pronunciadas o de relieves escarpados es de reducción de la rugosidad del terreno, con lo cual se favorece la escorrentía superficial, que es un factor decisivo para la erosión hídrica. Cuando la escorrentía se combina con pendientes altas, se favorece la potencia para transportar sedimentos y su depósito aguas abajo (Lane, 1955). Esto es un factor crítico, ya que las partes media y alta de la cuenca presentan altos valores de factor topográfico (longitud e inclinación de la pendiente), principalmente en las faldas de los conos volcánicos (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático,

2021a). Este escenario se intensifica cuando no se aplican prácticas de conservación del suelo, o en áreas sin o con poca cobertura.

Otro factor decisivo es la agresividad de la precipitación pluvial o erosividad, la cual es "extremadamente severa" entre la zona baja y media de la cuenca del río Achiguate, que corresponde espacialmente al área de incremento de potencial erosivo por la dinámica de sedimentos que aporta el volcán de Fuego (Figura 9). Le siguen las categorías "severa", "muy alta" y "alta". Por otro lado, la precipitación pluvial en la cabecera presenta erosividad entre alta y moderada (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021a). De ahí que este factor sea crítico en esta cuenca por su contribución a la pérdida de suelo por erosión hídrica.



Figura 9. Acumulación de sedimentos en la barranca Las Lajas que se extiende hasta su unión al río Guacalate

Fuente: toma de dron del ICC durante el recorrido de campo realizado en la cuenca del río Achiguate (2021).

En cuanto a la susceptibilidad del suelo a ser erosionado o erodabilidad, el suelo de la cuenca del río Achiguate es relativamente más vulnerable a ser erosionado en su cabecera y en la parte baja, que en su parte media (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021a). Predominan los suelos de orden andisol (45.03 % del área de la cuenca) y entisol (43.65 %), donde los andisoles presentan naturalmente una alta susceptibilidad a la erosión hídrica en 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) y están localizados en la parte media-alta de esta cuenca. El poco desarrollo o evolución de los entisoles se debe a la erosión o deposición activa de sedimentos, independientemente de la zona climática (Hasiotis *et al.*, 2007) y se localizan desde la parte baja de la cuenca Achiguate hasta la parte superior de los conos volcánicos, con una zona aislada en su cabecera.

En los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango predomina la erosión ligera y de tipo laminar, mientras que es severa en la parte superior de los conos volcánicos de Fuego y Acatenango (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2010 y 2013).

Como ya se ha indicado previamente, la falta de diseño e implementación de prácticas de conservación del suelo exacerba su pérdida por erosión hídrica, y constituye una causa para el incremento de su degradación. De ahí que para Centroamérica la aplicación de prácticas de conservación de suelo debería ser prioritaria (Vargas, 1992), estas deben incorporarse dentro de las acciones por implementar en la cuenca del río Achiguate, en especial en aquellas zonas de aptitud o capacidad de uso de la tierra para la agricultura sin limitaciones (prácticas leves) y la agricultura con mejoras (prácticas severas) (Instituto Nacional de Bosques, 2000); ya que estas dos categorías ocupan el 25.24 % y 25.58 % de la superficie de esta cuenca, respectivamente. A esto se debe sumar la realización de buenas prácticas para el manejo del cultivo, ya que el desarrollo agrícola y pecuario dependen del suelo y su fertilidad asociada (Akinrinde, 2004).

Otra causa de la pérdida de suelos es la falta de legislación relativa a la degradación de estos en todas sus formas en Guatemala. Al respecto, actualmente se encuentra en fase de formulación la *Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequías*, la cual está a cargo del MARN con la asesoría de la Segeplán (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021). En adición, la *Ley de Manejo, Conservación y Restauración de Suelos Agrícolas* estuvo a la espera de ser aprobada por el pleno del Congreso en enero del 2018, con dictamen favorable de la Comisión de Agricultura, Ganadería y Pesca (Congreso de La República de Guatemala, 2022).

Adicionalmente, el cumplimiento de la legislación relacionada con la erosión del suelo o su degradación es deficiente, entre las que destaca la *Ley Forestal* (Congreso de la República de Guatemala, 1996) y la *Ley de Cambio Climático* (Congreso de la República de Guatemala, 2013). También se encuentra la *Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los*

Recursos Naturales (Presidencia de la República de Guatemala, 2007) —que, dentro de su contenido, trata elementos sobre el uso sostenible, la conservación y la valoración—, y la *Política Nacional de Producción Más Limpia* (Presidencia de la República de Guatemala, 2010).

Una causa más de la pérdida de suelo en esta cuenca es la dinámica de producción de sedimentos provocada por el volcán de Fuego, aportados por los flujos piroclásticos, lahares y la erosión hídrica producto de la eliminación de la cobertura vegetal en las proximidades del cráter (Escobar-Wolf, 2013, 2018; Ferrés y Escobar Wolf, 2018; World Bank, 2018).

1.3.5.2 Efectos

Uno de los efectos de la pérdida de suelo por erosión hídrica es el azolvamiento de la red hídrica, principalmente en la cuenca baja, que ha definido su paisaje por el depósito de sedimentos. Además, la cuenca del río Achiguate posee una dinámica de sedimentos derivada de la actividad del volcán de Fuego, que continuamente aporta piroclastos que alimentan los lahares que transitan en su red hídrica. Esta situación se exagera porque los lahares de este volcán no ocurren únicamente durante las erupciones (Naismith *et al.*, 2019) y se complementan con los eventos de precipitación pluvial (Escobar-Wolf, 2013). Las zonas de la cuenca media también son afectadas por azolvamiento, como las barrancas (El Jute, Las Cañas, La Trinidad, Honda, Las Lajas) y los ríos El Zapote, El Tigre, El Capulín y Ceniza, que aguas abajo alimentan principalmente a los ríos Achiguate y Guacalate (Escobar-Wolf, 2013; Ferrés y Escobar Wolf, 2018; World Bank, 2018).

Producto de la actividad volcánica también se destruye la vegetación, con lo cual las zonas de alta pendiente y de relieve escarpado quedan sin cobertura. Si a esto se añade la precipitación pluvial, la erosión incrementa en estas nuevas zonas desnudas o sin cobertura vegetal (World Bank, 2018).

Además de lo anterior, el cauce es susceptible a modificarse. El cambio de curso del río Ceniza ha sido estudiado y documentado desde la década de 1970 (Escobar-Wolf, 2013). Al considerar que posiblemente desde el año 2015 el volcán de Fuego inició un ciclo eruptivo con erupciones más violentas (Naismith *et al.*, 2019), el continuo aporte de sedimentos por flujos laháricos podría ocasionar la modificación de su cauce en al menos dos puntos: uno cercano a la cabecera del río La Democracia y el otro aguas abajo donde el río Ceniza presenta un cambio de dirección de casi 90 grados. Esto también podría afectar la capacidad erosiva en los ríos (Ferrés y Escobar Wolf, 2018).

Las cuencas hidrográficas (sistema fluvial) en la zona de influencia del volcán de Fuego están sujetas a cambios morfológicos que compensan el continuo aporte de sedimentos, ya sea por flujos piroclásticos, lahares y/o erosión de barrancas, o ante eventos de precipitación pluvial. Se estima que durante la erupción del volcán del Fuego ocurrida el 3 de junio del año 2018, las barrancas Las Lajas, Ceniza y El Jute —que forman parte de la cuenca del río Achiguate—, acumularon depósitos de flujo piroclástico en su cauce de 18.6, 6.2 y 4.4 millones de metros cúbicos (m³). Las Lajas fue la única que presentó una zona de desborde donde se depositaron 5.6 millones de m³ (Escobar-Wolf, 2018), lo cual es significativo ya que superó lo que se tenía registrado desde el año 1999 (Escobar-Wolf, 2018; Ferrés y Escobar Wolf, 2018; Naismith *et al.*, 2019).

Derivado del azolvamiento al que continuamente está expuesta la red hídrica de la cuenca del río Achiguate, la superficie de las zonas de inundación aumenta, ya que el tirante hidráulico o profundidad del río disminuye por la sedimentación del cauce, favoreciendo su desbordamiento y extendiendo la cobertura de las inundaciones; tal como ha sido demostrado por el estudio del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020). Por consiguiente, el riesgo a inundaciones incrementa en las zonas azolvadas de los ríos, lo cual impacta negativamente a los poblados y la producción agrícola y pecuaria de la zona (Ferrés y Escobar Wolf, 2018), además de la infraestructura.

Sumado a ello, debido a la dinámica de sedimentos aportados por el volcán de Fuego (Departamento de Observación, Investigación y Mantenimiento Marítimo, 1997) y la erosión hídrica producida en el resto de la cuenca, la bocanarra del río Achiguate redujo su abertura durante el período de 1999 al 2015; además se desplazó 350 metros en dirección oeste y se cerró en época seca (Pellecer Aguirre, 2015).

Otro efecto es la degradación del suelo, ya que la pérdida de la capa más superficial afecta su fertilidad, impactando el desarrollo agrícola y pecuario, lo que trasciende a la seguridad alimentaria (Gebrehiwot, 2022) debido a la disminución de la capacidad productiva de bienes y servicios ecosistémicos (Brown, 1981; Young, 2000). Esta situación también puede llevar a la desertificación (Godone & Stanchi, 2011), lo cual es crítico porque la agricultura depende de la fertilidad del suelo (Akinrinde, 2004), así como de las funciones ecológicas asociadas al ecosistema (Costantini *et al.*, 2018; Steinhoff-Knopp *et al.*, 2021). La erosión del suelo conlleva el incremento de los costos de producción de los cultivos, considerando la pérdida gradual de

su fertilidad, la cual empeora cuando no se implementan prácticas de conservación del suelo o se realizan malas prácticas de cultivo.

1.3.6 Falta de gobernanza con enfoque de cuenca

1.3.6.1 Causas

La falta de voluntad política, tanto a nivel nacional como de los gobiernos locales, se debe a la debilidad de la estructura y capacidad del aparato estatal ante las problemáticas ambientales (como la toma de decisiones centralizada y el incumplimiento de la legislación o inexistencia de esta), lo cual resulta en una gestión débil del territorio (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Por otro lado, según la percepción de los actores de la cuenca, el involucramiento de los consejos de desarrollo es deficiente. A esto se agrega la falta de aplicación de la planificación y gestión integral del territorio con enfoque de cuenca, aunque existen esfuerzos a escala municipal.

Lo anterior se suma a la falta de integración y articulación de los actores a escala de cuenca hidrográfica para que puedan participar en la promoción del manejo y gestión de sus problemáticas, lo que se traduce en un débil ejercicio democrático. Bajo este escenario, y considerando las causas anteriormente indicadas, los sistemas de gestión entre actores y el gobierno se ven limitados en su concepción de gobernanza para poder tomar decisiones consensuadas, en armonía con el ambiente y con el fin de asegurar la sostenibilidad del territorio.

Dentro de este contexto, la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural tiene como objeto la coordinación y organización de la administración pública, lo cual realiza mediante un sistema escalonado de consejos, desde lo local o comunitario hasta lo regional, pasando por los municipios y departamentos. Sin embargo, este sistema se vuelve relativamente complejo bajo un enfoque de cuenca hidrográfica, porque los límites de estas unidades territoriales trascienden los del sistema de consejos de desarrollo. El *Plan Nacional de Desarrollo: K'atun Nuestra Guatemala 2032* prioriza la gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuencas hidrográficas, además de propiciar un nuevo modelo de regionalización del territorio para su gestión. No obstante, dicho plan esboza una planificación del territorio a escala municipal (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Así, el aparato de planificación nacional parece carecer de capacidad para la coordinación, integración e institucionalización bajo una visión compartida de territorio, donde la cuenca hidrográfica —a través de su elemento integrador: el recurso hídrico—, plantee un marco idóneo para una propuesta de gestión

encaminada hacia la solución de las grandes problemáticas de su degradación ambiental. De ahí que la gestión estratégica incluye el elemento de gestión ordenada del territorio a nivel municipal. En el caso de la cuenca hidrográfica del río Achiguate, los municipios que ocupan más del 50 % de su superficie se ubican entre las categorías "bajo" y "medio" del índice de gestión estratégica del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019). Dichos municipios son: Escuintla, Siquinalá, Alotenango, Masagua y Antigua Guatemala. San José y La Democracia no reportaron información para el cálculo del índice.

Con relación a lo expuesto, la legislación elaborada en torno a las cuencas hidrográficas no garantiza la sostenibilidad de la integración, participación y articulación de los actores. Prueba de ello es la declaratoria de inconstitucionalidad del Acuerdo Ministerial 335-2016 sobre las 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; bajo la premisa de que contenía competencias reservadas al Congreso de la República (Expediente 5785-2017). Se corre el mismo riesgo con el Acuerdo Gubernativo 19-2021, si la Corte de Constitucionalidad llegara a encontrar hallazgos fuera de las competencias del Ejecutivo (Alonso Ramírez *et al.*, 2021), lo cual afectaría la conformación e integración de las mesas técnicas, abordadas en el capítulo IV de dicho acuerdo.

Independientemente de la existencia de mesas técnicas bajo dicha legislación que les da soporte, la participación y articulación de actores de la cuenca debe ser un proceso básico que, con el tiempo y su grado de cohesión se legitime, creando un ecosistema adecuado para el trabajo con visión compartida e integrada del territorio.

Con relación a la participación e integración de actores en la parte baja de la cuenca del río Achiguate (Escuintla), se tiene la experiencia que llevó a los primeros diálogos para la conformación de la Mesa Técnica del Río Achiguate, la cual surgió por la falta de agua en el cauce del río Achiguate al inicio del año 2016. Este proceso fue promovido desde lo local, donde las comunidades buscaron atención a su problema, y luego trascendieron hasta las autoridades departamentales y nacionales. Así, se constituyó la Mesa bajo el acta n.º 04-2016 de la Gobernación Departamental de Escuintla. La sistematización de esta experiencia planteó operativizar la mesa a largo plazo a través de un plan director y un plan operativo anual, así como la aplicación del enfoque de cuenca para integrar actores de la parte media y alta de la cuenca (Gobernación de Escuintla *et al.*, 2017).

El plan director de la mesa técnica para la parte media y baja del río Achiguate identificó las siguientes debilidades: (i) falta de participación de todos los actores y usuarios de la cuenca; (ii) débil participación de las entidades públicas y autoridades locales; (iii) débil seguimiento del monitoreo y evaluación de los acuerdos de la Mesa y (iv) fallos de comunicación entre los actores. Adicionalmente, se definieron cuatro objetivos estratégicos: (i) diálogo del agua, (ii) agua y desarrollo humano, (iii) sostenibilidad ambiental y (iv) agua y desarrollo económico (Morales *et al.*, 2018).

A raíz de la conflictividad, y en respuesta a la demanda social, se logró la conformación de la Mesa, lo que permitió integrar a una porción de los actores de la cuenca del río Achiguate de manera preliminar. Sin embargo, actualmente esta plataforma se considera inactiva debido a la falta voluntad política y de seguimiento por parte de los actores involucrados, entre otras razones. No obstante, parte de sus compromisos y objetivos estratégicos continúan ejecutándose, como la generación de información para la toma de decisiones mediante el sistema de información de los ríos de la costa sur de Guatemala (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021b), que tiene por objeto que el agua del río llegue al mar. Además, se encuentra la formulación del plan de restauración enmarcado en la Red de Restauración de la Costa Sur (RRCS), entre otros.

1.3.6.2 Efectos

Como efecto de la falta de gobernanza con enfoque de cuenca, la gobernabilidad y el ejercicio democrático se debilitan y, por consiguiente, el ambiente se degrada a raíz del deterioro de los ecosistemas y de sus bienes y servicios que sustentan el bienestar humano. La ausencia de gobernanza es la principal causa de los impactos antropogénicos a la naturaleza, tanto positivos como negativos.

Otra consecuencia es el mal manejo y gestión de los recursos naturales en la cuenca. Sin embargo, existen esfuerzos aislados que persiguen lo contrario, como la Asociación Tikonel, que promueve sistemas de gestión en su entorno para realizar alianzas estratégicas y fortalecer redes en la parte alta de la cuenca Achiguate. Por su parte, la Asociación Sotz'il, a través de su modelo de participación comunitaria, plantea propuestas en la búsqueda de la calidad de vida. Por su lado, en la parte baja de la cuenca está el Comité de Agua Empresarial que, luego de la creación de la mesa técnica en 2016, mantiene como principal compromiso que el agua del río llegue al mar.

Debido a que esta cuenca está bajo el continuo riesgo de impulsores de cambio directo para la naturaleza, como las erupciones volcánicas (Fuego y Pacaya), es necesario realizar un mayor abordaje del manejo y la gestión territorial a través de sistemas de gobernanza fortalecidos y de enfoque de riesgo multidimensional (inundaciones, deslizamientos, amenazas volcánicas, sequía, entre otros), lo que a la fecha aún no se da, pues no existe una plataforma sostenible que integre a los actores de la cuenca.

Por otro lado, el desconocimiento de las acciones, plataformas y/o proyectos que funcionan en el territorio de la cuenca lleva a la duplicidad de acciones. Asimismo, se requiere de una visión compartida y de la sistematización de experiencias para su difusión. Hace falta información y empoderamiento de la población en cuanto a la problemática en el contexto de cuenca hidrográfica, para poder contar con los elementos básicos para la comprensión de su ocurrencia. Adicionalmente, la instrumentación de las cuencas hidrográficas para la toma de decisiones, su monitoreo y evaluación en el tiempo son débiles.

La poca o inexistente aplicación del amplio marco legal relacionado con el ambiente también juega un papel importante. Tal es el caso de la inoperatividad de la Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo, afluente del río Guacalate. Esta autoridad fue creada por ley según el Decreto n.º 43-98, y su objeto es el manejo, conservación y protección de la subcuenca y cauce del río Pensativo con la finalidad de reducir el riesgo por inundación de la población de la Antigua Guatemala. Entre los actores que la debieron conformar están el Gobernador de Sacatepéquez, los alcaldes (Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas), un representante por municipio de los comités, el presidente del Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural V, el gerente regional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, el representante del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y el representante de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. Además, debía contar con un presupuesto anual de 1.5 millones de quetzales (Congreso de la República de Guatemala, 1998).

1.3.7 Inundaciones

1.3.7.1 Causas

Las características morfológicas de la cuenca hidrográfica del río Achiguate constituyen una de las causas de ocurrencia de inundaciones, ya que ciertos aspectos (como su curva hipsométrica) sugieren un estado transitorio en

cuanto a la evolución del paisaje, donde la porción de su territorio con características de vejez le confiere un relieve que tiende a la planicie, haciéndola vulnerable a inundaciones pluviales y/o por desbordamiento de ríos ante eventos de altas magnitudes e intensidades de precipitación pluvial. El tramo de mayor orden de corrientes y que igualmente es el más largo, presenta un bajo almacenamiento hidrológico, sugiriendo que es el más susceptible a inundaciones y erosión en sus márgenes. Dicho tramo inicia desde la unión del río Pensativo al río Guacalate, hasta la desembocadura del río Achiguate al mar Pacífico. También existe un alto potencial de producción de escorrentía y una respuesta hidrológica rápida a las crecidas.

Otro elemento de origen es el azolvamiento de sus ríos y barrancas a causa de la dinámica de sedimentos aportados por la continua actividad del volcán de Fuego a través de flujos de piroclastos, lahares y el incremento de erosión por la eliminación de cobertura vegetal (Escobar-Wolf, 2013, 2018; Ferrés y Escobar Wolf, 2018; World Bank, 2018). Además de lo anterior, la pérdida de cobertura forestal o de otro tipo con buenas condiciones hidrológicas de cobertura, altera los flujos del balance hídrico al reducir la rugosidad del terreno, lo que se traduce en un incremento de la escorrentía superficial (González-Celada *et al.*, 2021; Kundu *et al.*, 2017), caudal y su potencia para transportar sedimentos (Lane, 1983), favoreciendo inundaciones por desbordamiento de los ríos, principalmente en la cuenca baja (Castillo & Allan, 2007).

Por otro lado, está la variabilidad y el cambio climático, junto con sus impactos en los procesos hidrológicos. Para el caso de Centro América y Guatemala se espera un incremento de los eventos extremos, como las tormentas (Alianza Clima y Desarrollo y Overseas Development Institute, 2014; Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019), y la alteración del régimen de lluvias, lo cual aumentaría la frecuencia de las inundaciones asociadas (Amador *et al.*, 2016; Gentile *et al.*, 2007). Esto podría afectar especialmente a la cuenca del río Achiguate, donde las condiciones morfológicas y de uso/cobertura de la tierra son idóneas para que ocurra el desbordamiento de ríos y se supere la capacidad de infiltración de los suelos por la intensidad de la precipitación pluvial, ocasionando inundaciones pluviales en zonas de relieve plano.

Actualmente, no existe un ordenamiento territorial con enfoque de cuenca hidrográfica (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014), que permita delimitar claramente las zonas con alta exposición, amenaza y vulnerabilidad a eventos de inundación. Por ende, se constituyen zonas especiales de riesgo, donde debe fortalecerse la capacidad adaptativa y la

resiliencia. Además, no existen sistemas de alerta temprana efectivos con enfoque comunitario.

Es necesario transitar desde el actual modelo, donde la gobernabilidad no es efectiva y la gobernanza con enfoque de cuenca es deficiente (donde, por un lado la gestión del Gobierno es débil a toda escala, y por el otro, no existe articulación entre actores y el Estado), hacia un sistema de gobernanza basado en el consenso y que busque la sostenibilidad del territorio.

Por otro lado, la implementación de la legislación es débil, como en el caso de la *Ley Marco de Cambio Climático* (Decreto n.º 7-2013) y la *Política Nacional de Cambio Climático* (Acuerdo Gubernativo 323-2009), que abordan temas sobre adaptación y gestión del riesgo por fenómenos climáticos extremos.

1.3.7.2 Efectos

Uno de los principales efectos de las inundaciones son los impactos negativos para la vida humana; entre los que destacan las muertes, heridas, afectaciones, desapariciones y daños (Amador *et al.*, 2016; Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2020). En el caso de la cuenca hidrográfica del río Achiguate, entre el 2008 y el 2020 se vieron afectadas 22 992 personas, 5664 fueron albergadas, 48 636 atendidas, 10 382 damnificadas, 4464 evacuadas y siete fallecieron como producto de las inundaciones. Destaca que el mayor número de personas afectadas provenían de los municipios de Alotenango y Antigua Guatemala, seguidos de Masagua y San José. Alotenango sobresale a causa del sistema de baja presión 92-E que ocurrió en el año 2014 (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2020).

La probabilidad de ocurrencia de inundaciones fue igual a 0.85 en la cuenca hidrográfica del río Achiguate durante el período 1996-2000, lo cual la clasifica como cuenca de muy alta prioridad (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación e Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2002). En el período 2008-2020, el total de atenciones por emergencia ante eventos de inundación en esta cuenca, estuvo relacionado con la época lluviosa y eventos meteorológicos extremos (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2020). De estos, la tormenta tropical Agatha presentó el mayor número de incidentes atendidos, seguida de la depresión tropical 12-E y las temporadas lluviosas del 2008 y 2015. Los incidentes que causaron el menor número de atenciones ocurrieron durante la temporada lluviosa del año 2016 y la tormenta tropical Frank (Tabla 8).

Tabla 8. Incidentes de atención de emergencia o desastres por inundaciones en la cuenca del río Achiguate durante el período de 2008 a 2020

Evento	Número de incidentes	Evento	Número de incidentes
Baja presión 92-E	6	Temporada lluviosa 2013	10
Depresión tropical 11-E	12	Temporada lluviosa 2014	2
Depresión tropical 12-E	17	Temporada lluviosa 2015	15
Depresión tropical 2-E	5	Temporada lluviosa 2016	1
Temporada lluviosa 2008	17	Temporada lluviosa 2018	9
Temporada lluviosa 2009	10	Temporada lluviosa 2019	6
Temporada lluviosa 2010	10	Temporada lluviosa 2020	5
Temporada lluviosa 2011	5	Tormenta tropical Agatha	21
Temporada lluviosa 2012	2	Tormenta tropical Frank	1

Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020).

De los más de 150 incidentes de emergencia ocasionados por inundaciones en esta cuenca, el 29 % ocurrió en territorio de San José, 16 % en Masagua, 10 % en Escuintla y 8 % en Antigua Guatemala; que, en gran medida, corresponden espacialmente con las zonas susceptibles a inundación en toda la cuenca (Figura 10).

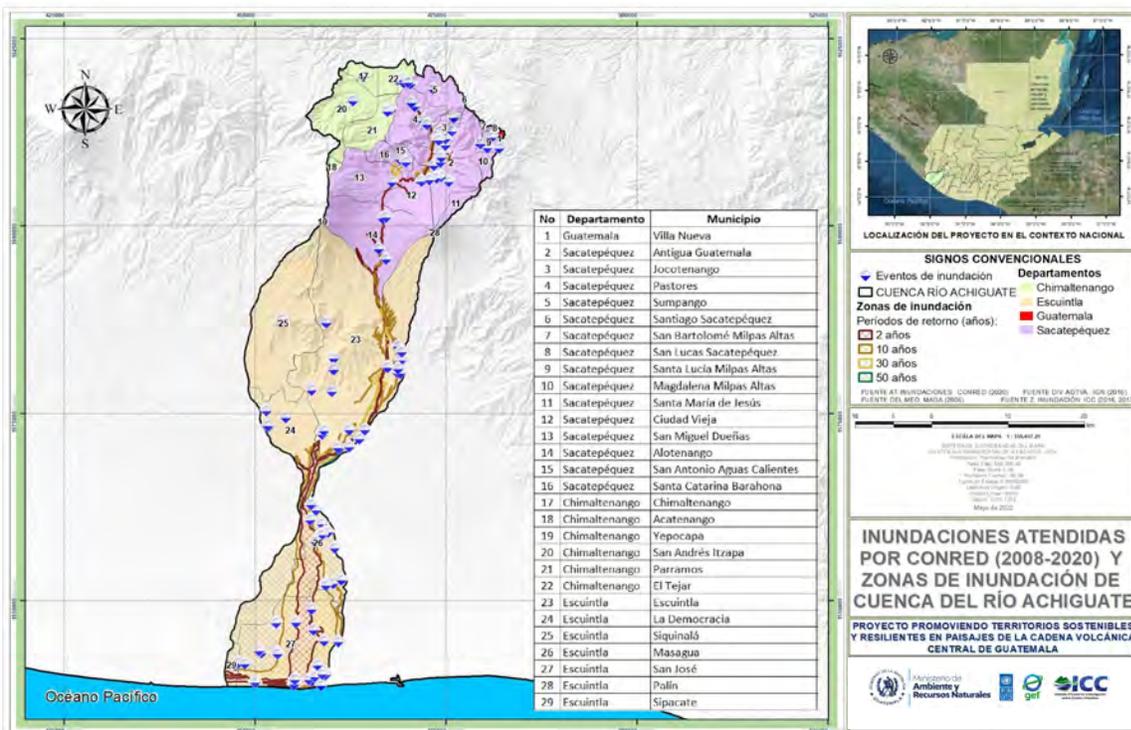


Figura 10. Incidentes por inundaciones atendidos por la Conred entre 2008 y 2020 y zonas de inundación en la cuenca hidrográfica del río Achiguate

Fuente: elaboración propia con datos de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020); Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2012, 2017).

Según la percepción comunitaria, las inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Achiguate, próxima a los poblados La Barrita, alcanzan hasta un metro de altura, y los terrenos quedan bajo el agua por varios días (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2012). En esta misma zona de la cuenca, debido a la acumulación de sedimentos ocasionada por la erupción del volcán de Fuego ocurrida el 3 de junio del 2018, se incrementó la superficie inundada, dejando bajo exposición a 3943 personas de los municipios de Masagua, La Democracia, Sipacate y San José (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020).

Otro efecto que se suma es la pérdida de cosechas en las zonas afectadas por inundaciones fluviales y/o pluviales, con las consecuentes pérdidas económicas, lo cual afecta la cantidad producida y la calidad de los productos de todo tipo (González *et al.*, 2022; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021). Dentro del marco de los medios de vida, en la zona dedicada a la venta de mano de obra en la agroindustria y producción de granos básicos (costa y bocacosta), las inundaciones impactan principalmente al final de la época lluviosa y ocasionan la pérdida parcial o total de su producción agrícola y pecuaria. Además, se ven afectadas las fuentes de empleo por venta de mano de obra y el abastecimiento de alimentos debido a la incomunicación. Adicionalmente, en la franja costera se afecta el medio de vida de pesca artesanal (Figura 11) (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional *et al.*, 2009; Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, 2016a).

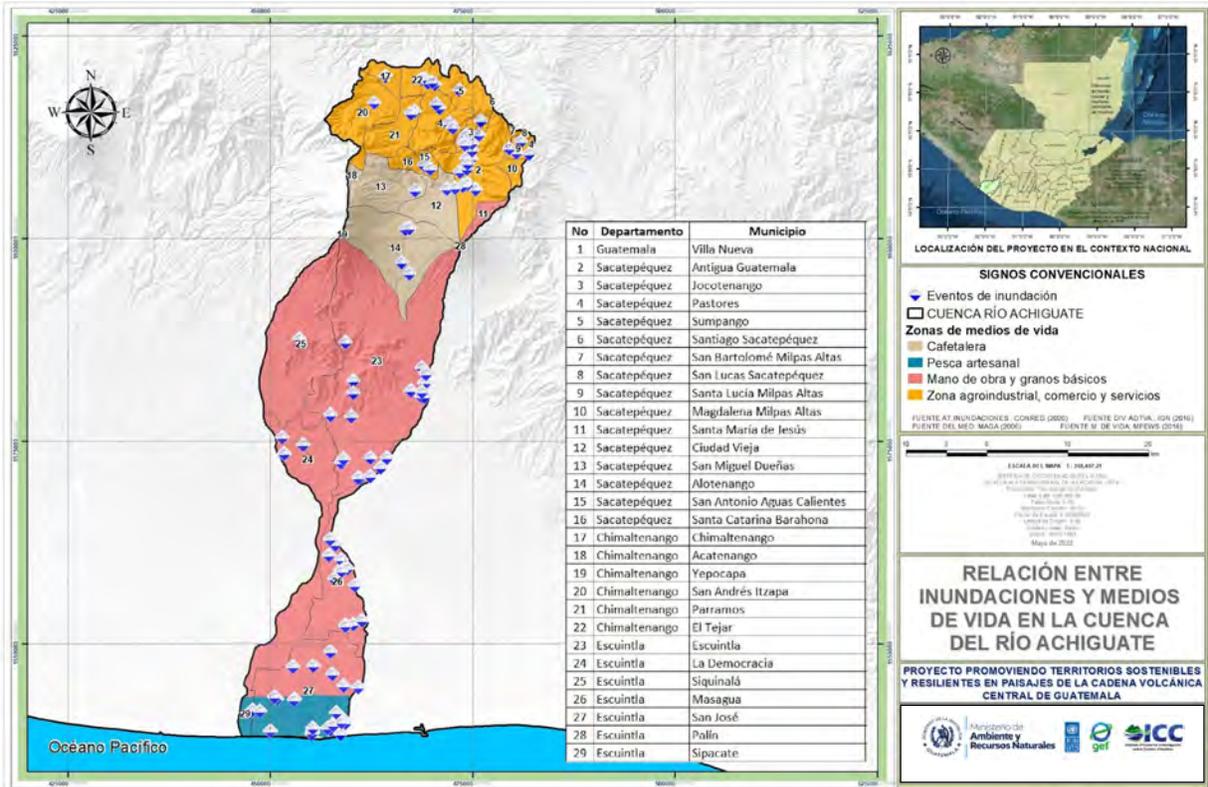


Figura 11. Relación entre inundaciones y medios de vida en la cuenca del río Achiguate

Fuente: elaboración propia con datos de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020); Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria (2016b).

Como consecuencia de las inundaciones, se contaminan las fuentes de agua para consumo humano en la zona baja (como los pozos artesanales). Esto se debe a que el nivel freático durante la época lluviosa es de 2 a 4 metros de profundidad, mientras que en la época seca puede llegar hasta los seis metros en el área del abanico de los ríos Achiguate, Coyolate y Acomé, que tiene correspondencia con la cuenca del Achiguate (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021b).

Adicionalmente, en la zona urbana de la ciudad de La Antigua Guatemala el alcantarillado público se obstruye debido a la acumulación de basura y a la superación de la capacidad de los colectores. Esta situación, aunada a la susceptibilidad a inundaciones que existe en esta zona, empeora la accesibilidad, y provoca la proliferación de sitios contaminados y el incremento de la superficie inundada (Consejo Municipal del Municipio de La Antigua Guatemala, 2018).

2 LÍNEA BASE

La línea base corresponde a la situación inicial o de referencia de la cuenca hidrográfica del río Achiguate relativa a las problemáticas priorizadas en su diagnóstico. Está integrada por un marco de referencia cuantitativo y cualitativo a través de indicadores y variables.

Los indicadores y variables fueron definidos a partir del análisis de las problemáticas identificadas en el diagnóstico, mientras que sus valores iniciales o de partida están fundamentados en la información primaria obtenida durante los talleres de diagnóstico de la cuenca, en la información secundaria de las caracterizaciones biofísica y socioeconómica (capítulos I y II), y en información obtenida durante los recorridos de campo. Los indicadores definidos para las problemáticas priorizadas son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) mal manejo de los desechos sólidos, (iii) descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, (iv) escasez de agua, (v) pérdida de suelo por erosión hídrica, (vi) falta de gobernanza con enfoque de cuenca y (vii) inundaciones.

Dentro de los indicadores relativos al manejo y la gestión compartida de las cuencas hidrográficas, se encuentran aquellos de impacto, proceso, producto y resultado. Los indicadores de gestión y gestión compartida o cogestión abordan la problemática de la falta de gobernanza con enfoque de cuenca, y están destinados a la sensibilización, cambio de actitudes y trabajo colectivo para mejorar el estado de la cuenca. Los indicadores de manejo de cuencas están relacionados con los efectos de la implementación y ejecución de acciones en la cuenca.

En otro orden de ideas, existen vacíos de información sobre la cuenca, que es necesario llenar para poder realizar el monitoreo y evaluación de los indicadores y las variables propuestas. En la Tabla 9 se presentan algunas necesidades de información básica y en la Tabla 10 se detallan los indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca.

Tabla 9. Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan

Necesidad de información	Descripción
Recarga hídrica a escala de cuenca y/o acuíferos regionales en la 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, otras).
Redes de monitoreo hidroclimático de alta resolución espacial y temporal	Incrementar la densidad de las estaciones hidrométricas y climáticas.
Monitoreo de sedimentos en los ríos principales	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 (2022).

Tabla 10. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Achiguate

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): 6354.00 ha. Pérdidas brutas (2010-2016): 7696.98 ha. Cambio neto (2010-2016): 1342.98 ha (+1.09 %). Cobertura forestal (2016): 20.12 %. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio neto positivo. Aptitud forestal de la cuenca (protección y producción): 25.57 %. 	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: 8.16 % (10 085.76 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 Achiguate: 3.44 % (64.42 ha). Río Ceniza: 14.13 % (75.78 ha). Río Guacalate: 6.23 % (59.83 ha). 	<ul style="list-style-type: none"> Río Achiguate: 1871.52 ha. Río Guacalate: 959.68 ha. Río Ceniza: 536.18 ha. 	Análisis temporal con imágenes satelitales.	5 años	Ríos Achiguate, Guacalate y Ceniza
		Protección con cobertura forestal de las fuentes de agua para consumo humano	Superficie (ha, %)	No existe un inventario de las fuentes de agua para consumo humano y su zona de protección con cobertura forestal en	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.	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			toda la superficie de la cuenca.		y/o visitas de campo.		
		Cobertura forestal en áreas de recarga hídrica	Superficie (ha, %)	No existen estudios sobre la delimitación espacial de zonas de recarga hídrica en toda la superficie de la cuenca del río Achiguate 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
Mal manejo de los desechos sólidos	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos municipales	Estudio de caracterización de los desechos y residuos sólidos municipales	Informe	No se cuenta con una estadística sobre el cumplimiento del reciente reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes (Acuerdo Gubernativo 164-2021).	El 100 % (29) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate cumple con el estudio.	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 29 municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate
		Plan municipal para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Informe	El 24 % (7) de los municipios de la cuenca posee servicio público para la gestión y manejo de los 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 Achiguate cuenta con el Plan.	Consulta integrada al MARN	Actualización: 5 años; evaluación: 1 año	Las 29 municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos municipales	Actividades para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos	t/año	El 7 % de los municipios en la cuenca posee planta de clasificación de residuos operando, el 41 % con algún programa de reciclaje, el 3 % con planta de compostaje operando, el 69 % cuenta con tren de aseo, ningún municipio cuenta con relleno sanitario con dictamen del MSPAS y licencia ambiental aprobada por el MARN.	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 29 municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate
		Basureros clandestinos	Número de basureros	Existen 108 basureros predominantemente clandestinos, a cielo abierto e ilegales.	0	Levantamiento y verificación en campo o con dron	Anual	El total de la superficie de la cuenca
Descarga de aguas residuales con limitado o nulo tratamiento	Tratamiento de aguas residuales municipales	Estudio técnico sobre aguas residuales (artículo 5 Acuerdo Gubernativo 236-2006)	Informe	El 82.76 % (24) de los municipios con superficie en la cuenca ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales.	El 100 % (29) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate cuenta con el estudio técnico.	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 29 municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate
		Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al alcantarillado público y/o	Número de PTAR funcionando; cumplimiento de LMP; % de eficiencia de remoción; % de descargas con tratamiento	Al 2021 existen 30 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales solo el 20 % está en funcionamiento; 50 % sin funcionamiento; 10 % en construcción, mejoramiento o	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	Consulta y revisión con las municipalidades y el MARN (Sistema General de	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	cuerpos receptores		remozamiento; 17 % sin información y el 3 % en fase de prueba.	alcantarillado público de aguas residuales ordinarias, especiales o mezcla de ambas, cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento, cumple con los límites máximos permisibles de descarga y la eficiencia de remoción es alta.	Entes Generadores de Aguas Residuales)		
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: a) río Guacalate (cuena media): 6.22 m ³ /s b) río Achiguate (cuena media): 5 m ³ /s c) río Achiguate (La Barrita): 5.51 m ³ /s.	Según el balance hidrológico de la cuena y sus cuenas de mayor nivel. No existe un estudio para esta cuena con caudales calibrados.	Sección-velocidad, vertederos, radar-curva de calibración	Diario y semanal; discretizándose por época (seca y lluviosa)	Ríos: Negro, Guacalate (parte alta, media y baja), Pensativo, Ceniza y Achiguate (parte alta, media y baja)

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	Profundidad del agua subterránea (nivel freático)	Profundidad del nivel freático (m) y mapa de isopiezas	<ul style="list-style-type: none"> En el abanico aluvial central (Achiguate, Acomé y Coyolate), la profundidad del nivel freático (2017-2020) se ha mantenido principalmente entre 2 a 6 m durante marzo; y entre 2 a 4 m en marzo. En el acuífero de Antigua Guatemala los niveles van desde muy superficiales o artesianos en Ciudad Vieja, hasta alrededor de 30 m en Antigua Guatemala, San Miguel Dueñas y San Antonio Aguas Calientes; y hasta de 96 m en la aldea San Juan del Obispo. El acuífero de Chimaltenango presenta niveles estáticos desde muy superficiales (Pastores y muchos manantiales) de 1 m de profundidad, hasta más de 80 m de profundidad (El Tejar y Parramos). 	Según las condiciones intrínsecas del lugar (geología, litología, recarga, unidades hidrogeológicas, suelo, topografía, conductividad hidráulica, otras), 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 Antigua Guatemala posee una disponibilidad y extracción igual a 116.5 y 27.36 millones de m³; con un potencial de aguas subterráneas de 89.14 millones de m³. En el acuífero de Chimaltenango, la disponibilidad, extracción y potencial de aguas subterráneas es de 102.96, 31.83, y 71.1 millones de m³, respectivamente. 	Disponibilidad de agua subterránea sin sobre extracciones.	Relación recarga hídrica y 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 Achiguate: sin estrés hídrico (> 1700 m³/persona/año). Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Andrés Itzapa con estrés hídrico (1000-1700 m³/persona/año). Santa Lucía Milpas Altas y El Tejar con escasez crónica (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				<ul style="list-style-type: none"> Jocotenango, San Antonio Aguas Calientes y Chimaltenango con escasez absoluta o extrema (< 500 m³/persona/año) 				
	Agua para consumo humano	Índice de calidad de 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 Achiguate 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 Achiguate con presencia de habitantes
	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 costa sur (2020): 360 m³/t. Aguacate 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). 	The water footprint assessment manual	Anual	Principales usos productivos de la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
					<ul style="list-style-type: none"> • Café: 15 897 (verde) – 18 925 (tostado) m³/t. • Maíz: 1222 m³/t. 			
Escasez de agua	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 fisicoquímicos químicos y microbiológicos 	<p>En 2021, el río Ceniza presentó calidad de agua admisible según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA). El IBF indica que en la parte alta del río Achiguate su calidad es "regular", y en la parte baja es "regular pobre".</p> <p>En la parte alta del río Achiguate el BMWP-Atitlán indica que la calidad del agua es "excelente" (abril), "buena" (mayo), "regular" (junio) y "mala" (julio); mientras que en la parte baja es "buena" (abril), "regular" (mayo) y "mala" (junio y julio).</p>	<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 fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea no reflejan la influencia de actividades antrópicas. 	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
Pérdida de suelo por erosión hídrica	Pérdida de suelo	Erosión hídrica potencial a escala de cuenca	t/ha/año	Cuenca del río Achiguate: 578 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	<ul style="list-style-type: none"> Frijol y maíz en la cuenca Pensativo (1988): 3.09 y 0.15 t/ha. Caña de azúcar con áreas de conservación (2018): 0 – 7.8 t/ha en 3 meses. Pendiente la estimación en campo de la erosión en otros usos y coberturas de la tierra. 	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.
	Manejo del suelo	Conservación del suelo	Superficie (hectáreas)	<ul style="list-style-type: none"> Acequias de ladera en algunas zonas donde se cultiva la caña de azúcar. 	Prácticas de conservación del suelo en las zonas de erosión hídrica moderada, alta y muy alta.	Diseño e implementación de prácticas de conservación de suelo	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca.
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	Gobernanza	Índice de gestión municipal	Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) y los índices que lo integran	<ul style="list-style-type: none"> El 50 % de los municipios de la cuenca está entre las categorías "baja" y "media" del índice de gestión estratégica. Los municipios con mayor superficie en la cuenca (Escuintla) se 	Categorías alta y media-alta.	Índice de la gestión municipal	Bianual	Las 29 municipalidades con superficie en la cuenca del río Achiguate.

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			encuentran en la categoría "baja" del índice de servicios públicos.				
		Coordinación interinstitucional, participación e integración de actores con enfoque de cuenca	Acta de constitución de la mesa técnica u otra organización de cuenca; informes, minutas, eventos, reuniones u otros	Mesa Técnica del Río Achiguate (parte baja) constituida en Gobernación Departamental de Escuintla; la misma cuenta con un plan director y la sistematización de experiencias. Adicionalmente, existe el Comité de Agua Empresarial de la parte baja de la cuenca. La Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo no está operando.	Constitución y conformación de la organización de la cuenca del río Achiguate con la integración de los actores de la parte alta, media y baja y/u otras plataformas de gestión con enfoque de cuenca. Relacionamiento (formal e informal) entre actores para realizar acciones con base en el plan de manejo de la cuenca (compromisos firmados, actividades conjuntas, entre otros).	Conformación de la organización de la cuenca; revisión documental de reuniones y actividades	Anual	Toda la cuenca
Inundaciones	Inundaciones	Superficie con amenaza por inundaciones	Hectáreas	Con algún tipo de amenaza (Segeplán, 2015): 21 314.5 ha.	No existe estudio al respecto con base en las condiciones naturales y morfológicas del territorio, patrones de precipitación pluvial, períodos de retorno, y dinámica de los sedimentos aportados por el volcán de Fuego.	Modelación hidrológica-hidráulica; mapeo comunitario	Anual	Parte baja de la cuenca, abanico aluvial Antigua Guatemala y ribera de los principales ríos (Guacalate, Achiguate y Ceniza)
		Probabilidad de ocurrencia de eventos de	Probabilidad de ocurrencia	Período 1996-2000: 0.85.	Depende de las características morfológicas del terreno, del objetivo del uso de la		Quinquenal	

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Inundaciones	Inundaciones	inundación por cuenca			tierra y su exposición, del patrón de la precipitación pluvial y de los períodos de retorno.			

Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria de las fases de caracterización (biofísica y socioeconómica) y diagnóstico (2021-2022).

3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL

La zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate consistió en la definición de unidades de análisis, con la finalidad de que cada una corresponda a zonas de planificación y/o implementación de acciones en respuesta al plan de manejo de esta cuenca.

3.1 Metodología

La zonificación territorial de la cuenca del río Achiguate se definió con base en criterios técnicos, legales y sociales (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2015); además de la adaptación de diferentes criterios de zonificación territorial de cuenca hidrográfica (Velásquez Mazariegos, 2013; Watler, 2014).

La zonificación territorial de la cuenca del río Achiguate se presenta en un arreglo espacial de tres mapas que resultan del análisis y sobreposición espacial de un conjunto de capas. Los primeros dos mapas constituyen la zonificación territorial y se definieron con base en los siguientes criterios:

- 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 (> 450 mm/año) (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2015) y
- v) prioridad de restauración en la zona de ribera a 35 metros del cauce en ambos lados (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático e Instituto de Recursos Mundiales, 2021), según la Ley Probosque (Decreto 2-2015).

El segundo mapa se separó del primero con el fin de mostrar un mejor arreglo espacial y presentación final (Figura 12). El tercer mapa se refiere a las zonas de manejo especial, que integran las zonas de riesgo y contaminación, incluyendo: (i) zonas de 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 y susceptibilidad por inundaciones (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015; Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2017);

(iii) amenazas volcánicas (flujos piroclásticos y lahares) (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2018 a y b); y (iv) sitios de potencial contaminación por presencia de basureros (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021) (Figura 12).

Otro aspecto legal incluido es la Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo (Decreto 43-98). A continuación, se describen las categorías de las zonas territoriales definidas (Tabla 11 y Tabla 12).

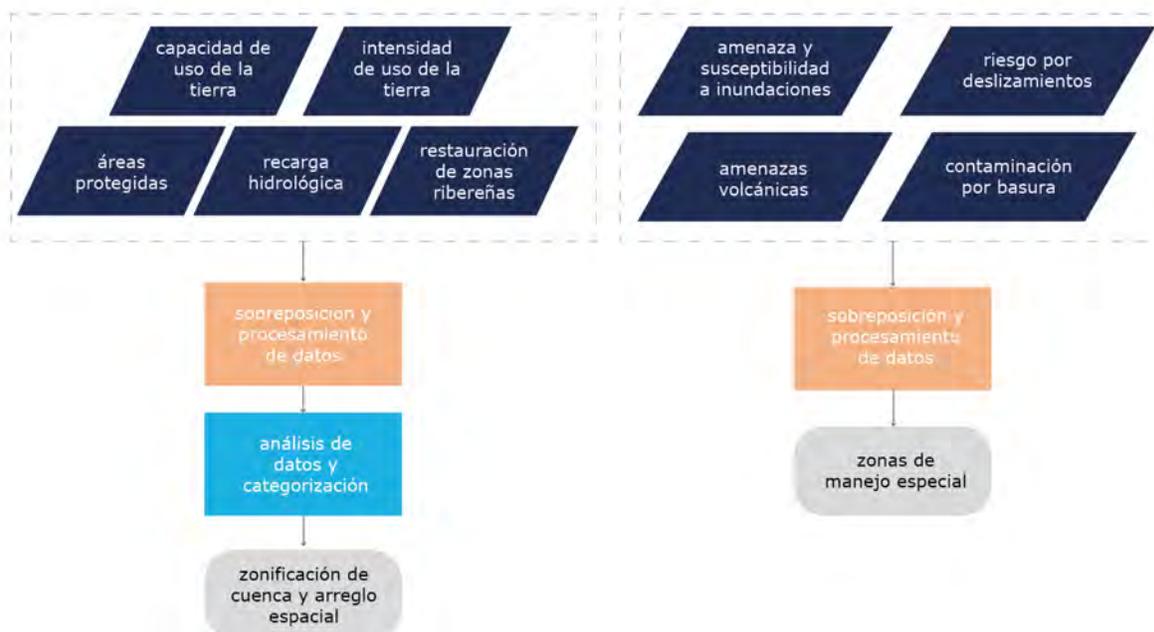


Figura 12. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Achiguate

Fuente: adaptado de diferentes criterios del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2015); Velásquez Mazariegos (2013); Watler (2014).

Tabla 11. Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Achiguate

Código	Categoría	Descripción general
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo	Integrada por las clases de capacidad de uso de la tierra de 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	Esta 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.

Código	Categoría	Descripción general
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.
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	Está integrada por las 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 de 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 ≥ 450 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 Guacalate, Ceniza y Achiguate.

Fuente: elaboración propia con adaptación de criterios de Velásquez Mazariegos (2013); Watler (2014).

Tabla 12. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Achiguate

Categoría	Descripción
Áreas susceptibles a inundaciones	Áreas susceptibles a inundación con períodos de retorno igual a 2, 10, 30 y 50 años; y con algún grado de amenaza por inundación (baja, media, alta y muy alta).
Zonas con riesgo a deslizamientos	Áreas con algún riesgo de deslizamiento (bajo, medio y alto).

Categoría	Descripción
Amenazas volcánicas (flujos piroclásticos y lahares)	Zonas de amenaza por flujos piroclásticos (baja y alta) y lahares (baja, moderada y alta), según la erupción ocurrida el 3 de junio de 2018.
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

A continuación, se presentan los resultados de la zonificación de la cuenca del río Achiguate. El mayor porcentaje del territorio (principalmente áreas planas) corresponde a la producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería (27.9 %). De manera similar, se estableció la categoría de zonas silvopastoriles y zonas de producción ganadera (21.6 %). La zona de áreas protegidas se ubica principalmente en los alrededores de los conos volcánicos y constituye el 10.1 %. Mientras que en la cuenca alta, hay áreas de desarrollo urbano, producción agrícola, producción forestal, entre otras (Tabla 13 y Figura 13).

Tabla 13. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Achiguate

Código	Categorías	Área	
		km²	%
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería	344.84	27.9
A2	Zonas silvopastoriles y zonas de producción ganadera	266.97	21.6
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	121.97	9.9
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	102.95	8.3
B3	Zonas de producción forestal	77.76	6.3
C1	Zonas para la protección forestal	117.85	9.5
C2	Áreas protegidas	124.58	10.1
C3	Humedales y cuerpos de agua	20.69	1.7
D1	Zonas urbanas	59.55	4.8

Fuente: elaboración propia.

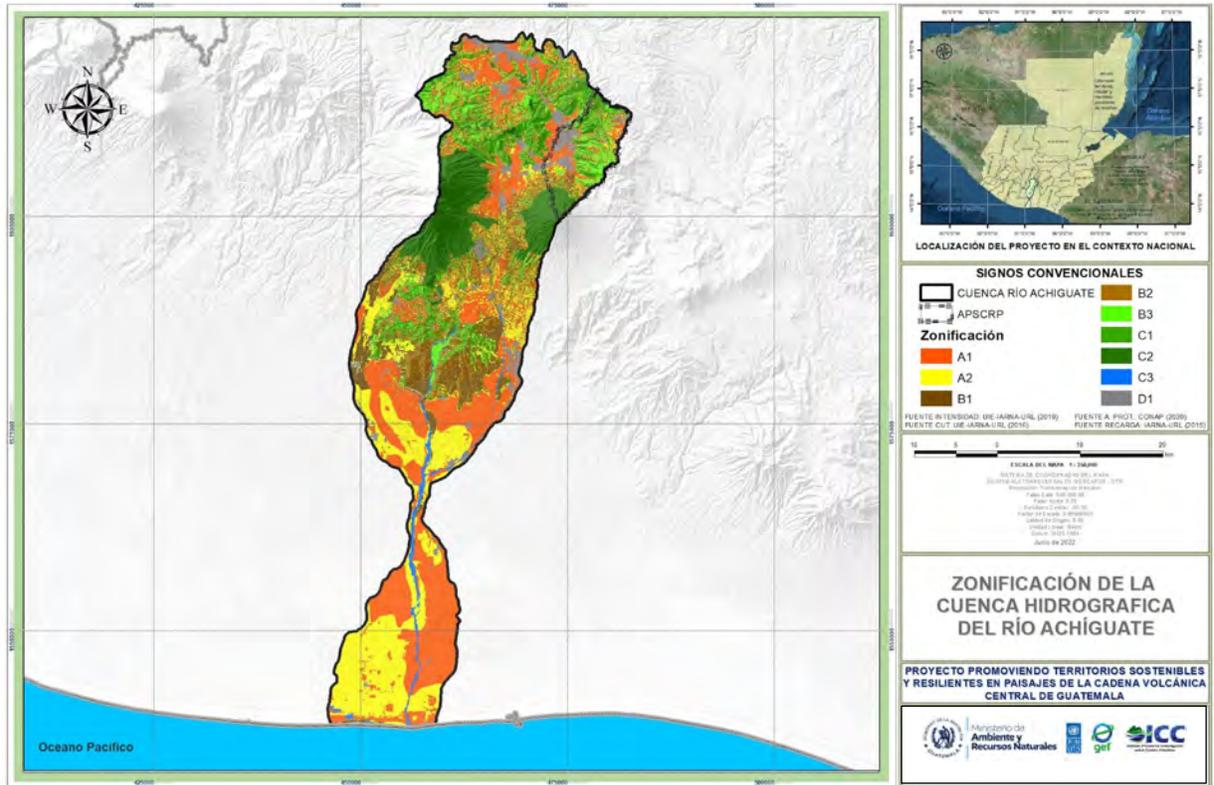


Figura 13. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
 Nota. *APSCRCP: Autoridad Protectora de la Subcuenca y Cauce del Río Pensativo. Fuente: elaboración propia.

Por su parte, las zonas de recarga hídrica alta (> 450 mm/año) corresponden al 42.8 % del área de la cuenca, y se ubican en la parte alta del abanico aluvial central (Escuintla-Masagua) y los alrededores de los volcanes de Fuego, Acatenango y Agua. El potencial de restauración de la zona ribereña (prioridad alta, media y baja) es igual al 35.6 % con respecto a la franja ribereña de 35 m por lado, donde la prioridad media es mayoritaria (Tabla 14 y Figura 14).

Tabla 14. Categorías de zonificación del territorio de la cuenca del río Achiguate (continuación)

Categoría	Área		
	km ²	% ^{1,2}	
Potencial de restauración de la zona ribereña (35 m a ambos lados): Achiguate, Guacalate y Ceniza	Alta	3.48	10.3
	Media	6.31	18.7
	Baja	2.18	6.5
Zonas de alta recarga hídrica	528.88	42.8	

Nota. ¹ Para la categoría de restauración de la zona ribereña es el porcentaje con respecto a la franja ribereña de 35 m por lado. ² Para la recarga hídrica es el porcentaje con respecto al área total de la cuenca. Fuente: elaboración propia.

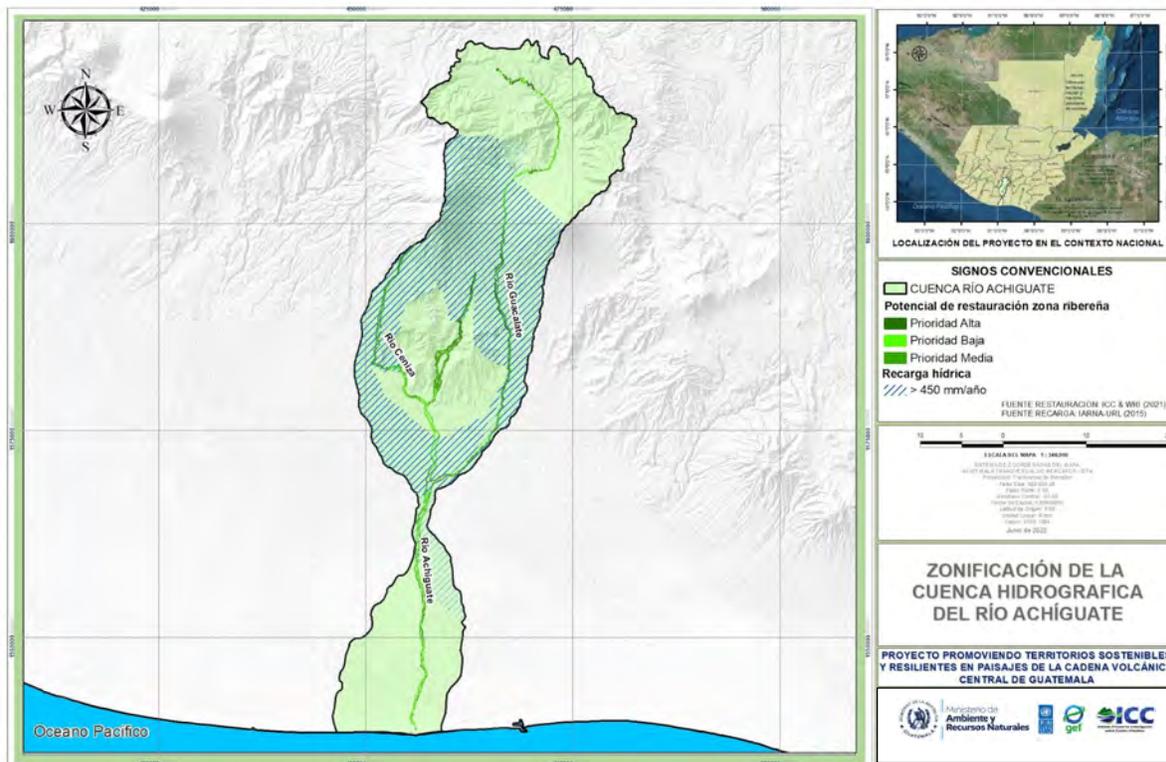


Figura 14. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de zonas de ribera en la cuenca del río Achiguate
Fuente: elaboración propia.

Las áreas de manejo especial están relacionadas con el riesgo por deslizamientos, amenaza por inundaciones y amenazas volcánicas. Estas constituyen el 62 % de la superficie de la cuenca (porcentaje que se debe mayoritariamente a estas dos últimas) (Tabla 15 y Figura 15). Por otro lado, existe la proliferación de basureros que son fuente de contaminación hídrica, atmosférica y escénica, los cuales tienen cierto patrón de proximidad al cauce de los ríos Guacalate y Pensativo.

Tabla 15. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Achiguate

Categoría	Área		Ubicación
	km ²	% ¹	
Riesgo a deslizamientos	168.49	13.6	Cuenca alta
Amenaza por inundaciones	306.66	24.8	Cuenca baja y abanico aluvial de Antigua Guatemala
Amenazas volcánicas (piroclastos y lahares)	291.29	23.6	Principalmente cuenca media y baja

Nota. ¹Porcentaje de área con respecto al área de la cuenca. Fuente: elaboración propia (2022).

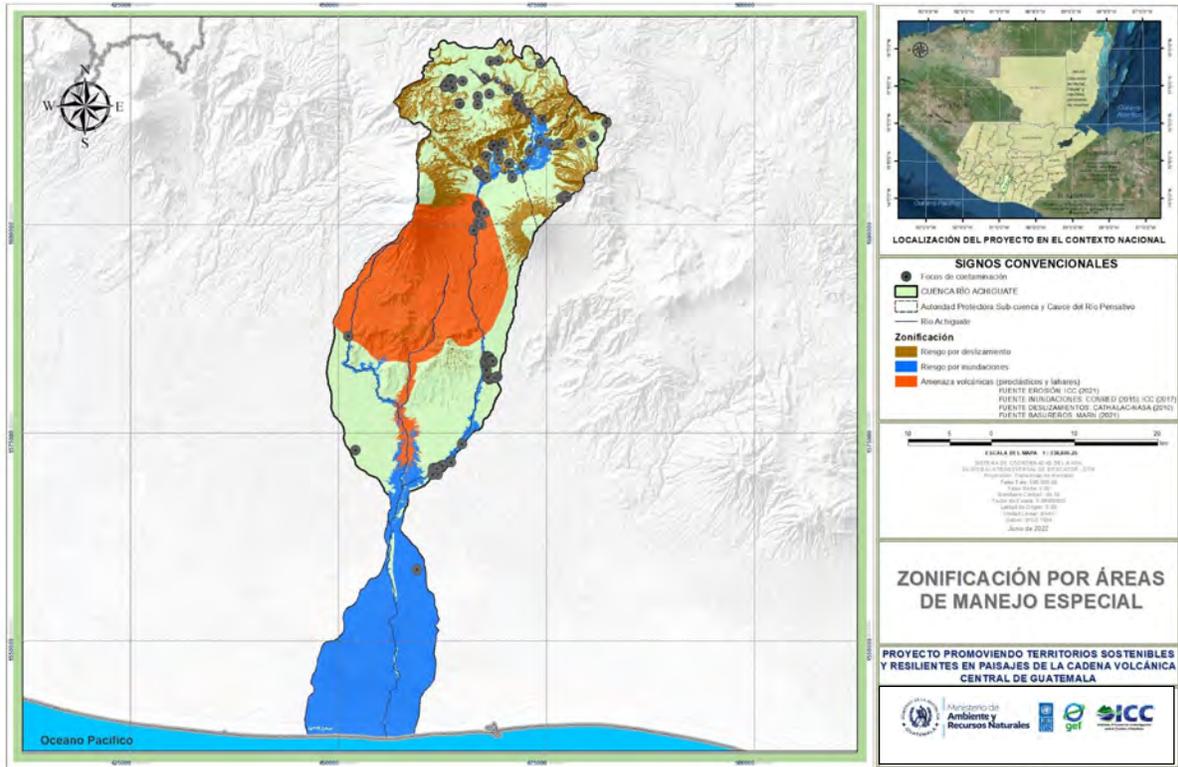


Figura 15. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Achiguate
 Fuente: elaboración propia (2022).

4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA

4.1 Resumen ejecutivo

El plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del río Achiguate se plantea en atención a las siete problemáticas identificadas y priorizadas para su territorio a través del abordaje participativo, y fundamentadas con información sobre sus características biofísicas y socioeconómicas, entre otras. Estas problemáticas son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) mal manejo de los desechos sólidos, (iii) descarga de aguas residuales (ordinarias y especiales) sin tratar o con tratamiento deficiente, (iv) escasez de agua, (v) pérdida del suelo por erosión hídrica, (vi) falta de gobernanza con enfoque de cuenca y (vii) inundaciones.

Al abordar algunos elementos de estas problemáticas se determinó que el cambio anual relativo (%) de la cobertura forestal entre el 2001 y 2016 en la cuenca ha fluctuado entre -0.94 % (2006-2010), 1.18 % (2001-2006) y 0.97 % (2010-2016). Las pérdidas forestales, entre otros elementos, se asocian al consumo de madera y leña como fuente energética para la población. Se estima un balance negativo o déficit anual de leña equivalente a 231 763 toneladas de biomasa leñosa.

La generación de desechos y residuos sólidos se estima en 71 333 toneladas métricas anuales (t/año) y los municipios de Escuintla, Antigua Guatemala y Ciudad Vieja son los que generan las mayores cantidades. A septiembre del 2021, existían 108 basureros en la cuenca, en su mayoría clandestinos, a cielo abierto e ilegales. A la fecha aún existen municipalidades que no han cumplido con realizar el estudio técnico de aguas residuales. Al 2021, únicamente el 20 % de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca (30), se encontraba funcionando. El índice de servicios públicos del *Ranking Municipal de la Gestión Municipal 2018* (que en su análisis integra la recolección de aguas residuales, la gestión y manejo de los desechos sólidos y otros servicios), es de categoría “baja” para los principales municipios con superficie en la cuenca.

Con respecto a la escasez de agua, el incremento de la población es un impulsor directo —en esta cuenca, la población aumentó un 37.7 % entre los años 2002 y 2018—. Adicionalmente, influyen la variabilidad y el cambio climático. En el período 1991-2020, la precipitación pluvial media anual en la cuenca fue de 2071.55 ± 596.96 mm. Se tiene evidencia de la variabilidad de la época lluviosa y la canícula. Se prevé que la precipitación pluvial disminuya con respecto al período 1991-2020 para los periodos 2020-2039 y 2040-2069.

Estos cambios inciden en las dinámicas de la disponibilidad hídrica o de agua dulce. En cuanto a la disponibilidad de agua dulce per cápita en la cuenca, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Andrés Itzapa están bajo estrés hídrico (1000-1700 m³/persona/año); Santa Lucía Milpas Altas y El Tejar tienen escasez crónica (500-1000 m³/persona/año); y Jocotenango, San Antonio Aguas Calientes y Chimaltenango tienen escasez absoluta o extrema (< 500 m³/persona/año).

Otro elemento que aporta a la escasez del agua es la contaminación de las fuentes de recurso hídrico, ocasionada principalmente por el mal manejo de los desechos sólidos y la descarga de aguas residuales. A su vez, incide la cantidad de agua dulce utilizada para la producción de bienes y servicios, de lo cual ya existen antecedentes de conflictividad entre la agroindustria y las comunidades, ya que la disponibilidad de agua ha sido insuficiente para los diferentes usos. La escasez de agua también ocurre debido al limitado acceso de agua potable segura para la población, lo que se relaciona con la débil gestión del recurso hídrico.

La pérdida de suelo por erosión hídrica en esta cuenca se estima en 578 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año). Esta es causada por distintos factores (uso y/o cobertura, pendiente del terreno, agresividad de las lluvias, falta de prácticas de conservación, tipo de suelo, entre otras), a lo que se suma el aporte de sedimentos debido a la actividad del volcán de Fuego a través de flujos piroclásticos y lahares, así como la erosión hídrica por la eliminación de la vegetación que ocurre en las zonas cercanas al cráter.

La débil gobernanza con enfoque de cuenca hidrográfica es otra realidad y problemática diagnosticada para esta cuenca. Las principales causas son la falta de voluntad política, que deriva en una gestión deficiente del territorio; y la inexistente integración y articulación diferenciada de los actores para lograr su participación en el manejo de la cuenca y del ejercicio democrático. En la cuenca Achiguate existen esfuerzos aislados de gobernanza; entre los que se puede mencionar el trabajo de la Asociación Tikonel, la Asociación Sotz'il, el Comité de Agua Empresarial en la cuenca baja y la mesa técnica de la parte baja establecida en el 2016, cuyo principal compromiso fue que el agua del río llegara al mar. Ahora, el reto consiste en integrar el enfoque de cuenca en estos esfuerzos de gobernanza. La gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica es una variable priorizada en el *Plan Nacional de Desarrollo: K'atun Nuestra Guatemala 2032*, el cual identifica la necesidad de un nuevo modelo de regionalización del territorio para su gestión.

Las inundaciones en la cuenca del río Achiguate ocurren debido a sus características morfológicas y a la evolución de su paisaje, donde su relieve de planicie (cuenca baja) es vulnerable a inundaciones pluviales y/o por desbordamiento de sus ríos. La parte media (Antigua Guatemala) también es susceptible a la ocurrencia de inundaciones. Un elemento más que promueve las inundaciones en la cuenca es el azolvamiento de sus ríos y barrancas a causa de la dinámica de sedimentos producidos por la actividad del volcán de Fuego, además de las condiciones del uso y/o cobertura de la tierra.

El Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Achiguate está conformado por seis programas vinculados a las temáticas forestal, suelo, gobernanza, agua, desechos sólidos y riesgo. De manera transversal se establecieron las variables priorizadas de desarrollo nacional "gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica" y "democracia y gobernabilidad" alrededor de cinco Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la temática de cambio climático.

Las acciones del Plan a través de sus seis programas son: (a) restaurar los bosques en zonas de aptitud forestal, zonas de ribera, áreas de recarga y bosque de manglar; (b) manejar y conservar el suelo; (c) fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca; (d) mejorar el estado del recurso hídrico de forma coordinada; (e) manejar y gestionar integralmente los desechos y residuos sólidos y (f) implementar acciones para la reducción del riesgo.

Considerando que el Plan se formuló para mejorar el estado actual de la cuenca y reducir el efecto negativo de las siete problemáticas priorizadas, su implementación se justifica, ya que propone acciones para atender dichos problemas. Por otro lado, se vincula con el cumplimiento de los componentes de caracterización, diagnóstico y plan de cuenca hidrográfica del Acuerdo Gubernativo 19-2021, que trata sobre las disposiciones para promover la protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala (Presidencia de la República de Guatemala, 2021b). Adicionalmente, se enmarca en la legislación actual referente al bosque, agua, gestión sostenible forestal, desechos sólidos, aguas residuales, cambio climático, ambiente, entre otras, así como en las variables de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El marco de intervención del Plan será el territorio de la cuenca hidrográfica del río Achiguate, que integra una superficie parcial o total de 29 municipios y cuatro departamentos (Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango y Guatemala), enfocándose en los componentes forestal, suelo, gobernanza, agua, desechos sólidos y gestión del riesgo.

El horizonte del Plan es de 10 años, el cual se alcanzará en 2032, y coincide con el *Plan Nacional de Desarrollo: "K'atun, Nuestra Guatemala 2032"* (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Además, en este horizonte está incluido el año para el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La ejecución del Plan sería liderada por la Mesa Técnica de la Cuenca del Río Achiguate, puesto que el artículo 12 del Acuerdo Gubernativo 19-2021, indica que es función de la mesa técnica "promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos", entre otras. En cuanto a la estrategia para su ejecución y gestión de recursos, una vez esté conformada la Mesa Técnica del Río Achiguate, se plantea la socialización y comunicación del Plan y la integración del plan operativo anual (POA) de las instituciones gubernamentales u otras con presencia en la cuenca. Adicionalmente, se diseñó un mecanismo financiero para esta cuenca.

Aunque se identificó a la mesa técnica para liderar la ejecución del Plan, considerando que así se establece en la actual y más reciente legislación, también puede integrarse otra organización de cuenca que, según futuras legislaciones, le confiera dichas funciones, siempre y cuando se garantice la gestión participativa, diferenciada, coordinada y articulada del territorio con enfoque de cuenca.

Un primer elemento para garantizar la sostenibilidad del Plan es la estrategia de socialización y comunicación, con la cual se pretende lograr la adopción de este modelo por parte de los actores identificados mediante un primer mapeo (capítulo 3). Por otro lado, por medio del fortalecimiento gradual de la gobernanza de la cuenca (a través de la organización de cuenca o mesa técnica), se pretende institucionalizar las acciones del Plan para su abordaje a distintas escalas y con varios tipos de actores, considerando la conformación de una red de gestión organizada y la toma de decisiones consensuadas para la sostenibilidad del territorio.

4.2 Visión

Para el año 2032, los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Achiguate participan en la toma de decisiones consensuadas y en la ejecución coordinada de acciones para la gestión sostenible del suelo, el agua, el paisaje forestal y la biodiversidad; así como en la gobernanza, y la gestión de los desechos y residuos sólidos y del riesgo; además de promover el desarrollo agroforestal,

para la mejora y diversificación de las estrategias y medios de vida del bienestar humano inclusivo y económico.

4.3 Misión

Los actores y gobiernos locales presentes en la superficie de la cuenca hidrográfica del río Achiguate llevan a cabo acciones coordinadas para atender las problemáticas prioritarias a través de la planificación estratégica de programas y actividades orientadas a la gestión sostenible del agua, el suelo, el paisaje forestal y la biodiversidad; así como a la gestión de los residuos sólidos y del riesgo, y el fortalecimiento de la gobernanza; para mejorar el bienestar humano y económico de manera inclusiva, al tiempo que se logra la sostenibilidad ambiental.

4.4 Horizonte

El horizonte de ejecución del Plan será de diez años (Anexo 3), en el cual se alcanzarán progresivamente sus resultados, tomando como referencia la línea base o situación actual de la cuenca, y a través de la gestión sostenible del suelo, el paisaje forestal, la biodiversidad y el agua; así como el alcance de la gobernanza o gestión territorial y gestión del riesgo.

4.5 Justificación

En la cuenca hidrográfica del río Achiguate existen diversas problemáticas relacionadas al vínculo entre los ecosistemas, la población y las condiciones naturales del territorio, que se abordan mediante diferentes escalas territoriales, las cuales van desde lo local o comunitario hasta lo regional. Con base en las características biofísicas y socioeconómicas de la cuenca, y la consulta realizada a los actores que habitan/influyen en ella, se identificaron y priorizaron siete problemáticas, que son atendidas mediante el presente plan: (i) pérdida de la cobertura forestal; (ii) mal manejo de los desechos sólidos; (iii) descarga de aguas residuales (ordinarias y especiales) sin tratar o con tratamiento deficiente; (iv) escasez de agua; (v) pérdida del suelo por erosión hídrica; (vi) falta de gobernanza con enfoque de cuenca; y (vii) inundaciones.

La población también identificó otras problemáticas, como la falta de un plan de ordenamiento territorial o de su aplicación, poca educación ambiental, pobre conciencia ambiental, degradación de los recursos naturales, amenazas volcánicas (volcán de Fuego), falta de voluntad política, derrumbes y deslizamientos, extracción de materiales, desempleo, pobreza, necesidad de planificación con enfoque de cuenca y una implementación deficiente de los mecanismos de pago o compensación por servicios ambientales.

El presente Plan se desarrolló con base en las siete problemáticas identificadas y priorizadas de manera participativa, con la finalidad de mejorar el estado actual de la cuenca. Se utilizó el enfoque territorial de cuenca hidrográfica como una alternativa plausible para la solución parcial o total de dichas problemáticas (origen, efectos, ocurrencia, actores). De esa manera, el Plan se constituye en un instrumento estratégico para la institucionalidad, que guía las acciones para lograr el mejoramiento del territorio a través de un mejor abordaje que el actual; donde la integración, articulación y participación diferenciada de sus actores para la toma de decisiones en el entorno de la cuenca, será su mayor fortaleza, junto con su sistema de gobernanza.

En adición a lo anterior, el Plan también se justifica porque da cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021, el cual trata sobre las disposiciones para promover la protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala (Presidencia de la República de Guatemala, 2021b). Dentro de su contenido plantea la realización de la caracterización, el diagnóstico y el plan de cuencas hidrográficas.

Adicionalmente, se vincula directamente con el *Reglamento para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Comunes* (Presidencia de la República de Guatemala, 2021a); el *Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos* (Presidencia de la República de Guatemala, 2006); la *Ley Forestal* (Congreso de la República de Guatemala, 1996); la *Ley de Incentivos Forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (Pinpep)* (Congreso de la República de Guatemala, 2010); la *Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (Probosque)* (Congreso de la República de Guatemala, 2015); la *Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024* (Instituto Nacional de Bosques, 2015); y la *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* (Congreso de la República de Guatemala, 2013).

4.6 Objetivos

4.6.1 Objetivo general

Mejorar el estado actual de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Achiguate —agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad— ; así como la gestión del agua, de los residuos y desechos sólidos, y del riesgo; además de fortalecer la gobernanza de la cuenca. Así, los habitantes de la cuenca avanzan positivamente hacia el bienestar humano inclusivo y

económico, minimizando la degradación irreversible del ambiente y garantizando la provisión en cantidad y calidad de bienes y servicios ecosistémicos para el desarrollo sostenible.

4.6.2 Objetivos específicos

1. Recuperar, restaurar y/o conservar el paisaje forestal, así como preservar la diversidad biológica asociada y su conectividad; a través del desarrollo forestal en zonas de ribera, áreas protegidas, tierras con aptitud forestal y agroforestal, zonas de recarga hídrica y ecosistema de mangle; además de fomentar actividades de manejo forestal sostenible, manejo de incendios, entre otras.
2. Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar la provisión de alimentos para las poblaciones y la producción de bienes y servicios ecosistémicos, por medio del diseño, implementación, monitoreo y divulgación de experiencias sobre manejo y conservación del suelo y del agua en territorios de desarrollo agrícola para mejorar su productividad y evitar la degradación acelerada del suelo.
3. Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con la finalidad de lograr la participación inclusiva, así como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones sostenibles relacionadas con las problemáticas de la cuenca del río Achiguate. Además, transversalizar el enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación vigente en vínculo con la gestión integral sostenible del territorio, la democracia y la gobernabilidad, como variables de desarrollo nacional. También, la compensación por servicios ambientales.
4. Mejorar de forma coordinada, participativa e inclusiva el estado del recurso hídrico de las fuentes superficiales y subterráneas para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas.
5. Manejar y gestionar integralmente los desechos y residuos sólidos producidos en la cuenca con la participación y abordaje local (comunidades), municipal y mancomunada.
6. Implementar acciones para la reducción del riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas a través de actividades para mejorar la capacidad adaptativa y la resiliencia.

La matriz de marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate se detalla en la Tabla 16.

4.7 Marco lógico

Tabla 16. Matriz de marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Objetivo a largo plazo o general:</p> <p>Mejorar el estado actual de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Achiguate —agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad—; así como la gestión del agua, de los residuos y desechos sólidos, y del riesgo; además de fortalecer la gobernanza de la cuenca. Así, los habitantes de la cuenca avanzan positivamente hacia el bienestar humano inclusivo y económico, minimizando la degradación irreversible del ambiente y garantizando la provisión en cantidad y calidad de bienes y servicios ecosistémicos para el desarrollo sostenible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la cobertura forestal • Mejora el 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 las 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 del 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 • Débil 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)			
<p>Recuperar, restaurar y/o conservar el paisaje forestal, así como preservar la diversidad biológica asociada y su conectividad; a través del desarrollo forestal en zonas de ribera, áreas protegidas, tierras con aptitud forestal y agroforestal, zonas de recarga hídrica y ecosistema de mangle; además de fomentar actividades de manejo forestal sostenible, manejo de incendios, entre otras.</p> <p>Resultados esperados: Se ha recuperado, restaurado y/o conservado la cobertura forestal en las zonas de aptitud forestal, zonas de ribera, fuentes de agua para consumo humano, áreas de recarga hídrica y en el ecosistema de mangle; además se ha llevado a cabo el manejo de los incendios forestales, el manejo agroforestal, el uso eficiente de la leña, el manejo de áreas protegidas y se ha desarrollado el 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 del 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 (Achiguate, Guacalate y Ceniza) (ha, %) • Incentivos forestales (ha, %) • 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) • Número de incendios forestales (ha y número/año) • Registro/mapeo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano con 	<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 el consumo en el hogar • Plan de manejo de áreas protegidas y reservas naturales privadas • Registro de incendios forestales y atención de emergencia • Registros de fuentes municipales para consumo humano 	<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 la leña para consumo en el hogar

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
	protección vegetal (número, %) • Cobertura forestal en zonas de recarga hídrica (ha, %)		
Objetivo específico 2 (OE2)			
<p>Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar la provisión de alimentos para las poblaciones y la producción de bienes y servicios ecosistémicos, por medio del diseño, implementación, monitoreo y divulgación de experiencias sobre manejo y conservación del suelo y del agua en territorios de desarrollo agrícola para mejorar su productividad y evitar la degradación acelerada del suelo.</p> <p>Resultado esperado: Se ha manejado, conservado y restaurado el recurso suelo, con énfasis en la provisión de alimentos, la productividad y evitar su degradación acelerada.</p> <p>Actividades: • Manejo y conservación de suelos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del 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 las prácticas para la restauración de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la producción de sedimentos por flujos piroclásticos y lahares; y de la erosión por remoción de cobertura vegetal por erupciones volcánicas • Deficiente fomento y adopción de prácticas de conservación de suelos en la parte media-alta de la cuenca

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Objetivo específico 3 (OE3)</p> <p>Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con la finalidad de lograr la participación inclusiva, así como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones sostenibles relacionadas con las problemáticas de la cuenca del río Achiguate. Además, transversalizar el enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación vigente en vínculo con la gestión integral sostenible del territorio, la democracia y la gobernabilidad, como variables de desarrollo nacional. También, la compensación por servicios ambientales.</p> <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 presentes en la cuenca.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conformación, integración y operativización de la mesa técnica de cuenca u otra organización de cuenca • Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente • 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) y los índices que lo integran. • Acta de constitución y conformación de la mesa técnica u otra organización de cuenca; informes, minutas, eventos, campañas, reuniones, y participantes de la plataforma establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinterés por parte de los actores y su integración • Débil canalización de fondos económicos para la ejecución de las acciones del Plan

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 4 (OE4)			
<p>Mejorar de forma coordinada, participativa e inclusiva el estado del recurso hídrico de las fuentes superficiales y subterráneas para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas.</p> <p>Resultados esperados: El agua en la cuenca se gestiona de forma participativa e inclusiva. Se evalúa el estado de los recursos hídricos a través de redes de monitoreo. 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 ● Agua para los ecosistemas 	<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 la calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano • Huella hídrica • Índice de calidad del agua (ICA) • Índice biológico a nivel de familias (IBF) • Tratamiento de aguas residuales ordinarias y especiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Balance hídrico (espacio-temporal) • Registro de la estimación/proyección de población • Recarga hídrica potencial (espacio-temporal) • Registro de monitoreo de caudales • Registro de monitoreo de calidad del agua (consumo humano, IBF, ICA, aguas residuales) • Calidad del servicio del agua para consumo humano • Huella hídrica integrada • Registro de PTAR en funcionamiento, cumplimiento de límites, eficiencias de remoción, % de descargas con tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas reformas al Acuerdo Gubernativo 236-2006 • Pobre inversión en las plantas de tratamiento de aguas residuales • Falta de estudios básicos como balance hídrico y recarga • Falta de Ley de Agua

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 5 (OE5)			
<p>Manejar y gestionar integralmente los desechos y residuos sólidos producidos en la cuenca con la participación y abordaje local (comunidades), municipal y mancomunada.</p> <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 basureros clandestinos •Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos •Reducción de la carga de basura en el cauce del río Guacalate 	<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 relacionadas con la gestión integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021) • Registro y mapeo de basureros 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de concientización y sensibilización por parte de la población • Falta de fomento a la economía circular
Objetivo específico 6 (OE6)			
<p>Implementar acciones para la reducción del riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas a través de actividades para mejorar la capacidad adaptativa y la resiliencia.</p> <p>Resultados esperados: Se mejora la capacidad adaptativa y la resiliencia ante amenazas naturales</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Establecimiento de sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice para la gestión del riesgo (Inform) • Inventario de acciones implementadas para la gestión del riesgo • Eventos de inundación • Probabilidad de ocurrencia de inundaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados del Inform • Registro de atención a emergencias por inundaciones • Registro de eventos de inundación • Ficha técnica del cálculo de la probabilidad de ocurrencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la agresividad (erosividad) de la actividad volcánica y de la extensión superficial de sus amenazas en el corto tiempo.

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<ul style="list-style-type: none"> ● Diseño e implementación de estructuras de contención de inundaciones ● Implementación de coordinadoras locales para la reducción de desastres ● Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> • Atención a emergencias por inundaciones • Estudios realizados • Registro de actividades de fortalecimiento de capacidades 		

Fuente: elaboración propia (2022).

4.8 Resumen de los problemas priorizados

De acuerdo con el diagnóstico realizado, las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Achiguate que fueron priorizadas para ser abordadas estratégicamente a través del presente Plan, son las siguientes:

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

4.9 Programas

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Achiguate está conformado por programas que guardan una lógica con los objetivos específicos, que a su vez cuentan con una serie de actividades en respuesta a las problemáticas diagnosticadas en la cuenca. Todos los programas tienen como eje transversal las variables priorizadas de desarrollo nacional “gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica” y “democracia y gobernabilidad” (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). También se relacionan con más de cinco Objetivos de Desarrollo Sostenible y con la temática de cambio climático.

El Plan contiene seis programas, que se describen a continuación: (i) conservación del paisaje forestal y la biodiversidad asociada, (ii) manejo y conservación del recurso suelo, (iii) gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, (iv) gestión del agua, (v) manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos y (vi) gestión del riesgo (Figura 16).

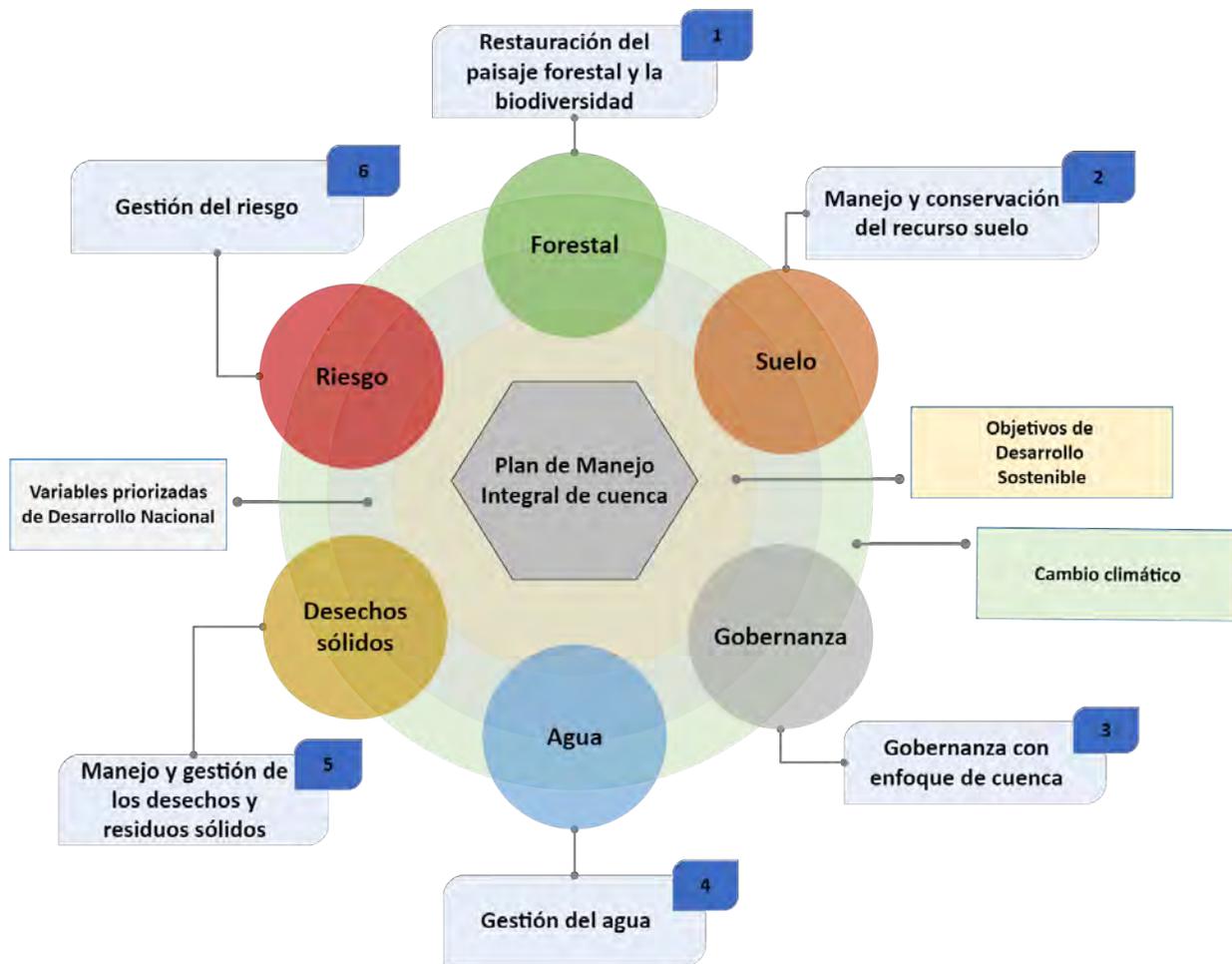


Figura 16. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Achiguate con sus programas (numerados) y su vinculación a las prioridades de desarrollo nacional y Objetivos de Desarrollo Sostenible Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

El Programa de Restauración del Paisaje Forestal y la Biodiversidad sumará al logro del objetivo específico número 1 del plan de manejo integral de esta cuenca, el cual se resume en recuperar, restaurar y/o conservar el paisaje forestal, así como conservar la diversidad biológica asociada y su conectividad. Mediante este programa se pretende atender la problemática de la pérdida de la cobertura forestal en la cuenca.

El objetivo del programa 1 es conservar y proteger el paisaje forestal a través de acciones dirigidas a su recuperación, restauración y conservación, así como de la biodiversidad asociada. Las actividades que desarrollará este programa

son: (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 de mangle; (viii) protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano (Tabla 17).

Tabla 17. 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 las 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 13).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Áreas potenciales identificadas para la restauración forestal con énfasis en zonas de recarga hídrica, bosque ribereño, áreas remanentes de bosque, sistemas agroforestales y fuentes de agua para consumo humano. Al menos 2022 hectáreas implementadas para reforestaciones (restauración) (674 ha), sistemas agroforestales (674 ha) y plantaciones forestales (674 ha). Capacidades sobre manejo forestal fortalecidas.
	Monto total	Q 31 842 120
Actividad 2: Uso eficiente de la leña como fuente energética	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.
	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, inicialmente: Andrés Itzapa y Parramos

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades fortalecidas sobre el uso eficiente de la leña y sensibilización sobre el tema. • Al menos 781 estufas ahorradoras gestionadas, entregadas y en uso.
	Monto total	Q 673 163
Actividad 3: Restauración de la zona de ribera (Guacalate, Achiguate y Ceniza)	Duración	10 años
	Objetivo	Restaurar la zona ribereña con 35 metros a ambos lados del cauce de los ríos Achiguate, Guacalate y Ceniza.
	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, acorde a la zonificación territorial de la cuenca (Figura 14).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Al menos 103 hectáreas restauradas de la zona de ribera de los ríos Guacalate, Ceniza y Achiguate. • Talleres implementados para la validación participativa de las áreas a restaurar en la zona de ribera.
	Monto total	Q 2 584 006
Actividad 4: Manejo de áreas protegidas	Duración	8 años
	Objetivo	Gestionar 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	Áreas protegidas, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 13).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • A lo sumo ocho planes de manejo de áreas protegidas de categoría parque regional municipal (PRM) han sido apoyados para su actualización. • Apoyo brindado al salario de un guardabosque por parque regional municipal, a lo sumo para cuatro PRM. • Capacidades fortalecidas del personal de áreas protegidas. • Sensibilización y educación ambiental realizada, dirigida a estudiantes.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> Línea base elaborada en cuatro áreas protegidas (PRM) para los siguientes taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos y el respectivo monitoreo de biodiversidad.
	Monto total	Q 6 517 800
Actividad 5: Desarrollo de turismo sostenible	Duración	8 años
	Objetivo	Impulsar estrategias de turismo sostenible enfocándose en las áreas protegidas, reservas naturales privadas y otras zonas atractivas, como el peñón de Siquinalá, el cerro Mirandilla, entre otras.
	Actores	Conap, ARNPG, INAB, MARN, MAGA, mesas departamentales de turismo, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 13), principalmente en áreas protegidas y otras de atractivo turístico.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Capacidades para guías generales de turismo formadas. Guía general de aventurismo y otros tipos de turismo realizada, considerando la línea base y monitoreo de biodiversidad de las áreas protegidas (PRM). Atractivo turístico de las áreas protegidas (PRM) divulgado. Número de senderos de las áreas protegidas (PRM) señalizados.
	Monto total	Q 241 500
Actividad 6: Manejo de incendios	Duración	8 años
	Objetivo	Reducir la incidencia de incendios forestales y sus zonas afectadas, a causa de acciones de origen antrópico.
	Actores	INAB; municipalidades; poseedores, propietarios o gestores de tierras comunales; Conap; mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 13), en especial en aquellas áreas con aptitud forestal aledañas a zonas heterogéneas de desarrollo agrícola.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Cuatro guardabosques especializados en incendios forestales, incluyendo ocho equipos

Actividades	Componente	Descripción
		de brigada entregados por guardabosque o área a cubrir. <ul style="list-style-type: none"> • 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 organización 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 13).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de priorización de las zonas de restauración de mangle. • Al menos 25 hectáreas de mangle restauradas. • Sensibilización, fortalecimiento y educación ambiental.
	Monto total	Q 1 035 341
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 el 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. • 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: Manejo y conservación del recurso suelo

El programa responde al objetivo específico 2 del plan de manejo integral de esta cuenca, que se resume en “manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar la provisión de alimentos a las poblaciones, así como la producción de bienes y servicios ecosistémicos”. Este programa se formula en respuesta a la problemática de la pérdida del suelo por erosión hídrica que ocurre en la cuenca del río Achiguate, por lo que su objetivo es manejar y conservar el suelo, y la actividad corresponde también al manejo y conservación del suelo (Tabla 18).

Tabla 18. Actividades del Programa de Manejo y Conservación del Recurso Suelo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Manejo y conservación de 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, entre otros.
	Ubicación	Según el mapeo de potencial de erosión hídrica (sección de erosión hídrica de la caracterización biofísica).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos en 421 hectáreas se implementan prácticas de manejo y conservación de suelos, que incluyen 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 del suelo implementadas.
	Monto total	Q 1 561 566

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.3 Programa 3: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Este programa responde al logro del objetivo específico número 3 del plan de manejo, el cual está planteado para fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica. El objetivo del programa es contribuir con la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica para la toma de decisiones consensuadas y sostenibles. Las actividades que plantea desarrollar este programa son: (i) conformación, integración y operativización de la organización de la cuenca, (ii) transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente y (iii) implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales (Tabla 19).

Tabla 19. 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 la cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra)</p>	Duración	10 años, conformación (2 años)
	Objetivo	Conformar, integrar y operativizar la organización de la cuenca, a través de la integración inclusiva y participativa de sus actores.
	Actores	Públicos (MARN, MAGA, MEM, INAB, Conap, Conred, Segeplán, Seprem y otros), privados (ARNPG, Anacafé y otras entidades), universidades, y usuarios identificados y representantes de la sociedad civil según el artículo 10 del Acuerdo Gubernativo 19-2021 o sus reglamentos, entre otros.
	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 o mesa técnica de la cuenca del río Achiguate conformada. • Mesa técnica operativizada a través de reuniones y seguimiento de las acciones. • Mapeo de actores e iniciativas/proyectos a escala de cuenca actualizados de manera constante. • Capacidades fortalecidas. • Plataforma virtual desarrollada para realizar consultas y dar seguimiento a las acciones a escala de cuenca en apoyo a la mesa técnica. • Un profesional gestor de cuencas a nivel regional, que coordina las acciones entre los actores clave de la cuenca.
	Monto total	Q 2 994 100

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 2: Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	Duración	10 años
	Objetivo	Promover el fortalecimiento de las capacidades en cuanto al enfoque de cuenca hidrográfica en las instituciones gubernamentales presentes en la cuenca y gestionar fondos para la implementación de actividades del plan de manejo integral de la cuenca.
	Actores	MARN, MAGA, INAB, consejos de desarrollo, Conap, ARNPG, municipalidades, mesa técnica u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Dos foros desarrollados para el intercambio de experiencias sobre gobernanza de cuencas. • Capacidades formadas en actores/líderes locales, unidades municipales relacionadas con la gestión ambiental, forestal y/o del agua y saneamiento; en la temática de cuencas hidrográficas. • Estado de la cuenca socializado constantemente en diferentes espacios de gestión del territorio (Coredur, Codede, Comude, Cocode, entre otros).
	Monto total	Q 848 000
Actividad 3: Implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales	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 (comunidades, municipalidades, entre otros).
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • El seguimiento a las acciones implementadas con el apoyo del mecanismo financiero ha sido operativizado en los diferentes programas del Plan.
	Monto total	Q 30 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.4 Programa 4: Gestión del agua

El Programa de Gestión del Agua se vincula y responde al objetivo específico 4 del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate, el cual busca mejorar de forma coordinada, participativa e inclusiva el estado del recurso hídrico de fuentes superficiales y subterráneas para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas. El objetivo de este programa es manejar y gestionar el agua, enfocándose en su cantidad y calidad. Las actividades que este Programa desarrollará son: (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 20).

Tabla 20. 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, toma de decisiones consensuadas y monitoreo.
	Actores	Insivumeh, MARN, INAB, MAGA, sector privado, academia, instituciones de investigación y mesa técnica 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 Achiguate, Guacalate, Ceniza y Pensativo. • Una estación meteorológica y una estación hidrométrica implementadas, y mantenimiento realizado. • Dos estudios sobre balance hídrico a escala de cuenca realizados con la finalidad de cuantificar la disponibilidad de agua superficial y subterránea.
	Monto total	Q 10 070 000
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.

Actividades	Componente	Descripción
	Actores	Consejos de desarrollo, MARN, municipalidades e Infom.
	Ubicación	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 once sistemas de cosecha de agua de lluvia (SCALL) implementados. Al menos tres sistemas de cosecha de agua de niebla implementados en la cuenca alta. Al menos 2500 unidades de Ecofiltro gestionadas y entregadas.
	Monto total	Q 2 830 653
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.
	Actores	MARN, MAGA, MEM, empresas privadas, municipalidades, comunidades, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca, enfocándose en sus sistemas productivos.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Dos estudios de factibilidad sobre estructuras de almacenamiento de agua (superficial y subterránea) a escala de cuenca.
	Monto total	Q 800 000
Actividad 4: Aguas residuales	Duración	10 años
	Objetivo	Asegurar el tratamiento eficiente de las aguas residuales domésticas del alcantarillado público y que se descargan a cuerpos receptores, y de las aguas residuales especiales.
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, MARN, Infom, MAGA, sector privado productivo y hospitales, entre otros.
	Ubicación	Municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.

Actividades	Componente	Descripción
	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, cuya población que se estima en 244 013 personas. Estudio técnico de aguas residuales elaborado para aquellas municipalidades que no cuentan con uno o con estudios actualizados según lo establece la ley.
	Monto total	Q 73 378 900
Actividad 5: Agua para los ecosistemas	Duración	10 años
	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 Achiguate, Guacalate, Ceniza y Pensativo. Estudio para determinar el caudal ecológico, con énfasis en los ríos Achiguate, Guacalate, Ceniza y Pensativo.
	Monto total	Q 730 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.5 Programa 5: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos

Este programa responde a la problemática del mal manejo de los desechos sólidos y busca lograr el objetivo específico número 5 del plan de manejo integral, el cual se refiere a manejar y gestionar integralmente los desechos y residuos sólidos producidos en la cuenca con la participación y abordaje local, municipal y mancomunada. El objetivo del programa es manejar y gestionar integralmente los residuos y desechos sólidos. Las actividades que

desarrollará este programa para alcanzar dicho objetivo son: (i) sensibilización, concientización y educación ambiental, (ii) implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos, (iii) cierre y control de basureros clandestinos, (iv) fomento de la gestión mancomunada de los desechos sólidos y v) reducción de la carga de basura en el cauce del río Guacalate (Tabla 21).

Tabla 21. Actividades del Programa de Manejo y Gestión de los Desechos y Residuos Sólidos

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	Duración	10 años
	Objetivo	Concientizar, informar y educar a la población sobre la situación del manejo y gestión de los desechos sólidos y sus impactos en la naturaleza y la salud humana.
	Actores	MARN, MAGA, MEM, municipalidades, comunidades, 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 para la clasificación de residuos sólidos formadas en los 22 municipios con población presente en la cuenca. • Estrategia de comunicación sobre la clasificación de los desechos sólidos implementada. • Al menos 492 lugares poblados con capacidades formadas sobre los efectos negativos de la proliferación de basureros clandestinos.
	Monto total	Q 1 258 000
Actividad 2: Implementación de 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, 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"> • Caracterización de los residuos y desechos sólidos de los 22 municipios con presencia de población en la cuenca. • 246 composteras orgánicas implementadas a nivel comunitario.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> 246 centros de acopio de material reciclable implementados a nivel comunitario.
	Monto total	Q 7 236 000
Actividad 3: Cierre y control de basureros clandestinos	Duración	10 años
	Objetivo	Reducir la densidad de basureros en la cuenca que no cuentan con instrumentos ambientales autorizados, y que constituyen focos de contaminación a los ecosistemas.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, 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 acerca de los basureros clandestinos identificados. Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios con potencial ocurrencia de basureros clandestinos.
	Monto total	Q 270 000
Actividad 4: Fomento de 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, 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"> Una planta regional de tratamiento de desechos y residuos sólidos gestionada, diseñada e implementada.
	Monto total	Q 22 000 000
Actividad 5: Reducción de la carga de basura en el cauce del río Guacalate	Duración	10 años
	Objetivo	Reducir la carga de basura que es transportada en el cauce del río Guacalate a través de una estructura de barrera.

Actividades	Componente	Descripción
	Actores	Actores integrados en el mecanismo financiero de la cuenca Achiguate, MARN, MSPAS, municipalidades, comunidades, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Cauce del río Guacalate entre Pastores y Alotenango
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos un sistema de barrera implementado para la basura transportada en el cauce del río Guacalate.
	Monto total	Q 800 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.6 Programa 6: Gestión del riesgo

El Programa de Gestión del Riesgo busca responder a la problemática de inundaciones en esta cuenca —tanto en su parte baja, como en el abanico aluvial de Antigua Guatemala—, además de las zonas de riesgo por deslizamiento y las amenazas volcánicas. Así, procura lograr el objetivo específico número 6 del plan de manejo integral: “Implementar acciones para la reducción del riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas; a través de actividades para mejorar la capacidad adaptativa y la resiliencia”. El objetivo del Programa es mejorar la capacidad adaptativa y la resiliencia ante las amenazas en mención. Las actividades que desarrollará para ello son las siguientes: (i) implementación de sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas; (ii) diseño e implementación de una estructura de contención de inundaciones; (iii) fortalecimiento de las coordinadoras locales para la reducción de desastres y (iv) fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios (Tabla 22).

Tabla 22. Actividades del Programa Gestión del Riesgo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Implementación de sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas	Duración	8 años
	Objetivo	Fortalecer la adaptación por amenazas volcánicas e inundaciones con enfoque participativo.
	Actores	Conred, SE-Conred, Insivumeh, Provia, Colred, Comured, mesa técnica 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 y amenazas volcánicas) (Figura 15).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Línea base 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
	Objetivo	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 áreas de manejo especial (áreas susceptibles a inundaciones) (Figura 15).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de diseño de dique o borda de al menos 900 metros de longitud. Dique o borda de 900 metros de longitud implementado y con mantenimiento realizado.
	Monto total	Q 13 550 000
Actividad 3: Fortalecimiento de las 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, Provial, MARN, MAGA, INAB, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Territorios localizados en las zonas de manejo especial (inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas) (Figura 15).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos municipales e institucionales con capacidades formadas. Al menos cuatro cursos implementados para capacitadores, enfocados en la gestión del riesgo.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> 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	Fortalecer las capacidades en la temática de gestión de riesgo desde lo local (comunidades) hasta el nivel municipal. Actualizar los estudios relativos al 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 15), idealmente en toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Comunitarios con capacidades fortalecidas en cuanto a la gestión de riesgos. Al menos cinco diplomados de adaptación al cambio climático desarrollados. Un mapeo de percepción comunitaria realizado sobre las zonas de inundación, lahares, piroclastos y deslizamientos. Un estudio realizado sobre el balance y monitoreo de sedimentos a escala de cuenca.
	Monto total	Q 1 229 200

Fuente: elaboración propia (2022).

4.10 Costos del plan

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate integra 26 actividades en seis programas. De ahí que, el costo de cada programa resulta de la sumatoria del costo de sus actividades, y el costo total del Plan se deriva de la suma del costo de los seis programas. El costo de las actividades está integrado principalmente por los costos operativos, de asesoría y seguimiento. El costo total del Plan, sin considerar el monitoreo y seguimiento, asciende a **Q 186 174 448** (Tabla 23).

Tabla 23. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Achiguate

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del programa (Q)
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal.	31 842 120	45 009 130
	Uso eficiente de la leña como fuente energética.	673 163	
	Restauración de la zona de ribera (Guacalate, Ceniza y Achiguate).	2 584 006	
	Manejo de áreas protegidas.	6 517 800	
	Desarrollo de turismo sostenible.	241 500	
	Manejo de incendios.	2 054 400	
	Conservación y restauración del ecosistema de mangle.	1 035 341	
	Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para el consumo humano.	60 800	
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de los suelos.	1 561 566	1 561 566
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	3 872 100
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente.	848 000	
	Implementación de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales.	30 000	
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	10 070 000	87 809 553
	Agua para consumo humano.	2 830 653	
	Agua para usos productivos.	800 000	
	Aguas residuales.	73 378 900	
	Agua para los ecosistemas.	730 000	
Manejo y gestión de los desechos y	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos.	1 258 000	31 564 000

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del programa (Q)
residuos sólidos	Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos.	7 236 000	
	Cierre y control de basureros clandestinos.	270 000	
	Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos.	22 000 000	
	Reducción de la carga de basura en el cauce del río Guacalate.	800 000	
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas.	1 198 900	16 358 100
	Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones.	13 550 000	
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres.	380 000	
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios.	1 229 200	
Costo del Plan			186 174 448

Nota. Para más detalle de los costos, revisar el Anexo 2: "Costos de las actividades del Plan".
Fuente: elaboración propia (2022).

4.11 Estrategia de ejecución y de financiamiento

Para la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate se identificó como líder a la mesa técnica de la cuenca. Esto bajo la consideración de que el Acuerdo Gubernativo 19-2021, en su artículo 12 referente a las funciones de la mesa técnica de cuenca y literal "a", establece como función de esta: "promover, coordinar, y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos", además de otras funciones hasta completar la literal "g". Adicionalmente, el artículo 13 indica que dentro de las atribuciones de la mesa técnica está 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 (Presidencia de la República de Guatemala, 2021b).

La figura de la mesa técnica de cuenca se plantea considerando que la actual y más reciente legislación (Acuerdo Gubernativo 19-2021), establece su

conformación para coordinar acciones que lleven a la protección y conservación de las cuencas hidrográficas del país. Sin embargo, dicha ejecución puede ser liderada por otra organización de cuenca que, según futuras legislaciones, le confiera dichas funciones, siempre y cuando se garantice la gestión participativa y diferenciada, coordinada y articulada del territorio con enfoque de cuenca, o que el acuerdo en mención pierda vigencia.

Entretanto, la estrategia de ejecución y correspondiente gestión de recursos financieros se plantea en dos componentes (siempre y cuando la mesa técnica u organización de cuenca esté conformada). El primero es la socialización y comunicación del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate. Para ello, han de considerarse todos los espacios de socialización con entidades públicas, privadas, cooperación internacional, gobiernos locales, entre otros; además de comunicar el Plan en espacios de difusión masiva dirigida hacia la población. Durante la socialización, es clave abordar la forma en la cual se canalizarán los recursos financieros necesarios para la ejecución del Plan con los consejos de desarrollo, las municipalidades, gobernación departamental, entre otras instancias de Gobierno, y con el sector privado a través de las representaciones gremiales.

Las instituciones gubernamentales juegan un rol clave en la gestión de fondos de la cooperación internacional para apoyar la implementación del Plan, debido a su involucramiento en el diseño y formulación de proyectos. Es por ello que la institucionalidad debe orientar la gestión de los fondos financieros para apoyar los planes de cuenca establecidos en el país con base en una priorización nacional.

Con la finalidad de orientar las inversiones que ya se están ejecutando —pero ahora, bajo el enfoque de cuenca, y a través de la gestión de la mesa técnica u organización de cuenca establecida—, también se propone integrar el plan operativo anual (POA) u otro plan de las instituciones públicas o privadas con presencia e involucradas en la implementación de acciones a favor de los recursos naturales de la cuenca, con el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Achiguate.

4.11.1 Sostenibilidad

Considerando que un elemento clave para la sostenibilidad de los procesos es la adopción del modelo de gestión con enfoque de cuenca hidrográfica que propone el presente Plan, se plantea socializar y sensibilizar sobre el estado de la cuenca y el contexto del enfoque de cuenca con los actores de esta, para

lo cual ya se cuenta con un primer análisis (actores clave, primarios, secundarios y periféricos).

Adicionalmente, es necesario fortalecer gradualmente la gobernanza de la cuenca a través de la organización de cuenca o mesa técnica, que será la instancia que liderará la ejecución del Plan. Así, los procesos y acciones del Plan se institucionalizarán para su abordaje a diferentes escalas y con la participación de diferentes tipos de actores. A través de este modelo de gobernanza, se logrará la cohesión de una red de gestión organizada para la toma de decisiones consensuadas encaminadas hacia la sostenibilidad territorial.

Otros elementos de sostenibilidad son la retroalimentación constante de los procesos, el fortalecimiento de las capacidades y el mecanismo financiero de compensación por servicios ecosistémicos.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2002). *Análisis de la biodiversidad en Guatemala*.
- Akinrinde, E. A. (2004). *Soils: nature, fertility conservation and management*. AMS Publishing, Inc.
- Alianza Clima y Desarrollo y Overseas Development Institute. (2014). *El quinto reporte de evaluación del IPCC: ¿Qué implica para Latinoamérica?*
- 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.
- Amador, J. A., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Durán-Quesada, A. M. y Calderón, B. (2016). Regional climate: Central America and the Caribbean. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97(8), 178-181.
- Basterrechea, M. y Guerra Noriega, A. (2019). Recursos hídricos. En *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala* (pp. 86-107, E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero y A. Santizo, eds.). Editorial Universitaria, Universidad del Valle de Guatemala.
- Blainski, É., Acosta Porras, E. A., Pospissil Garbossa, L. H. y 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. <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].
- Chán Escobar, R. (2018). *Calidad del agua en la cuenca alta del río Achiguate*,

aldea Guadalupe, Escuintla, Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Chevalier, J. M. (2006). *Conceptos y herramientas para la investigación colaborativa y la acción social*. Centro Internacional para Investigaciones para el Desarrollo.

Concejo Municipal de Escuintla. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*.

Congreso de la República de Guatemala. (1996). Decreto Número 101-96: Ley Forestal. *Diario de Centro América*.

Congreso de la República de Guatemala. (1998). Decreto Número 43-98: Ley que Crea la Autoridad Protectora de la Sub-cuenca y Cauce del Río Pensativo. *Diario de Centro América*.

Congreso de la República de Guatemala. (2010). Decreto Número 51-2010: Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep). *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. (2015). Decreto Número 2-2015: Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque). *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 Municipal de San José. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de San José, Escuintla, 2019-2032*.

Consejo Municipal del Municipio de La Antigua Guatemala. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de La Antigua Guatemala* [manuscrito sin publicar]. Programa Nacional de Competitividad de Guatemala.

Consejo Municipal del Municipio de San Juan Alotenango. (2021). *Plan de*

Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Juan Alotenango, Sacatepéquez 2021-2032.

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. y 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.

Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América. (2000). *Evaluación de recursos de agua de Guatemala.*

Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2012). *El campo de la investigación cualitativa: manual de investigación cualitativa* (vol. 1). Editorial Gedisa.

Departamento de Observación, Investigación y Mantenimiento Marítimo. (1997). *Meteorología y bocabarras aledañas a Puerto Quetzal 1996.* Empresa Portuaria Quetzal.

Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2010). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala* (Vol. 2). 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.
- Escobar-Wolf, R. (2013). *Volcanic processes and human exposure as elements to build a risk model for volcán de Fuego, Guatemala*. Michigan Technological University.
- Escobar-Wolf, R. (2018). *Some ideas for discussion and inputs for the current lahar hazard assessment at Fuego volcano*. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología y Grupo Internacional de Expertos en Vulcanología.
- Escobar, L. (2 de septiembre del 2022). El Choconal, un cierre para 22 años de basura de Antigua Guatemala. *No-Ficción*.
- Expediente 5785-2017. (2017). *Inconstitucionalidad general total*. Corte de Constitucionalidad.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J. y 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.
- Ferrés, D. y Escobar Wolf, R. (2018). *Informe técnico: volcán de Fuego*. Acción Contra el Hambre y Cooperación Española.
- 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.
- Gentile, G., Thiel, I. y Barreiro, E. (2007). *El cambio climático y cómo mitigarlo*. Instituto de Estudios e Investigaciones sobre el Medio Ambiente.
- Global Water Partnership Centroamérica. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Guatemala*.
- Gobernación de Escuintla, Acción Contra el Hambre e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Sistematización de la experiencia de las mesas técnicas de los ríos Madre Vieja y Achiguate en el departamento de Escuintla*.

- Godone, D. y 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
- González, N., Hernández, M., Hernández, H., Orrego, E. y Zuñiga, A. (2022). *Amenazas climáticas y el sector agropecuario, Guatemala, Guatemala*. Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático.
- 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*.
- Guimarães Freitas, L., Nieto Torres, A., Bonadonna, C. y Frischknecht, C. (2021). A new inclusive volcanic risk ranking. Part 2: application to Latin America. *Frontiers in Earth Science*, 9, 936.
- Hasiotis, S. T., Kraus, M. J. y Demko, T. M. (2007). Climatic controls on continental trace fossils. En *Trace fossils* (pp. 172-195). Elsevier.
- 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. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la República de 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*. Geoportal del INAB. <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/3719b14733c548ad9cdc18a086b31163>
- 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 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 Bosques; Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente; 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 Bosques e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Mapa de áreas de restauración del paisaje forestal en Guatemala*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2002). *Lugares poblados y vivienda. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002*.
- 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. (2018a). *Mapa de amenaza por flujos piroclásticos, crisis del volcán de Fuego junio 2018*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018b). *Mapa de amenaza por lahares del volcán de Fuego junio 2018, escenario B*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018c). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Boletín anual No. 24 de calidad del agua*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2012). *Mapeo comunitario de inundaciones del Puerto de San José, Escuintla* [mapa digital].
- 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. (2020). *Modelación hidráulica bidimensional en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate. Proyecto PREPIN, bajo el financiamiento de ECHO*.
- 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). *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 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. y 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.
- Maúl, A. y Johnston, R. (1998). Arqueología e historia del río Pensativo. En *XI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala* (pp. 672-684). Museo Nacional de Arqueología y Etnología.
- 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 e Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2002). *Estimación de amenazas inducidas por fenómenos hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Programa de Emergencia por Desastres Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- 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 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. (2021). *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. (2021). *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; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; Instituto Nacional de Bosques y Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2018). *Estrategia nacional para el abordaje*

de la deforestación y degradación de los bosques en Guatemala.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2021). *Informe de pérdidas y daños por efectos del cambio climático en Guatemala.*

Morales, M., Colom de Morán, E. y Valle, E. (2018). *Plan director de la mesa técnica de la parte media y baja de la cuenca del río Achiguate.* Acción Contra el Hambre, Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial en Guatemala, Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central y Troca.

Mulligan, B. M., M. Cathryn Ryan, M. y Padilla Cámbara, T. (2011). Delineating volcanic aquifer recharge areas using geochemical and isotopic tools. *Hydrogeology Journal*, 19, 1335-1347. doi: 10.1007/s10040-011-0766-6

Naismith, A. K., Watson, M., Escobar-Wolf, R., Chigna, G., Thomas, H., Coppola, D. y Chun, C. (2019). Eruption frequency patterns through time for the current (1999-2018) activity cycle at Volcán de Fuego derived from remote sensing data: evidence for an accelerating cycle of explosive paroxysms and potential implications of eruptive activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 371, 206-219.

Newing, H. (2011). *Conducting research in conservation: social science methods and practice.* Routledge.

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.

Pellecer Aguirre, F. G. (2015). *Caracterización de las bocanarras de la vertiente del Pacífico de Guatemala.* Universidad de San Carlos de Guatemala.

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. (2021a). Acuerdo Gubernativo Número 164-2021: Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes. *Diario de Centro América.*

Presidencia de la República de Guatemala. (2021b). Acuerdo Gubernativo Número 19-2021: Disposiciones para Promover la Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala. *Diario de Centro América.*

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010). *El enverdecimiento del derecho de aguas: la gestión de los recursos hídricos para los seres humanos y el medioambiente.*

Public Health Institute & Environment Energy Consultants. (2015). *Scaling up demand for LPG in Guatemala: motivators, barriers and opportunities.*

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*.

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 Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático. (2019). *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. Resumen para tomadores de decisión* (E. J. Castellanos, E. Bámaca, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero y A. Santizo, eds.). Editorial Universitaria, Universidad del Valle de Guatemala.

Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria. (2016a). *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.

Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria. (2016b). *Mapa de las zonas de medios de vida de Guatemala*.

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.

Steinhoff-Knopp, B., Kuhn, T. K. y 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.

Turcios Castro, H. (2018). *Análisis de inundaciones pluviales en la ciudad de*

Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

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. (2019). *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 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.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

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).*

Vanegas Chacón, E. A. (2011). *Evaluación ambiental para la reducción de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la subcuenca del río Guacalate, hasta el límite municipal de Pastores y Jocotenango de Sacatepéquez, Guatemala. Proyecto Fodecyt.* Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

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.

De Vaus, D. (2002). *Surveys in social research* (5.ª ed.). Allen & Unwin.

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 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Situación del tratamiento de aguas residuales en Guatemala* [presentación de PowerPoint].

Watler, W. (2014). *Zonificación territorial para cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

World Bank. (2018). *Concatenated volcanic hazards Fuego volcano crisis June 3rd 2018*.

Young, A. (2000). *Land resources: now and for the future*. Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías



Taller de diagnóstico participativo para la cuenca del río Achiguate a través de la Comisión Departamental de la Mujer (Codemu) y la Red de Direcciones Municipales de la Mujer (DMM) del departamento de Escuintla (27/4/2021).
Crédito fotográfico: Dora Salpec (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Achiguate: elementos introductorios sobre el rol del plan de manejo de cuenca (06/10/2021).
Crédito fotográfico: Lourdes Castilla (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Achiguate: análisis de problemáticas identificadas por los actores presentes (6/10/2021).
Crédito fotográfico: Lourdes Castilla (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Achiguate: presentación de problemáticas identificadas durante el desarrollo del taller por los actores presentes (24/3/2022).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2022).



Taller de capacitación sobre mecanismos financieros en vínculo con la planificación de la cuenca Achiguate, además de consulta de información para el diagnóstico de esta cuenca (09/6/2022).

Crédito fotográfico: Carlos Bonilla (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 (01/9/2022).

Crédito fotográfico: Zulema Reyes (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/septiembre/2022).

Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2022).



Recorrido de campo en la cuenca hidrográfica del río Achiguate: barranca Las Lajas (10/2/2021).

Crédito fotográfico: toma de dron del ICC durante el recorrido de campo en la cuenca del río Achiguate (2021).



Recorrido de campo en la cuenca hidrográfica del río Achiguate: río Guacalate al lado de la ruta nacional 14 (RN-14) y cercanías del cerro Mirandilla (10/2/2021).

Crédito fotográfico: toma de dron del ICC durante el recorrido de campo en la cuenca del río Achiguate (2021).



Recorrido de campo en la cuenca hidrográfica del río Achiguate: río Achiguate próximo a su desembocadura al mar (10/2/2021).

Crédito fotográfico: toma de dron del ICC durante el recorrido de campo en la cuenca del río Achiguate (2021).



Recorrido de campo en la cuenca hidrográfica del río Achiguate: vivero forestal Cedig-ICC en Parramos, Chimaltenango (23/6/2021)
Fuente: Giovanni González-Celada (2021)

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 6 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	674	15 167 486
	Implementación de prácticas agroforestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad SAF de Probosque	Hectárea	674	2 966 086
	Plantaciones forestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de plantaciones forestales de Probosque	Hectárea	674	12 336 222
	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	Año	10	1 000 000
	Fortalecimiento de capacidades	3800	Taller	9	34 200
	Dron para monitoreo forestal	27 125	Dron	1	27 125
	Equipo forestal de campo	10 500	Kit	2	21 000
Costo total (Q)					31 842 120

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	8	26 800
	Talleres de socialización de la "Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024"	3800	Taller	8	30 400
	Estufas ahorradoras de leña	750	Estufa	781	585 563
	Fortalecimiento de capacidades municipales relacionadas con la producción sostenible y el uso eficiente de leña a nivel local	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					673 163

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Restauración de la zona de ribera (Guacalate, Ceniza y Achiguate)	Restauración de zonas ribereñas (modalidad de restauración de tierras forestales degradadas: bosques riparios)	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	103	2 553 606
	Talleres participativos para la validación de áreas por restaurar en las riberas (dirigidos a propietarios de tierras y otros actores de la cuenca, por ejemplo)	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					2 584 006

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 Q500 asumiendo que será impartido por un experto, más Q100 por día de alimentación para los 20 participantes, por último, Q250 por día de alquiler de salón en caso de que sea necesario).	9000	Taller	4	36 000
	Radios para guardabosques para monitoreo	1300	Kit con 2 radios	4	5200

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Talleres de sensibilización y educación ambiental dirigidos a estudiantes	3800	Taller	4	15 200
	Actualización de planes de manejo	240 000	Estudio	8	1 920 000
	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)					6 517 800

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Desarrollo de turismo sostenible	Curso de guía general de turistas (Intecap)	2615	Curso/persona	80	209 200
	Impresión/diagramación de guías de aviturismo y mariposas	75	Guía	4	300
	Publicidad en redes sociales	200	Anuncio	10	2000
	Rótulos y vallas para senderos	600	1 rótulo	50	30 000
Costo total (Q)					241 500

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 de incendios forestales (azadón, pulaski, mcleod, pala, bate fuego, bomba de mochila y equipo de protección).	15 000	Kit	32	480 000
	Talleres de capacitación para 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	25	791 616
	Priorización de áreas por restaurar	78 950	Estudio	1	78 950
	Diagramación e impresión de materiales educativos (folletos y trifoliales 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)					1 035 341

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 capacidades al personal de las municipalidades	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					60 800

Programa 2: Manejo y conservación del recurso suelo

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo y conservación de 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 de cultivos en fajas	603	Hectárea	84	50 718
	Implementación de manual de acequias de infiltración y pozos	1700	Hectárea	84	142 986
	Implementación de manual de acequias de desagüe para la parte baja de la cuenca	1700	Hectárea	84	142 986
	Implementación de cortinas rompe vientos (considera una cortina de 167 metros o bien fracciones de cortina)	1853	Hectárea	21	38 964
	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 de 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	84	431 144
	Realización e implementación de terrazas con barreras muertas (considerando 500 metros de barreras de piedra, distribuidas en una hectárea)	7466	Hectárea	84	627 959
	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)				1 561 566

Programa 3: 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 al 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 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
	Mapeo de proyectos e iniciativas que se realizan en la región en temas de 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 la legislación vigente (cinco sesiones virtuales, gira de campo, 30 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, 30 personas)	25 000	Diplomado	5	125 000
	Capacitar a los representantes de las Unidades de Gestión Ambiental u otras unidades (Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Oficina Forestal, Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente) de las municipalidades en temas de gestión integral de cuencas	25 000	Diplomado	5	125 000
	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)
Implementación del mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales	Reuniones con grupo promotor y otros interesados	1500	Reunión	20	30 000
Costo total (Q)					30 000

Programa 4: 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 caudales de puntos de interés de la cuenca (incluye depreciación de vehículo, equipo técnico, viáticos, depreciación de equipo) (dos equipos/año)	600 000	Año		6 000 000
	Análisis y gestión de información	15 000	Mes	120	1 800 000
	Instalación de estaciones meteorológicas en la parte alta de la cuenca para el registro de 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 de balance hídrico para conocer la disponibilidad del recurso hídrico: superficial (información meteorológica e hidrométrica, análisis espacial, modelos numéricos, medición de ceniza, visita de campo, trabajo de gabinete, laboratorio, equipo técnico, aforos, instrumentos, mapas); 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 estudios realizados sobre el recurso hídrico en la cuenca	3000	Taller	10	30 000
	Monitoreo de la calidad del agua: físicos, químicos y microbiológicos/bioquímicos. No incluye metales pesados, ni agroquímicos.	3500	Punto de monitoreo	160	560 000
Costo total (Q)					10 070 000

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
	Sistemas de cosecha de agua de lluvia (SCALL) (cisterna de 22 000 litros, cisterna de 10 000 litros, materiales de construcción, herramientas)	150 000	Sistema	11	1 650 000
	Implementación de ecofiltros de agua en comunidades rurales (implementación y asesoría)	300	Ecofiltro	2500	750 000
Costo total (Q)					2 830 653

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para usos productivos	Estudio de factibilidad de 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 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes	100 000	Estudio	1	100 000
	Diseño, construcción y tratamiento de aguas residuales	300	Tratamiento/persona	244 013	73 203 900
	Estudio técnico de aguas residuales o su actualización	15 000	Estudio	5	75 000
Costo total (Q)					73 378 900

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para los ecosistemas	Estudios de calidad de agua con macroinvertebrados	3000	3 muestreos/día	160	480 000
	Estudio para determinar el caudal ecológico de los cuatro ríos priorizados	250 000	Estudio	1	250 000
Costo total (Q)					730 000

Programa 5: 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 para el 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	2	100 000
	Programa de capacitación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos para el personal de los mercados públicos	10 000	Programa	22	220 000
	Capacitación a comunidades sobre los efectos de la contaminación provocados por los desechos sólidos depositados en basureros clandestinos	1500	Capacitación	492	738 000
Costo total (Q)					1 258 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Implementar sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos	Caracterización de residuos y desechos sólidos municipales	150 000	Estudio	22	3 300 000
	Implementación de composteras orgánicas comunales para los desechos orgánicos (los costos dependerán de la elección de la técnica de compostaje, cantidad y tipo de material orgánico que se usa para compostar, cantidad destinada para usar y venta)	8000	Compostera	246	1 968 000
	Centro de acopio comunitario de material para reciclaje	8000	Centro de acopio	246	1 968 000
Costo total (Q)					7 236 000

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 los desechos)	3500	Jornada	20	70 000
	Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios con potencial 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 para 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

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Reducir la carga de basura en el cauce del río Guacalate	Implementación de sistema de barrera de basura en el cauce del río Guacalate en la cuenca alta	800 000	Sistema de barrera	1	800 000
Costo total (Q)					800 000

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 a actores comunitarios	4800	Taller	10	48 000
	Talleres dirigidos a organizaciones (por ejemplo Insivumeh o MAGA) para el diseño/capacitación sobre sistemas 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 e implementación de estructura de contención de inundaciones	Estudio de diseño de dique o borda	50 000	Estudio	1	50 000
	Implementación y mantenimiento de dique o borda	3000	m ³	4500	13 500 000
Costo total (Q)					13 550 000

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 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 la adaptación comunitaria al cambio climático (30 participantes)	22 800	Diplomado (seis sesiones)	4	91 200
	Monitoreo de la concentración de sedimentos	600	Monitoreo	480	288 000
	Mapeo de la percepción comunitaria sobre 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)					1 229 200

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	[Barra verde]									
	Uso eficiente de leña como fuente energética	[Barra verde]									
	Restauración de la zona de ribera (Guacalate, Ceniza y Ahiguaté)	[Barra verde]									
	Manejo de áreas protegidas	[Barra verde]									
	Desarrollo de turismo sostenible	[Barra verde]									
	Manejo de incendios	[Barra verde]									
	Conservación y restauración del ecosistema mangle	[Barra verde]									
Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	[Barra verde]										
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos	[Barra naranja]									
Gobernanza territorial con enfoque de cuenca	Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca o Mesa Técnica	[Barra gris]									
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	[Barra gris]									
	Implementación de mecanismos financiero de compensación por servicios ambientales	[Barra gris]									
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos	[Barra azul]									
	Agua para consumo humano	[Barra azul]									
	Agua para usos productivos	[Barra azul]									
	Aguas residuales	[Barra azul]									
	Agua para los ecosistemas	[Barra azul]									
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Condicionamiento, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	[Barra amarilla]									
	Implementar sistemas participativos de gestión de desechos sólidos	[Barra amarilla]									
	Cierre y control de basureros clandestinos	[Barra amarilla]									
	Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	[Barra amarilla]									
	Reducir la carga de basura en el cauce del río Guacalate	[Barra amarilla]									
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas	[Barra roja]									
	Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones.	[Barra roja]									
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres	[Barra roja]									
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	[Barra roja]									

Fuente: elaboración propia (2022).