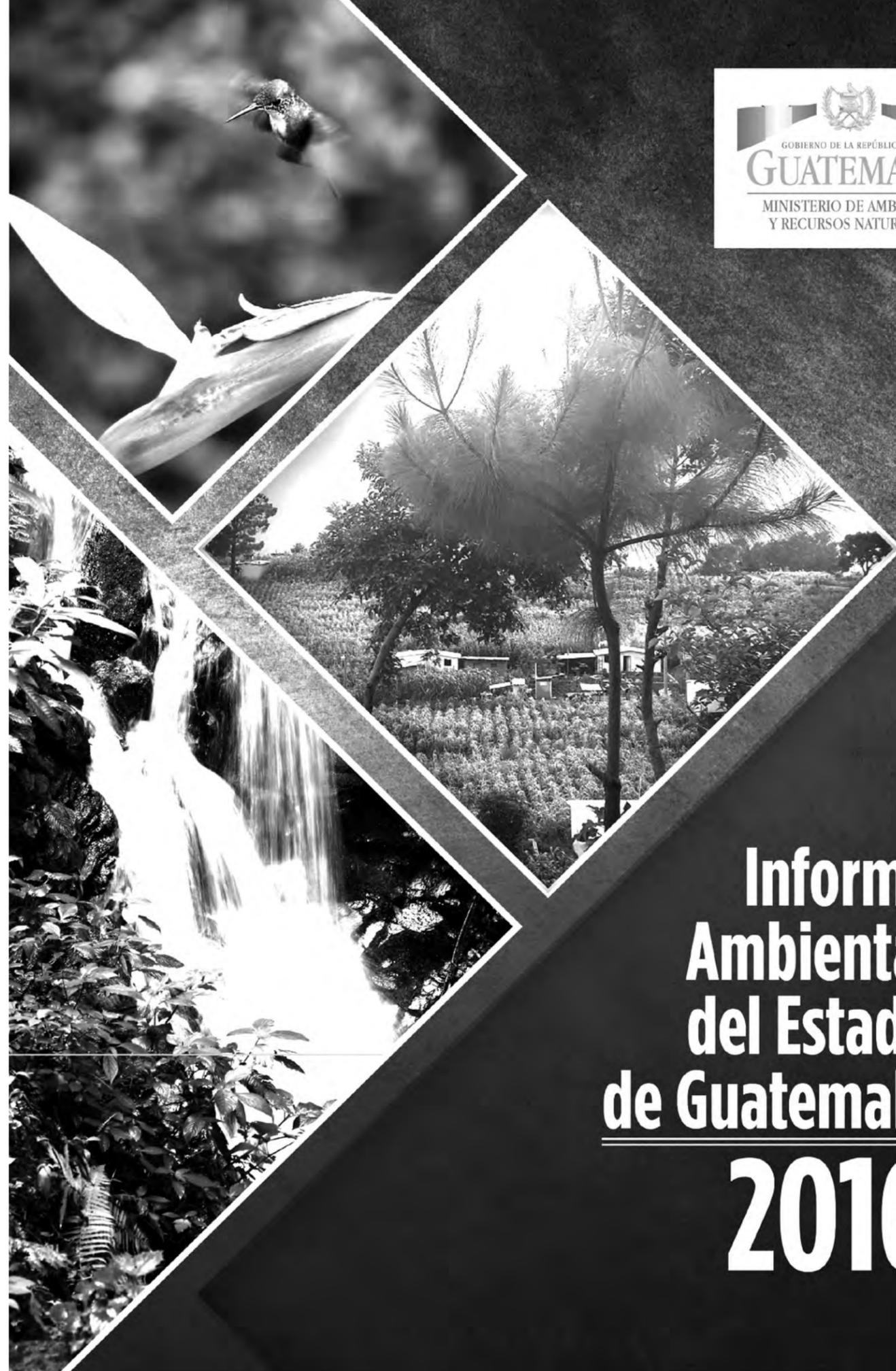




# Informe Ambiental del Estado de Guatemala

---

# 2016



**Informe  
Ambiental  
del Estado  
de Guatemala**  
**2016**

**Publicado por:** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el apoyo financiero y técnico del Proyecto “Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático y Redes Socio-Económicas Fortalecidas en Guatemala” (PPRCC), iniciativa apoyada por el Fondo de Adaptación (FA) y con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora.

**Cita:** MARN. 2017. Informe Ambiental del Estado 2016- Guatemala. Guatemala. 274pp.

**Disponible en:** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Políticas y Estrategias Ambientales, Unidad de Economía y Ambiente 7a. Avenida 03-67, zona 13, sede del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de Guatemala, Telefax: (502) 24230500.

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

Los mapas, cuadros y Figuras de este documento, salvo aquellas generadas directamente por una institución de gobierno, sector académico o investigador individual, se han generado exclusivamente para ilustrar y explicar los análisis que se presentan dentro de este estudio; en ningún caso representan información oficial generada por las instituciones públicas rectoras, privadas o internacionales generadoras primarias de los datos usados en este estudio.

Autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	
Ministro de Ambiente y Recursos Naturales	Sydney Alexander Samuels Milson
Viceministro de Ambiente	Alfonso Alonzo Vargas
Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático	Carlos Fernando Coronado Castillo
Viceministro Administrativo Financiero	Víctor Hugo Guillén Ramírez

Dirección de Políticas	
Director de Políticas y Estrategias Ambientales	Juan Augusto Valle
Personal Técnico	Roberto Montt
	Iliana Claribel Andrade
	Booz Lorenzo

Proyecto PPRCC	
Director del Proyecto	Otto Fernández Gamarro
Coordinador del Proyecto	Johnny Ayendi Toledo
Asistente Administrativo Financiero	Susana Marín
Apoyo Administrativo al Programa de Pequeñas Donaciones	Luz Nadina Cuque

Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo	
Director de PNUD-Guatemala	Igor Sacha Garafulic Olivares
Oficial de PNUD Guatemala	Flor de María Bolaños

Consultor Responsable del Estudio	
Oscar Ernesto Medinilla Sánchez	

Diseño y Diagramación	
Unidad de Relaciones Públicas y Protocolo	Mauricio Cordón
	Carolina del Cid
Diseño y Diagramación	Fabián Castaneda
	Alberto Andrade
Fotografías	Edwin Iquique
Corrección de Estilo	Byron González

**Agradecimientos:**

A todas las autoridades y personal técnico de distintas instituciones de gobierno, así como a profesionales de distintas especialidades que hicieron posible el desarrollo de este estudio. Especialmente a los profesionales: Miguel Martínez Tuna, Allan Caravantes, Ronaldo Villanueva, Melissa Morales, Alejandro Ruiz Chután, Josué Hernández, Mariano Martínez y Berta Carolina Medina.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en cumplimiento de lo establecido por el Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo y sus reformas, y por el Decreto 90-2000 Artículo 29 Bis literal I), que expresa "Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado", se complace en poner a disposición de la sociedad civil y de los sectores público y privado, el **Informe Ambiental del Estado de Guatemala, año 2016**.

Guatemala es un país reconocido por su alta diversidad biológica y su multiculturalidad, sin embargo, también es uno de los lugares del planeta más vulnerables al Cambio Climático, cuyos efectos directos se evidencian cada año en pérdida de valiosas vidas humanas, cambios drásticos en los ecosistemas terrestre y marinos y, especialmente, en la amenaza constante que representa para la producción de alimentos.

Cuando se asume una cartera como la de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en una realidad tan desafiante como la de Guatemala, se requiere ir más allá del mandato establecido en la ley para descubrir el papel histórico a cumplir.

En este sentido, en materia ambiental este papel histórico no compete solamente al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; por el contrario, la institucionalidad ambiental es un asunto de corresponsabilidad, de gobernanza y esencialmente de visión compartida, algo que debemos aún descubrir y construir.

De ahí nace la necesidad de un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, desvinculado de la degradación del medio ambiente. Hablar de desarrollo sostenible es hablar del mundo y país que construiremos y dejaremos como legado a las próximas generaciones.

Somos testigos a nivel mundial del grave problema del deterioro ambiental y de los recursos naturales, del cual Guatemala no está exenta. Los fenómenos climatológicos han sido más recurrentes y con mayor intensidad, comprobando así las predicciones realizadas por estudios científicos que hacen evidente la inmediata necesidad de intervención de los Estados, organismos internacionales y población en general.

De tal cuenta existe la certeza que de no tomarse las medidas de mitigación respectivas, la sobrevivencia del planeta se pondrá en riesgo, lo que incidirá en la situación del ambiente global para la presente y futuras generaciones, que en su momento demandarán o agradecerán las medidas que se tomen o dejen de tomarse.

Este **Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016** que hoy presentamos contiene datos, estadísticas y análisis sobre la realidad ambiental del país, y es un instrumento referencial para la planificación de las políticas y definición de acciones orientadas a la mitigación y adaptación al Cambio Climático.

Dada su importancia, este Informe se desarrolló en un ambiente cooperativo, participativo, incluyente y multidisciplinario, en el que aportaron sus conocimientos técnicos y científicos así como sus vivencias y experiencias, representantes de diversas instituciones y sectores



Dr. Sydney Samuels, Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

nacionales, siendo particularmente valiosa la participación del personal técnico del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.

El **Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016** utilizó la metodología Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO, por sus siglas en inglés) que promueve el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA-, y mediante la cual se logra identificar cómo el proceso de urbanización y desarrollo de las ciudades incide sobre el medio ambiente presionando los recursos naturales y los ecosistemas locales, afectando la calidad de vida y la salud de los habitantes de las ciudades y sus entornos de manera comprobada.

De esta cuenta se pudo identificar indicadores en los sistemas:

- Hídrico
- Biótico
- Lítico-Edáfico
- Ciudades Sostenibles, que incluye el sistema atmosférico.

La gestión de un desarrollo sostenible, sostenido e inclusivo parte de asumir prioridades como país, y nosotros contribuiremos a lograrlas desde nuestro mandato, sin perder de vista que el carácter global del Cambio Climático exige la máxima cooperación entre todos los actores.

Gestionar el desarrollo sostenible exige, asimismo, el respeto a la biodiversidad y áreas protegidas, una producción más limpia, conciencia ambiental, el involucramiento local, y la conservación de las prácticas y conocimientos ancestrales.

Sydney Alexander Samuels Milson  
Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

<b>1</b>	<b>FUERZAS QUE AFECTAN EL AMBIENTE EN GUATEMALA</b>	
	EL TERRITORIO NACIONAL .....	25
	DATOS POBLACIONALES GENERALES DEL PAÍS .....	26
	INSTITUCIONALIDAD Y MARCO LEGAL .....	28
	FUERZAS MOTRICES Y PRESIONES PARA EL CAMBIO AMBIENTAL .....	33
	BIBLIOGRAFÍA .....	63
<b>2</b>	<b>PRESIONES</b>	
	SISTEMA HÍDRICO .....	67
	SISTEMA BIÓTICO .....	74
	SISTEMA LÍTICO-EDÁFICO .....	85
	CIUDADES SOSTENIBLES .....	99
	CLIMA Y CAMBIO CLIMÁTICO .....	103
	BIBLIOGRAFÍA .....	115
<b>3</b>	<b>ESTADO</b>	
	SISTEMA HÍDRICO .....	121
	SISTEMA BIÓTICO .....	139
	SISTEMA LÍTICO-EDÁFICO .....	161
	CIUDADES SOSTENIBLES .....	183
	BIBLIOGRAFÍA .....	195
<b>4</b>	<b>IMPACTOS</b>	
	SISTEMA HÍDRICO .....	201
	SISTEMA BIÓTICO .....	207
	SISTEMA LÍTICO-EDÁFICO ESTADO .....	209
	CIUDADES SOSTENIBLES .....	218
	BIBLIOGRAFÍA .....	220
<b>5</b>	<b>RESPUESTAS</b>	
	SISTEMA HÍDRICO .....	223
	SISTEMA BIÓTICO .....	225
	SISTEMA LÍTICO-EDÁFICO .....	234
	CIUDADES SOSTENIBLES .....	238
	RESPUESTAS CAMBIO CLIMÁTICO .....	239
	BIBLIOGRAFÍA .....	220
<b>6</b>	<b>ESCENARIOS</b>	
	LUCHANDO CONTRA LA VULNERABILIDAD .....	247
	ESCENARIO PESIMISTA IDEJAR PASAR! .....	248
	ESCENARIO TENDENCIAL IY TODO SIGUE IGUALI .....	253
	ESCENARIO OPTIMISTA IUNA LUZ AL FINAL DEL TÚNELI .....	257
	REFLEXIONES FINALES .....	265
	RECOMENDACIONES .....	271

**Lista de Figuras**

Figura 1 Comportamiento del Índice de Desarrollo Humano en Guatemala 2000-2015	26
Figura 2 Mapa de pobreza en Guatemala	35
Figura 3 Mapa de pobreza extrema	36
Figura 4: Comparación entre la evolución de los precios de la Canasta Básica Alimentaria (CBA), la Canasta Básica Vital (CBV) y el Salario Mínimo Agrícola (SMinAgric)	39
Figura 5 La economía como un sistema abierto	42
Figura 6 PIB a precios constantes para el período 2001-2014	43
Figura 7 PIB por actividad económica para el año 2015	43
Figura 8 Exportaciones de bienes 2002-2015	44
Figura 9 PIB per cápita y gasto por consumo familiar 2002-2015	45
Figura 10 Remesas familiares 2002-2015 en millones de U\$D	45
Figura 11 Importaciones en el período 2002-2015 en Millones de U\$D	46
Figura 12 Valor (CIF) de las importaciones, clasificación CUODE, en millones de U\$D para los años 2002-2015	46
Figura 13 Productos del bosque en 2010 (porcentajes basados en los aportes del bosque en miles de toneladas)	49
Figura 14 Productos del bosque en 2010 porcentajes basados en los aportes del bosque en millones de quetzales)	49
Figura 15 Producto Interno Bruto Forestal (PIBF) en Quetzales	50
Figura 17 Principales causas de las pérdidas de stock de madera (en miles de m <sup>3</sup> )	51
Figura 16 Inventario de stock de madera en el período 2001-2006 (volumen de madera en millones de m <sup>3</sup> )	51
Figura 18 Oferta económica y de biomasa de productos pesqueros para el período 2001-2010	52
Figura 19 Flujos de agua del ambiente a la economía y de la economía al ambiente en millones de m <sup>3</sup> para el período 2001-2010	53
Figura 20 Utilización del agua por sector económico en % para 2010	53
Figura 21 Comparación entre Consumo de agua (en millones de metros cúbicos) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D) para el período 2001-2010	54
Figura 22 Comparación entre el retorno de agua (en millones de metros cúbicos) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D) para el período 2001-2010	55
Figura 23 Oferta producto energético (porcentajes) en 2010	55
Figura 24 Oferta de emisiones para el período 2001-2010 (toneladas equivalentes de CO <sub>2</sub> )	57
Cuadro 7 Oferta de emisiones en porcentaje para el período 2001-2010	58
Figura 26 Comparación entre Emisiones de dióxido de carbono (en toneladas) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D)	59
Figura 25 Oferta de emisiones para 2010 (en porcentaje)	59
Figura 27 Oferta física de residuos en porcentaje en 2010	60
Figura 28 Comparación entre la Oferta de desechos sólidos (miles de toneladas) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D)	61
Figura 29 Oferta física de residuos por actividad económica en toneladas para 2010	61

Figura 30 Tipo de uso del agua a nivel nacional en porcentajes con datos del compendio estadístico del 2001-2010 del SCAEI	67
Figura 31 Tipo de uso del agua a nivel nacional en millones de m <sup>3</sup> con datos del SCAEI 2001-2010 y GWP, 2015	67
Figura 32 Comparativo de cantidad de fuentes de obtención de agua por departamento, INE 2015	69
Figura 33 Porcentaje de la población por tipo de servicio sanitario	70
Figura 34 Porcentaje de la población con acceso a drenaje	70
Figura 35 Tipo de servicio sanitario por departamento	71
Figura 36 Comparativo de las importaciones de productos agrícolas de los años 2012-2014	73
Figura 37 Mapa de dinámica de cobertura forestal 2006-2010 en Guatemala	83
Figura 38 Superficie comprada y arrendada	86
Figura 39 Intensidad de uso de la tierra de Guatemala	88
Figura 40 Intensidad de uso de la tierra por departamento	89
Figura 41 Relación entre área sobre utilizada y pobreza extrema	89
Figura 42 Participación porcentual del sector agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca respecto al PIB total nacional	90
Figura 43 Población ocupada por actividad económica en el año 2014, porcentaje sobre el total nacional	90
Figura 44 Evolución del hato ganadero	91
Figura 45 Superficie (ha) dedicada al pastoreo por departamento, año 2010	92
Figura 46 Valor de la producción minera nacional, 2005-2014	93
Figura 47 Número de licencias vigentes según categoría mineral, 2014	94
Figura 48 Número de licencias en trámite según categoría mineral, 2014	94
Figura 49 Mapa de derechos mineros de la República de Guatemala	95
Figura 50 Producción de petróleo crudo nacional, 2010-2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo)	96
Figura 51 Producción de derivados del petróleo, 2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo)	96
Figura 53 Consumo de fertilizantes y plaguicidas en Guatemala	97
Figura 52 Consumo de petróleo y derivados, 2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo)	97
Figura 56 Valor de las importaciones de plaguicidas y fertilizantes, años 2009-2014 (miles de dólares U\$D a precios CIF)	98
Figura 54 Importación de plaguicidas, años 2008-2014	98
Figura 55 Importación de fertilizantes, años 2009-2014	98
Figura 57 Crecimiento del espacio urbano	101
Figura 59 Incremento del parque vehicular nacional por categoría	102
Figura 58 Incremento del parque vehicular nacional	102
Figura 60 Relación entre el número de vehículos por categoría y la emisión de CO <sub>2</sub> (tm/año) en el 2013	103
Figura 61 Gráfica de temperatura media, máximas y mínimas absolutas registradas en grados centígrados, año 2014	104
Figura 62 Mapa de evapotranspiración anual en milímetros de Guatemala	107
Figura 63 Mapa de precipitación anual en milímetros de Guatemala	108

Figura 64 Balance hidrológico mensual	122
Figura 65 Balance hidrológico anual	127
Figura 66 Mapa de potencial de aguas subterráneas	129
Figura 67 Comparación histórica de población con acceso a agua dentro del domicilio, año 2011-2014 (En Porcentaje)	132
Figura 68 Registro histórica de población con acceso a agua dentro del domicilio, año 2014 (En Porcentaje)	132
Figura 69 Comparativo de precios mínimos y máximos de tarifas de agua domiciliar municipal mensual para el año 2014	133
Figura 70 Mapa de ecorregiones de la República de Guatemala	149
Figura 71 Mapa de los Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	151
Figura 72 Área recuperada a través de plantaciones y sistemas agroforestales PINFOR y PINPEP en el período 1998-2015.	159
Figura 73 Mapa geológico de la República de Guatemala.	162
Figura 73 Mapa geológico de la República de Guatemala.	163
Figura 75 Mapa de clasificación taxonómica de suelos de la República de Guatemala, primera aproximación.	165
Figura 76 Niveles de pendientes de la superficie terrestre de Guatemala.	166
Figura 77 Capacidad de uso de la tierra según la metodología del INAB.	168
Figura 78 Capacidad de uso de la tierra según metodología del U\$DA.	169
Figura 79 Distribución relativa de la capacidad de uso de la tierra por departamento (sistema de clasificación del U\$DA)	170
Figura 80 Mapa de Cobertura y uso de la tierra, año 2010	173
Figura 81 Uso de la tierra por departamento en términos relativos en el año 2003	175
Figura 82 Uso de la tierra agrícola por departamento en términos relativos en el año 2010	176
Figura 83 Cobertura del suelo en las vertientes de Guatemala (porcentaje) del año 2003	177
Figura 84 Erosión potencial en áreas deforestadas a nivel nacional (miles de toneladas)	178
Figura 85 Erosión del suelo en 2003 causada por deforestación y degradación según ecorregión	179
Figura 86 Suministro anual de alimentos por grupo en el año 2014 (kg per cápita)	180
Figura 87 Suministro anual de calorías por grupo alimenticio en el 2014	180
Figura 88 Superficie cosechada y producción de papa a nivel nacional	183
Figura 89 Principales vías vehiculares, estaciones de monitoreo, valores medios anuales de PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> y presencia de lluvia ácida en la ciudad de Guatemala	184
Figura 90 Datos de partículas en suspensión menores a 2.5 µm/m <sup>3</sup> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala	186
Figura 91 Datos de NO <sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.	188
Figura 92 Parque vehicular por departamento, año 2015	189
Figura 93 Parque vehicular por tipo de automotor a nivel nacional	190
Figura 94 Monto pagado por consumo de agua anual según tipo de administración en 2014	201
Figura 96 Denuncias ante la Procuraduría de los Derechos Humanos respecto al agua y saneamiento	202
Figura 95 Cantidad de hogares por rango de pago mensual según área de residencia	202

Figura 97 Salud en áreas sin acceso a agua vrs. Mortalidad y morbilidad por diarrea	203
Figura 98 Principales causas de morbilidad por calidad de agua en el 2015	204
Figura 99 Casos de morbilidad por calidad de agua en el 2015	204
Figura 100 Causas de mortalidad por calidad de agua en el 2015	205
Figura 101 Gasto gubernamental municipal en agua y saneamiento	206
Figura 102 Número de parcelas por km <sup>2</sup>	212
Figura 103 Rendimiento de granos básicos por departamento	213
Figura 104 Mapa de Pobreza y sobreutilización	214
Figura 105 Mapa de Intensidad de uso de la tierra por granos básicos	217
Figura 106 Número de casos resueltos según tipo de conflictividad, años 2010-2014	235
Figura 107 Número de familias beneficiadas con acceso a la tierra por parte de FONTIERRAS por la vía compra	236
Figura 108 Número de beneficiados con acceso a la tierra por parte de FONTIERRAS por la vía del arrendamiento	236
Figura 109 Indicadores del Gasto Público en Desarrollo Rural en Guatemala	237
Figura 110 Escenario pesimista. Deforestación a 2030 y 2050	249
Figura 111 Mapa de erosión de suelos, escenario pesimista 2050	250
Figura 112 Mapa de erosión de suelos, escenario pesimista 2050	252
Figura 113 Escenario Tendencial. Deforestación a 2030 y 2050	253
Figura 114 Mapa de erosión de suelos, Escenario Tendencial 2030	255
Figura 115 Mapa de erosión de suelos, Escenario Tendencial 2050	256
Figura 116 Mapas cobertura forestal, Escenario Optimista 2030-2050	258
Figura 117 Mapa de erosión de suelos, Escenario Optimista 2030	260
Figura 118 Mapa de erosión de suelos, Escenario Optimista 2050	261

## Lista de Cuadros

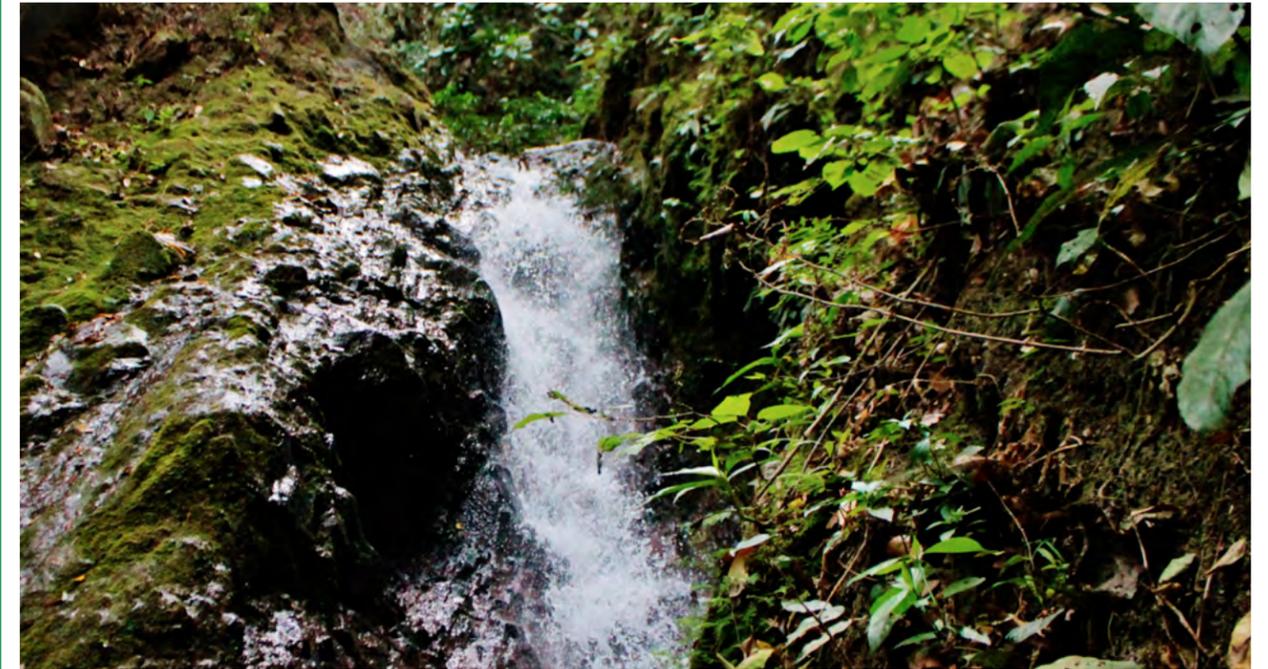
Cuadro 1 Número de fincas por tamaño, superficie total y clasificación de productores agrícolas para Guatemala en el año 2003.	41
Cuadro 2 Oferta física de productos del bosque (miles de toneladas) 2001-2010.	47
Cuadro 3 Oferta de productos del bosque (millones de quetzales) 2001-2010.	48
Cuadro 4 Comparaciones entre el PIB, PIBF y depreciación (en precios corrientes de cada año y porcentajes)	50
Cuadro 5 Oferta por producto energético (Tera julios)	56
Cuadro 6 Oferta por producto energético en millones de quetzales para el período 2001-2010.	58
Cuadro 7 Oferta de emisiones en porcentaje para el período 2001-2010.	58
Cuadro 8 Oferta física de residuos en toneladas para el período 2001-2010	62
Cuadro 9 Demanda por vertiente	68
Cuadro 10 Fauna decomisada, donada o rescatada por CONAP Central (2010-2014)	75
Cuadro 11 Número de Especies Decomisadas (Año 2014)	76
Cuadro 12 Empresas de fauna registradas en el CONAP	76
Cuadro 13 Registro Nacional de cazadores 2007-2013	77
Cuadro 14 Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel departamental para el período 2006-2010	79
Cuadro 15 Número y superficie de fincas censales de 1979 y 2003	87
Cuadro 16 Cambios en la intensidad de uso de la tierra 2000 - 2010.	92
Cuadro 17 Incremento de la población en la zona metropolitana por zonas.	100
Cuadro 18 Crecimiento en los municipios más próximos a Guatemala.	101
Cuadro 19 Rangos anuales de evapotranspiración (ETP) en milímetros por porcentaje de área.	105
Cuadro 20 Rangos anuales de precipitación (PP) en milímetros por porcentaje de área	105
Cuadro 21 Regiones climáticas de Guatemala	109
Cuadro 22 Cultivos sujetos a amenazas por heladas	112
Cuadro 23 Emisiones y absorciones en miles de toneladas de GEI de Guatemala, años 1990, 1994, 2000 y 2005	113
Cuadro 24 Centroamérica: características hidrográficas en los países centroamericanos	121
Cuadro 25 Centroamérica: oferta y demanda hídricas en los países centroamericanos	121
Cuadro 26 Balance Hidrológico (millones de m <sup>3</sup> ) mensual y anual por departamento.	124
Cuadro 27 Balance Hidrológico (millones de m <sup>3</sup> ) mensual y anual por vertiente.	125
Cuadro 28 Balance Hidrológico (millones de m <sup>3</sup> ) mensual y anual por cuenca	126
Cuadro 29 Cuerpos de agua más importantes por área y volumen de almacenamiento.	130
Cuadro 30 Proyección poblacional y demanda de agua en millones de m <sup>3</sup>	131
Cuadro 31 Parámetros físico-químicos de los ríos monitoreados hasta agosto 2015	134
Cuadro 32 Parámetros físico-químicos monitoreados en época seca 2015	136
Cuadro 33 Parámetros físico-químicos monitoreados en época seca 2005-2011	138
Cuadro 34 Número de familias, géneros y especies de protistas, hongos, briofitas, plantas vasculares y fauna reportadas para Guatemala.	140
Cuadro 35 Diversidad de fauna reportada para Guatemala.	141
Cuadro 35 Diversidad de fauna reportada para Guatemala.	141
Cuadro 37 Resumen del Listado de Especies de flora y fauna Amenazadas de Guatemala.	143
Cuadro 38 Datos Oficiales del departamento de Unidades de conservación de la secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegida	144

Cuadro 39 Categorías de manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SIGAP.	145
Cuadro 40 Situación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.	146
Cuadro 42 Registro histórico de las Áreas Protegidas del SIGAP (2010-2014)	147
Cuadro 41 Administración de las áreas protegidas	147
Cuadro 43 Ecorregiones presentes en Guatemala.	148
Cuadro 44 Extensión, representación territorial y características climáticas de los ecosistemas de Guatemala.	150
Cuadro 45 Características biofísicas de la zona marino-costera de Guatemala.	153
Cuadro 46 Lista de áreas marino costeras protegidas	154
Cuadro 47 Cobertura de mangle en Guatemala	155
Cuadro 48 Órdenes taxonómicos de los suelos de Guatemala.	164
Cuadro 49 Capacidad de uso de la tierra según el sistema de clasificación del INAB	166
Cuadro 50 Capacidad de uso de la tierra según el sistema de clasificación del U\$DA	167
Cuadro 51 Cobertura vegetal y uso de la tierra en el año 2010.	171
Cuadro 52 Cambios en el uso de la tierra.	174
Cuadro 53 Producción, superficie cosechada y rendimiento de maíz y frijol en Guatemala desde 2005-2015.	182
Cuadro 54 Estaciones de monitoreo de la calidad del aire	184
Cuadro 55 Datos de partículas en suspensión menores a 2.5 µm/m <sup>3</sup> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.	185
Cuadro 56 Datos de NO <sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.	187
Cuadro 57 Oferta física de residuos, años 2006-2010 (Toneladas).	191
Cuadro 57 Composición de los residuos sólidos domiciliarios en algunos departamentos, año 2013	192
Cuadro 59 Cantidad de basureros a nivel nacional.	193
Cuadro 60 Distribución de los basureros en el departamento de Guatemala.	194
Cuadro 62 Coeficiente de correlación entre la densidad de la pobreza y tamaño de la finca.	209
Cuadro 63 Extensión promedio de fincas y pobreza.	211
Cuadro 64 Nivel de prevalencia de inseguridad alimentaria, año 2011.	215
Cuadro 65 Producción de granos básicos (maíz y frijol) en zonas aptas y no aptas para su cultivo.	216
Cuadro 66 Régimen legal de aguas.	224
Cuadro 67 Gasto en medio ambiente y biodiversidad en millones de quetzales	232
Cuadro 69 Gasto del sector privado en ambiente por agencia ejecutora	233
Cuadro 70 Gasto CONAP	233
Cuadro 68 Gasto privado en Biodiversidad en millones de dólares	233
Cuadro 71 Situación financiera de las Áreas Protegidas en Guatemala.	234
Cuadro 72 Tratados internacionales, normatividad y estrategias relacionadas con cambio climático, agricultura, seguridad alimentaria, agricultura, gestión de riesgo y forestal	239
Cuadro 73 GPCC del período 2011-2014	242
Cuadro 74 Promedio de erosión en el Escenario Pesimista para el año 2,030	249
Cuadro 75 Promedio de erosión en el Escenario Pesimista para el año 2050	251
Cuadro 76 Promedio de erosión en el Escenario Tendencial para el año 2030	254
Cuadro 77 Promedio de erosión en el Escenario Tendencial para el año 2050	257
Cuadro 78 Promedio de erosión en el Escenario Optimista para el año 2030	258
Cuadro 79 Promedio de erosión en el Escenario Optimista para el año 2050	259

<b>ANAM</b>	Asociación Nacional de Municipalidades
<b>AMSCLAE</b>	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno
<b>AMPI</b>	Autoridad para el Manejo y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del lago Petén Itzá
<b>AMSA</b>	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán
<b>ASOREMA</b>	Asociación Nacional de Organizaciones No Gubernamentales de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente
<b>BANGUAT</b>	Banco de Guatemala
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CBA</b>	Canasta Básica Alimentaria
<b>CBV</b>	Canasta Básica Vital
<b>CCT</b>	Centro Científico Tropical
<b>CDB</b>	Convención de la ONU sobre Diversidad Biológica
<b>CECON</b>	Centro de Estudios Conservacionistas de la USAC
<b>CDPA</b>	Centro de Derecho y Política Ambiental (YCELP) Universidad de Yale
<b>CECON</b>	Centro de Estudios Conservacionistas USAC
<b>CEMEC</b>	Centro de Monitoreo y Evaluación del Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-
<b>CITES</b>	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas
<b>DGM</b>	Dirección General de Minería del MEM
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo
<b>CODEDE</b>	Consejo Departamental de Desarrollo
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas
<b>CONAMA</b>	Comisión Nacional del Medio Ambiente
<b>CONGCOP</b>	Coordinadora de Cooperativas y ONGs de Guatemala
<b>COMUDE</b>	Consejo Municipal de Desarrollo
<b>CONAP</b>	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
<b>CONRED</b>	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
<b>COMBEX-IM</b>	Asociación para el Desarrollo Económico y Social de Aeropuertos y Puertos
<b>CPRG</b>	Constitución Política de la República de Guatemala
<b>DIPESCA</b>	Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura MAGA
<b>DIPRONA</b>	División de Protección a la Naturaleza, Policía Nacional Civil
<b>DVS</b>	Dirección de Vida Silvestre Central
<b>EEUU</b>	Estados Unidos de Norteamérica
<b>ENB</b>	Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad
<b>ENCOVI</b>	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
<b>ENOS</b>	El Niño, Oscilación del Sur
<b>EMAPET</b>	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Flores, Santa Elena y San Benito, Petén

<b>EPI</b>	Índice de Desempeño Ambiental (Environmental Performance Index)
<b>ENCOVI</b>	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
<b>FAO</b>	Organización de las NNUU para la Alimentación y la Agricultura
<b>FCPF</b>	El Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
<b>FONTIERRAS</b>	Fondo de Tierras
<b>FMI</b>	Fondo Monetario Internacional
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GEF</b>	Global EnvironmentFund
<b>GWP</b>	Global WaterPartnership
<b>IARNA</b>	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, URL
<b>ICEFI</b>	Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales
<b>INAB</b>	Instituto Nacional del Bosque
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<b>LEA</b>	Lista de Especies Amenazadas
<b>LOE</b>	La Ley del Organismo Ejecutivo
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MANMUNI Petén Itzá</b>	Mancomunidad para el Desarrollo Sostenible de los Municipios de la Cuenca del Lago Petén Itzá
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>MEM</b>	Ministerio de Energía y Minas
<b>MINFIN</b>	Ministerio de Finanzas
<b>MINTRAB</b>	Ministerio de Trabajo
<b>ODM</b>	Objetivos de Desarrollo del Milenio
<b>OCRET</b>	Oficina de Control de ReservasTerritoriales del Estado
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>PFNM</b>	Productos Forestales No Maderables
<b>PMDB</b>	Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PIBF</b>	Producto Interno Bruto Forestal
<b>PINFOR</b>	Programa de Incentivos Forestales
<b>PINPEP</b>	Programa de Incentivos para PequeñosPposeedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal
<b>PNDRI</b>	Política Nacional de Desarrollo Rural Integral
<b>PNUD</b>	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PPA</b>	Paridad de Poder Adquisitivo
<b>PROBOSQUE</b>	Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala. Decreto Número 2-2015
<b>Q</b>	Quetzal (moneda)

<b>REDD</b>	Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques
<b>RICICT</b>	Red de Información del Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (CIESIN) Universidad de Columbia, EEUU.
<b>RBM</b>	Reserva de Biosfera Maya
<b>REDD</b>	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
<b>RIC</b>	Registro de Información Catastral
<b>SAA</b>	Secretaría de Asuntos Agrarios
<b>SAM</b>	Sistema Arrecifal Mesoamericano
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia
<b>SIG</b>	Sistema Geográfico de Información
<b>SIGAP</b>	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
<b>SIPECIF</b>	Sistema Nacional de Previsión de Incendios Forestales
<b>SMA</b>	Salario Mínimo Agrícola
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>URL</b>	Universidad Rafael Landívar
<b>USD</b>	Dólar de los Estados Unidos
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura EEUU
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala
<b>UVG</b>	Universidad del Valle de Guatemala
<b>WRI</b>	World Resources Institute - Instituto de Recursos Mundiales



## Introducción

El artículo 29 Bis de la Ley del Organismo Ejecutivo de Guatemala indica 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, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

También indica en su literal "I", que el MARN es la entidad encargada de Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.

Atendiendo a este mandato, el MARN formuló el Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016, procedimiento que contó con el apoyo del "Proyecto Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático y Redes Socio-Económicas Fortalecidas en Guatemala" (PPRCC), que es una iniciativa del Gobierno de Guatemala financiada por el Fondo de Adaptación (FA) y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El marco metodológico del Informe se sustenta en el método Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO, por sus siglas en inglés) y la Evaluación Ambiental Integrada, metodologías desarrolladas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El objetivo general de usar estas técnicas es ir generando una base sólida de indicadores que puedan ser medidos en el tiempo y que a su vez permita compararlos con los resultados de otros países a nivel mundial.

Los indicadores se dividieron en aquellos que forman parte de los sistemas Hídrico, Biótico, Lítico-Edáfico y Ciudades Sostenibles que incluye la dimensión del Sistema Atmosférico. Para analizar los diferentes indicadores se agruparon en indicadores de Fuerzas Motoras, Presión, Estado, Respuesta e Impacto (FMPEIR).

La metodología se planteó de esta forma porque era importante analizar las cuestiones ambientales a través de un enfoque sistémico y un marco conceptual orientado en las tensiones ambientales inherentes a las dinámicas del desarrollo humano. En tal sentido, se buscó responder a las preguntas básicas:

- ¿Qué está ocurriendo con el medio ambiente? **País-Estado**
- ¿Por qué está ocurriendo? **Fuerzas motoras/ Presión**
- ¿Cuál es el impacto? **Impacto**
- ¿Qué estamos haciendo al respecto en materia de políticas? **Respuesta**
- ¿Qué pasará si no actuamos hoy? **Escenarios**
- ¿Qué podemos hacer para revertir la situación actual? **Propuesta**

De acuerdo con Ash, et.al (2003), “las fuerzas motrices hacen referencia a procesos fundamentales de la sociedad y la economía, cuyas actividades tienen un impacto directo sobre el medio ambiente”.

Entre las fuerzas motoras claves se pueden mencionar:

- **Sector económico:** patrones de consumo y de producción; demanda económica, los mercados y el comercio; las pautas de distribución; los modelos institucionales y político-sociales, y los sistemas de valores.
- **Acceso a servicios,** relaciones sociales, estatus comunitario y aspectos demográficos.

Las presiones provocan cambios en el estado del medio ambiente que se suman a aquellos que son consecuencia de los procesos naturales. Estos cambios son creados por los drivers o fuerzas motoras del sector económico e inducidos por las fuerzas motoras de sociedad.

Las modificaciones en las condiciones del estado-ambiente provienen de las presiones ambientales y del comportamiento humano. Los parámetros del Estado Ambiental son afectados por partículas en el aire, insectos, plagas, patógenos, bosques y especies silvestres y los parámetros del ambiente humano afectan las enfermedades respiratorias, gastrointestinales, dinámica del crecimiento poblacional y distribución de bienes y servicios.

Los Impactos se relacionan con el bienestar humano (la salud, los activos materiales, trabajo, productividad, las buenas relaciones sociales y la seguridad) y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos. Mientras que las Respuestas, incluyen intentos formales e informales de adaptarse a los cambios en los servicios ambientales o bien, reducir las presiones sobre el medio ambiente.

El informe es una explicación general de los fenómenos que provocan el deterioro ambiental y la degradación de los recursos naturales. Sin embargo y aunque se hizo una investigación exhaustiva, es probable que algunos análisis y datos de importancia no fueran tomados en cuenta, ya sea porque no estuvieron a disposición en el momento de la ejecución de este trabajo o porque no habían sido publicados. Es importante indicar que la problemática estudiada son procesos que cambian continuamente y los resultados acá indicados solo permiten echar una mirada a los acontecimientos que definen una pequeña parte de la realidad temporal de los fenómenos estudiados.

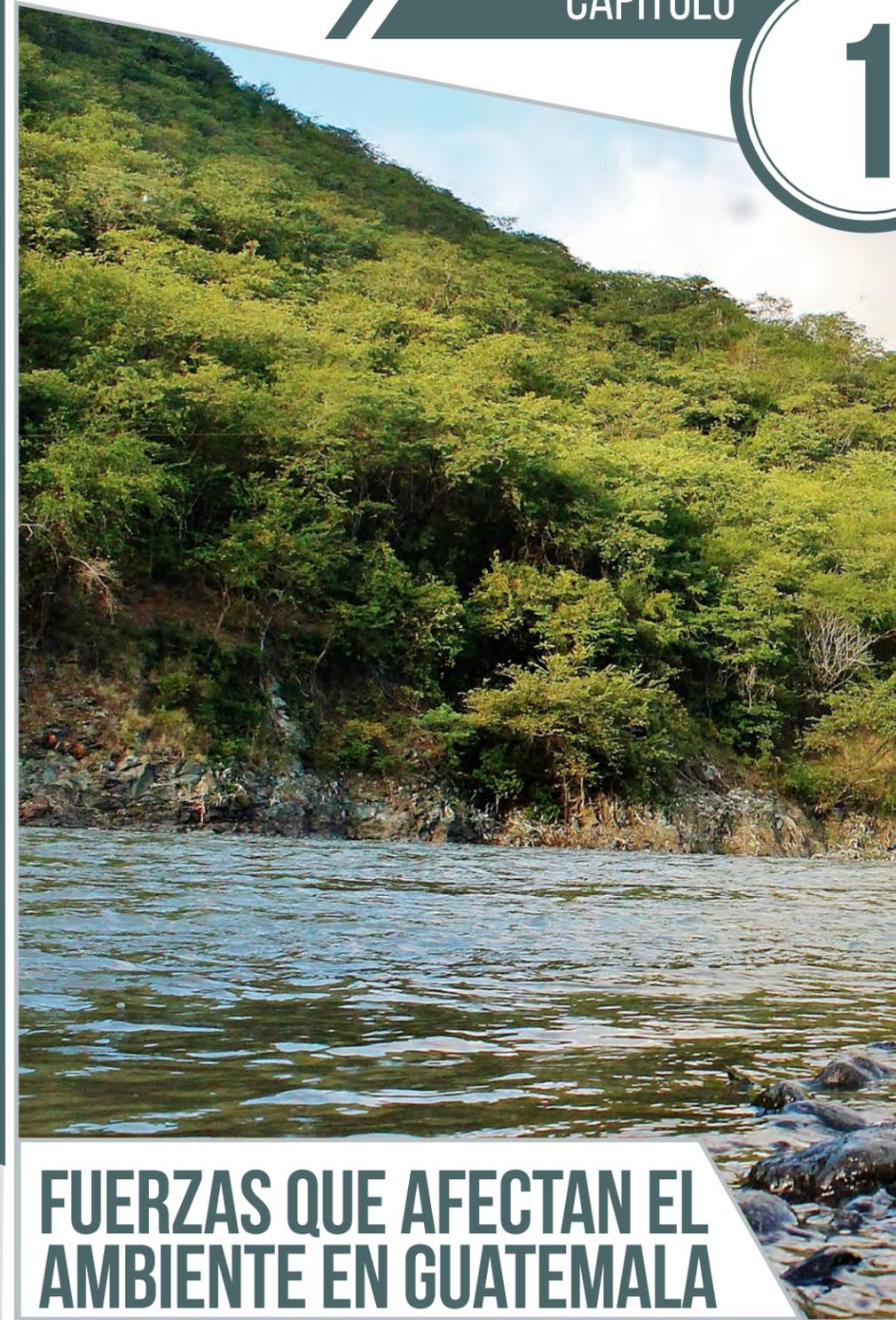
En términos generales, las conclusiones de este informe indican que los resultados presentan avances en algunos de los parámetros de salud de la población, protección de la diversidad biológica, conservación del SIGAP, gestión de los recursos forestales, legislación, normativa y procesos técnicos, así como políticos, atinentes al ambiente, recursos naturales y cambio climático.

A pesar de estos resultados y los enormes esfuerzos que el país ha hecho, aún hay tareas pendientes como centrarse en disminuir la pobreza y extrema pobreza, reducir la desigualdad, mejorar el cuidado de los recursos hídricos del país, proteger los suelos, restaurar ecosistemas, acortar las tasas de deforestación y pérdida de diversidad biológica, mejorar la gestión de desechos y residuos sólidos, planificar mejor el crecimiento urbano y de infraestructura, entre otros.

Para ello hay que hacer mayores sacrificios especialmente en proveer recursos técnicos, financieros, legales y normativos a las instituciones que ejercen la rectoría ambiental y de los recursos naturales del país. Así también, es necesario involucrar esta importante temática en todos los planes, programas y proyectos que a nivel de Estado se gestionen.

## CAPÍTULO

## 1



# FUERZAS QUE AFECTAN EL AMBIENTE EN GUATEMALA

## El Territorio Nacional

Guatemala, con una extensión territorial es de 108,889 kilómetros cuadrados, es un país de ingreso mediano/bajo<sup>1</sup>, ubicado en Centro América entre 13° 44' y 18°30' de latitud norte y 87° 24' y 92° 14' de longitud oeste del meridiano de Greenwich<sup>2</sup>. Limita al norte y al oeste con México, al sur con el Océano Pacífico y al este con Belice, Honduras y El Salvador<sup>3</sup>.

El territorio está organizado en regiones, departamentos, municipios y otras subdivisiones menores como lo son aldeas y caseríos.

La Constitución Política de la República de Guatemala -CPRG-, indica que la administración de Guatemala será descentralizada y se establecerán regiones de desarrollo con criterios económicos, sociales y culturales que podrán estar constituidos por uno o más departamentos para dar un impulso racionalizado al desarrollo integral del país. Sin embargo, cuando así convenga a los intereses de la Nación, el Congreso podrá modificar la división administrativa del país, estableciendo un régimen de regiones, departamentos y municipios, o cualquier otro sistema, sin menoscabo de la autonomía municipal<sup>4</sup>.

En tal sentido la CPRG, indica que se establecen los departamentos del Estado de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Petén, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá, Suchitepéquez, Totonicapán y Zacapa.

### Geografía física de Guatemala

El país presenta un relieve diverso, con altas montañas y volcanes que alternan con profundos valles y depresiones<sup>5</sup>. Esta diversidad se debe a complejos procesos geológicos y a la ubicación natural del país, que experimenta alta actividad sísmica.

Su superficie está ubicada en el extremo sur del sistema montañoso del oeste de América del Norte, en donde la parte que penetra el país se eleva en el Istmo de Tehuantepec, pasa por el Estado de Chiapas (México) y termina en Nicaragua. Se tienen dos orientaciones estructurales y fisiográficas: Sierra del Norte de América Central y la Provincia Volcánica<sup>6</sup>.

Según el MAGA (2001), se tienen cinco provincias geológicas: 1) la Planicie Costera del Pacífico; 2) Tierras Volcánicas; 3) Cordillera Central; 4) Tierras Bajas de Petén y 5) las Tierras Metamórficas.

Dependiendo de su altitud, el clima varía desde cálido hasta frío, pasando por templado y semi-templado. Tiene dos estaciones bien marcadas: el verano, que abarca los meses de noviembre a abril, y la época de lluvias, de mayo a octubre. En cuanto a niveles de pendientes, casi la mitad del territorio, es decir el 49.0 %, es plano con pendientes menores al 4%. El 7% del territorio es suavemente inclinado (pendientes de 4-8 %), el 9% moderadamente inclinado (8-16% de pendiente), 19% inclinado (16-32%) y el 16% fuertemente inclinado (más de 32% de pendiente)<sup>7</sup>.

1- Banco Mundial (2016).

2- Martínez y Simón (2013).

3- Martínez y Simón (2013).

4- Constitución Política de Guatemala (2015).

5- MAGA (2001); INE (2015a).

6- MAGA (2001).

7- MAGA (2005).

## Datos poblacionales generales del país

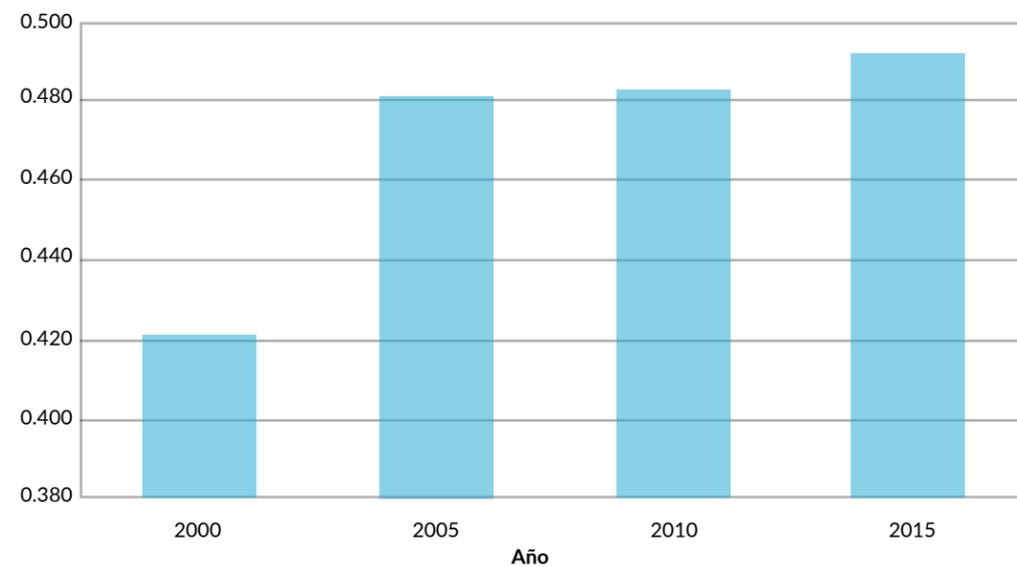
La población nacional se estimó, según las proyecciones del INE, en 2015 en 16.176 millones de habitantes<sup>8</sup>, con un crecimiento de 2.44% anual. Este número de habitantes le otorga al país una densidad poblacional proyectada de 135 habitantes/km<sup>2</sup>. La esperanza general de vida al nacer entre las mujeres es de 71 años, lo cual coloca al país en el puesto 136 entre 264 países, mientras que entre varones es de 68.2 años, ocupando el puesto 141<sup>9</sup>. La esperanza de vida para ambos sexos en Guatemala es la menor después de Belice, país que tiene la menor esperanza de vida de la región centroamericana.

La tasa de fertilidad total (nacimientos por cada mujer) era de 3.21 en 2014, siendo la tasa más alta de toda Centroamérica<sup>10</sup>. La desnutrición crónica, medida en talla para la edad en 2015 era de 49.8 %, mientras que la desnutrición aguda medida en peso para la talla, era de 1.4%, siendo la desnutrición global igual a 13.1%<sup>11</sup>.

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Índice de Desarrollo Humano en Guatemala incrementó un 17% desde la primera medición en 2000, situación que podría ser considerada como alentadora, sin embargo, al ver el desempeño de este importante indicador (Figura 1) se observa que en el primer lustro del nuevo milenio, en la época de la firma de los Acuerdos de Paz, ocurrieron los mayores avances.

Actualmente PNUD indica que el avance es del 0.3% anual, lo cual revela que se han desacelerado los procesos vinculados a la mejora del bienestar de la población, especialmente de aquella más vulnerable<sup>12</sup>.

Figura 1 Comportamiento del Índice de Desarrollo Humano en Guatemala 2000-2015



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (2016).

8- INE (2016). [www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores](http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores)

9 -Banco Mundial (2016). Banco Mundial (2016).

10- PNUD -Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- (2016).

11 -PNUD (2016).

Estos indicadores contrastan con la pérdida de ingresos de la clase media para cada vez más alejada de los sectores de población con mayores ingresos en el país. Asimismo, los sectores más desfavorecidos del país, siguen siendo las poblaciones indígenas campesinas del interior del país; sin embargo, cuando se desagrega en hombres y mujeres la situación es peor para las mujeres que pertenecen a este mismo sector.

### Desempeño ambiental

Medir el desempeño de las políticas ambientales de un país es una tarea difícil y medir las de la mayoría de países es algo aún más arduo, especialmente por la dispersión de datos, la ausencia de estadísticas confiables o de series históricas lo suficientemente representativas para determinar tendencias o correlaciones entre las distintas variables e indicadores ambientales y la estandarización de metodologías de medición, entre otros problemas. Sin embargo, la Universidad de Yale, institución que a través del Centro de Derecho y Política Ambiental (YCELP), por sus siglas en inglés, y la Universidad de Columbia, que hace lo suyo con la Red de Información del Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (CIESIN), por sus siglas en inglés, han unido esfuerzos para desarrollar el Índice de Desempeño Ambiental (Environmental Performance Index -EPI-).

El índice se mide utilizando diferentes indicadores de desempeño como:

- Salud ambiental
- Vitalidad de los ecosistemas
- Impactos sobre la salud
- Calidad del aire
- Agua y saneamiento
- Recursos hídricos
- Agricultura
- Bosques
- Pesca
- Biodiversidad y hábitat
- Clima y energía
- Mortalidad infantil
- Calidad del aire doméstico
- Polución del aire, promedio de exposición PM<sub>2.5</sub>
- Polución del aire, promedio superior a PM<sub>2.5</sub>
- Acceso a la sanidad
- Tratamiento de aguas residuales
- Agricultura subsidiada
- Regulación de los pesticidas
- Cambios en la cobertura forestal
- Inventarios pesqueros
- Presión sobre la pesca en zonas costeras y continentales
- Áreas protegidas terrestres de importancia nacional
- Áreas protegidas terrestres de importancia global
- Áreas protegidas marítimas
- Protección de hábitat críticos
- Tendencia en la intensidad del carbono
- Cambios en la tendencia en la intensidad del carbono
- Tendencia en CO<sub>2</sub>, por Kwh
- Acceso a la electricidad

El Índice de Desempeño Ambiental mide todos estos indicadores para evaluar las políticas ambientales de 180 países de todas las regiones del mundo. Guatemala se encuentra en el puesto 88 con una puntuación sobre 100 de 69.64<sup>15</sup>. Esta posición le otorga al país un avance del 20.51% en los últimos 20 años, solo superado en la región por Costa Rica, con una puntuación de 80.03, que le otorgó a ese país figurar en el puesto 42 del ranking EPI.

En el año 2014 el desempeño de las políticas ambientales de Guatemala estaba 10 escalones abajo, situación que indica mejorías generales en el tema. Sin embargo, el país aún cuenta con importantes rezagos en los indicadores del porcentaje de las poblaciones pesqueras sobreexplotadas y colapsadas en la zona económica exclusiva del país, pérdida de cubierta arbórea de 2001 a 2014 y porcentaje de la población que utiliza combustibles sólidos como combustible de cocina primaria y riesgo para la salud por exposición a PM 2.5 (Partículas en suspensión de menos de 2,5 micras).

## Institucionalidad y Marco Legal

### Marco legal

La Constitución Política de la República de Guatemala contiene los aspectos normativos generales que rigen las acciones relacionadas en los temas ambientales del país. En el caso particular de la gestión de los recursos naturales este marco institucional plantea que su utilización debe hacerse en función de los principios de justicia social de tal manera que se propicie “el pleno empleo y la equitativa distribución del ingreso nacional” (artículo 118), lo cual se complementa con la obligación del Estado de “adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos mencionados con anterioridad, en forma eficiente...” (artículo 119.c). La Constitución reconoce el principio a la vida como derecho fundamental de la persona humana (Artículo 3) “El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona”, lo cual implica que toda actividad humana, cualquiera que esta sea, deberá ser controlada si pone en riesgo la vida, la integridad o la seguridad de las personas. Evitando con ello la violación de los derechos individuales y colectivos.

La Ley del Organismo Ejecutivo -LOE- reconoce en su artículo 29 el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, y el artículo 44 de la Constitución reconoce que “los derechos y garantías que otorga la Constitución no excluyen a otros. Aunque no figuren expresamente en ella, son inherentes a la persona humana”, por lo que queda establecida la necesidad de un ambiente sano y equilibrado que haga posible la vida digna de las personas. Asimismo, el Estado y la autoridad pública están obligados a resolver las peticiones que haga cada ciudadano y notificarlas en un plazo que no podrá exceder de los 30 días (artículo 28). Este derecho se complementa con el derecho de acceder libremente a los tribunales, dependencias y oficinas del Estado, para ejercer sus acciones y hacer valer sus derechos de conformidad con la ley (artículo 29) y la obligación de que todos los actos de la administración deben ser públicos (artículo 30) desarrollados en la Ley de Libre Acceso a la Información Pública.

Con respecto a los bosques, el Artículo 126 plantea que su “...conservación y la reforestación se declaran de urgencia nacional e interés social, especialmente los bosques protectores de manantiales, riberas de ríos y riberas de lagos, los cuales deben contar con protección especial”. Y en relación al agua el artículo 147 establece que “Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles”, en tanto que el artículo 128 indica que “El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso”.

15- Hsu, A. et al. (2014).

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es que a partir de la Constitución Política se ha desarrollado la normativa que define el marco legal para atender el tema ambiental, dentro de los que Figuran como los más importantes:

- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)
- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo 137-2016)
- 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 “Ley de Cambio Climático” (Decreto 7-2013)
- Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 y sus modificaciones Decreto 110-96 del Congreso de la República) así como su reglamento Acuerdo Gubernativo 759-90 y
- Ley Forestal (Decreto 101-96) y su Reglamento (Resolución 01.43.2005, del acta JD .43.2005)

### Actores relacionados con la gestión ambiental de Guatemala

Los actores que se relacionan con la gestión ambiental pueden agruparse en gubernamentales y no gubernamentales. Aunque existen varios actores gubernamentales relacionados con la gestión del medioambiente y los recursos naturales, los más relevantes son:

**Presidencia de la República de Guatemala:** es la encargada de desarrollar la macro-política nacional y las acciones de las diferentes instancias del organismo Ejecutivo, los cuales están en función de los lineamientos establecidos por la Presidencia, de acuerdo al artículo 7, de la Ley del Organismo Ejecutivo (LOE). En el caso particular de los temas que atañen al presente documento, el Presidente de la República es el responsable último en la emisión de políticas sobre medioambiente y en la administración del patrimonio natural de la Nación; por otro lado, su omisión en la emisión de políticas, o la emisión de políticas no adecuadas implican una violación de sus deberes legales y deberían implicar responsabilidad legal.

**Consejo de Ministros:** luego del Presidente, es el órgano máximo para la gestión del ambiente y los recursos naturales, y el artículo 17 de la LOE establece que sus funciones son:

- Discutir y proponer al Presidente de la República su parecer sobre las políticas, planes y programas de gobierno.
- Concurrir con el Presidente de la República a declarar o no la lesividad de los actos y los contratos administrativos, para los efectos de la interposición del recurso de lo contencioso administrativo.
- Conocer y emitir opinión sobre los asuntos que someta a su consideración el Presidente de la República.

Por otro lado, la ley antes citada en el artículo 22 establece que “los Ministros tienen autoridad y competencia en toda la República para los asuntos propios de su ramo, y son responsables de sus actos de conformidad con la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes”, en tanto que el artículo 23 plantea que “los Ministros son los rectores de las políticas públicas correspondientes a las funciones sustantivas de cada Ministerio. Ejercen un papel de coordinación y facilitación de la acción del sector o sectores bajo su responsabilidad, para lo cual deben coordinar esfuerzos y propiciar la comunicación y cooperación entre las diferentes instituciones públicas y privadas que corresponda. Todas las instituciones públicas que tengan funciones relacionadas con el o los ramos de cada Ministerio forman parte del sector o los sectores correspondientes y están obligadas a coordinar con el rector sectorial”.

### El artículo 27 de la CPRG, establece que dentro de las responsabilidades de los ministros están:

- Participar en las sesiones del Consejo de Ministros en la formulación de la política económica y social del Gobierno así como en los planes, programas y proyectos de desarrollo de largo, mediano y corto plazo.
- Ejercer la rectoría de los sectores relacionados con el ramo bajo su responsabilidad planificando, ejecutando y evaluando las políticas públicas de su sector, en coherencia con la política general del gobierno protegiendo siempre los intereses del Estado.
- En la ejecución de la política general del Gobierno, coordinar los esfuerzos de los órganos de la administración pública bajo su responsabilidad con las gobernaciones departamentales, las municipalidades, sector productivo, entidades privadas y la comunidad, respetando en todo caso, la autonomía de los gobiernos municipales.

- j) Suscribir los acuerdos gubernativos y decretos emitidos por el Presidente de la República y el Consejo de Ministros de conformidad con la ley y refrendar las iniciativas de ley presentadas al Congreso de la República y los decretos, acuerdos o reglamentos dictados por el Presidente de la República, relacionados con su despacho.
- k) Preparar y presentar al Presidente de la República los proyectos de ley, acuerdos, reglamentos, informes y demás disposiciones relacionadas con el ramo bajo su responsabilidad.
- m) Conforme la ley, dictar los acuerdos, resoluciones, circulares y otras disposiciones relacionadas con el despacho de los asuntos de su ramo.

Con base en lo anterior se puede concluir que en el caso en que falten políticas públicas en materia ambiental y de gestión de recursos naturales, la responsabilidad corresponde a los ministros rectores y al Presidente de la República, quien debe demandar la creación de estos instrumentos, siendo estos:

**Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-:** según el artículo 29 Bis de la LOE es el responsable de “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”. Según este mismo artículo, para poder cumplir con este cometido tiene a su cargo las siguientes funciones:

- a) Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país;
- b) Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado;
- c) Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesquero y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento;
- d) En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible;
- f) Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental;
- g) Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables;
- h) Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso;
- i) Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento;
- j) Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos;
- k) Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales;
- l) Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado;
- m) Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.

**Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-:** su quehacer también está determinado en el artículo 29 de la LOE, el cual establece que “le corresponde atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica, esta última en lo que le atañe, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional”.

Para ello este mismo artículo establece que tiene a su cargo las siguientes funciones:

- a) Formular y ejecutar participativamente la política de desarrollo agropecuario, de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe, y en coordinación con el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales diseñar la política para el manejo del recurso pesquero del país, de conformidad con la ley;
- b) Proponer y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de actividades agrícolas, pecuarias y fitozoosanitarias, y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le corresponda, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente;
- c) Definir en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la política de ordenamiento territorial y de utilización de las tierras nacionales y promover la administración descentralizada en la ejecución de esta política; deberá velar por la instauración y aplicación de un sistema de normas jurídicas que definan con claridad los derechos y responsabilidades vinculadas a la posesión, uso, usufructo y, en general, la utilización de dichos bienes, mientras permanezcan bajo el dominio del Estado;
- d) Formular la política de servicios públicos agrícolas, pecuarios, fitozoosanitarios y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe, y administrar descentralizadamente su ejecución;
- e) Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Economía, las políticas de comercio exterior de productos agropecuarios y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe;
- f) Impulsar el desarrollo empresarial de las organizaciones agropecuarias, pecuarias e hidrobiológicas, estas últimas en lo que le atañe, para fomentar el desarrollo productivo y competitivo del país;
- g) Ejercer control, supervisión y vigilancia en la calidad y seguridad de la producción, importación, exportación, transporte, registro, disposición y uso de productos plaguicidas y fertilizantes, rigiéndose por estándares internacionalmente aceptados.

**Ministerio de Energía y Minas -MEM-:** es el responsable en materia de industrias extractivas y le corresponde “atender lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción, distribución y comercialización de la energía y de los hidrocarburos y a la explotación de los recursos mineros...” (artículo 34 LOE), y para el cumplimiento de estas funciones el mismo artículo le ordena al MEM:

- a) Proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y/o minerales.
- b) Cumplir las normas y especificaciones ambientales que en materia de recursos no renovables establezca el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- c) Emitir opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que inciden en el desarrollo energético del país.

**Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-:** el Estado de Guatemala crea la Ley de Áreas Protegidas Decreto número 4-89 y sus modificaciones, el cual en su artículo 59 crea el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el cual posee personalidad jurídica y depende directamente de la Presidencia de la República, que es el órgano máximo de dirección y coordinación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) creado por esta misma ley, con jurisdicción en todo el territorio nacional, sus costas marítimas y su espacio aéreo. Esta institución tiene autonomía funcional y su presupuesto está integrado por una asignación anual del Estado y el producto de las donaciones específicas particulares, países amigos, organismos y entidades internacionales. El artículo 69 de la Ley de Áreas Protegidas delimita las siguientes funciones del CONAP:

- a. Formular las políticas y estrategias de conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación por medio del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).
- b. Aprobar los reglamentos y las normas de funcionamiento del SIGAP.
- c. Aprobar los dictámenes de convenios y contratos con entidades internacionales.
- d. Aprobar su plan estratégico institucional, sus planes y programas anuales de trabajo y su presupuesto anual.
- e. Aprobar la memoria anual de labores y la liquidación de su presupuesto anual.
- f. Aprobar la suscripción de concesiones de aprovechamiento y manejo de las áreas protegidas del SIGAP y velar porque se cumplan las normas contenidas en los reglamentos establecidos para tal efecto.
- g. Mantener estrecha coordinación e intercomunicación entre las entidades integrantes del SIGAP, en especial, con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (actualmente MARN).

- h. Servir de órgano asesor de la Presidencia de la República y de todas las entidades estatales en materia de conservación, protección y uso de los recursos naturales del país, en especial, dentro de las Áreas Protegidas.
- i. Aquellas funciones que sean necesarias para el buen desarrollo y funcionamiento del SIGAP.

**Instituto Nacional de Bosques -INAB-:** para reducir la deforestación y degradación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, el Estado de Guatemala promoverá la reforestación de áreas sin bosque, para proveer al país de los productos forestales, incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico, fomentando el uso de sistemas y equipos industriales que logren el mayor valor agregado a los productos forestales; así como conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva, y propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades de leña, vivienda, infraestructura rural y alimentos.

Para ello el Estado de Guatemala impulsó la creación de la Ley Forestal, Decreto número 101-96, que en el artículo 5 crea el Instituto Nacional de Bosques (INAB), que es una entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia administrativa; además, es el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia forestal, el cual tiene las siguientes atribuciones:

- a. Ejecutar las políticas forestales que cumplan con los objetivos de esta ley;
- b. Promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, la reforestación, la industria y la artesanía forestal, basada en los recursos forestales y la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas;
- c. Impulsar la investigación para la resolución de problemas de desarrollo forestal a través de programas ejecutados por universidades y otros entes de investigación;
- d. Coordinar la ejecución de programas de desarrollo forestal a nivel nacional;
- e. Otorgar, denegar, supervisar, prorrogar y cancelar el uso de las concesiones forestales, de las licencias de aprovechamiento de productos forestales, fuera de las áreas protegidas;
- f. Desarrollar programas y proyectos para la conservación de los bosques y colaborar con las entidades que así lo requieran;
- g. Incentivar y fortalecer las carreras técnicas y profesionales en materia forestal;
- h. Elaborar los reglamentos específicos de la institución y de las materias de su competencia; e,
- i. Las demás atribuciones que le correspondan, conforme la presente ley y otras disposiciones que le sean aplicables. (artículo 6, Ley Forestal).

Dentro de las principales organizaciones no gubernamentales relacionadas con el tema están:

**Universidades:** el artículo 82, de la CPRG (Constitución...), le otorga a la Universidad de San Carlos de Guatemala el rol de ser la única universidad estatal, a la cual le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación profesional universitaria estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Así también está obligada a promover por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales (incluidos aquellos concernientes a los cuidados del ambiente y protección de los recursos naturales).

La CPRG le otorga a las universidades privadas del país la responsabilidad de organizar y desarrollar la educación superior privada de la Nación, con el fin de contribuir a la formación profesional, a la investigación científica, a la difusión de la cultura y al estudio y solución de los problemas nacionales, al igual que con la USAC, deben apoyar los esfuerzos encaminados al cuidado ambiental y conservación del medio natural del país.

Las universidades, en general, han desarrollado investigación científica, promoción del debate público y realizado pronunciamientos públicos en relación a temas ambientales y de manejo de recursos naturales. Se han creado centros especializados y mecanismos para financiar investigaciones científicas en temas relevantes y se han propuesto mecanismos para aliviar algunos de los problemas más urgentes que afectan al ambiente, la

salud humana y el futuro de los recursos naturales del país.

**Asociaciones civiles:** en el país existe una gran variedad de organizaciones no gubernamentales que trabajan en temas ambientales y en la promoción del uso de los recursos naturales, muchas de las cuales se aglutinan en la Asociación Nacional de Organizaciones No Gubernamentales de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente -ASOREMA-.

**Medios de comunicación:** son formadores de opinión pública y tienen un rol muy importante en la promoción de los valores culturales y la difusión de la problemática ambiental y los procesos de solución. Participan activamente y tiene un papel fundamental a la hora de crear conciencia en la población sobre el manejo ambiental y la conservación del medio natural del país, ya que gracias a su trabajo se posiciona el tema en la agenda pública y son responsables de abrir espacios de diálogo social.

**Actores sociales de base:** están formados por diferentes grupos de la población del país, siendo generalmente los que tienen un contacto más directo con la gestión de recursos naturales y los impactos ambientales de los proyectos productivos, extractivos, turísticos, urbanísticos y otros. Aunque en los últimos años han abonado a la creación de una sólida gobernanza de los recursos naturales y protección ambiental, aún en muchas esferas de la toma de decisiones no se les toma en cuenta en los procesos de gestión y formulación de políticas, mientras que en la historia reciente están tomando un papel más protagónico en la lucha por la justicia ambiental y el manejo sostenible de los recursos naturales.

## Fuerzasmotrices y presiones para el cambio ambiental

El medioambiente y los recursos naturales se ven influenciados y modificados por una serie de factores conocidos como fuerzas motrices, entre las que se encuentran la demografía, la pobreza y desigualdad, el crecimiento económico y el comercio, la generación de energía y la gobernabilidad. Estas fuerzas motrices desencadenan una serie de impactos que afectan el estado del ambiente y el patrimonio natural que a su vez tiene impactos en el bienestar de la sociedad y el sistema económico<sup>16</sup>.

Debido a que las fuerzas motrices son la base sobre la cual se desarrolla el sistema FMPEIR, que es el modelo que se utiliza para hacer la presente evaluación del Informe Ambiental del Estado de Guatemala, es de suma importancia no solo tener una descripción de cada una, sino también entender la forma en que estas actúan. Es por esto que en la presente sección se realizará una descripción general de la forma en que las principales fuerzas motrices afectan al ambiente y los recursos naturales.

Aunque existen gran cantidad de fuerzas motrices que pueden ser analizadas, por cuestiones de información y alcances del presente trabajo se priorizó la dinámica poblacional, pobreza, desigualdad y exclusión social, así como el sistema económico y comercio.

### Dinámica poblacional, pobreza, desigualdad y exclusión social

Antes de empezar esta sección hay que comprender qué se entiende por pobreza y pobreza extrema.

**Pobreza extrema:** según el INE de Guatemala (2002)<sup>17</sup> la línea de pobreza extrema representa el costo de adquirir las 2,172 calorías mínimas recomendadas para Guatemala por el INCAP, usando la canasta de consumo de las personas. Si el nivel de consumo de una persona se encuentra por debajo de ese valor, significa que se está en la imposibilidad de consumir el mínimo alimentario recomendado y por ende está en pobreza extrema.

15- Hsu, A. et al. (2014).

16- PNUMA. (2010). *Perspectivas del medio ambiente: América Latina y el Caribe*. GEO ALC 3. Panamá: PNUMA.

17- INE (2002).

Según el Banco Mundial<sup>18</sup>, la línea de pobreza extrema para Centroamérica está en \$2.5 al día o menos. Datos del INE<sup>19</sup> sitúa la línea de pobreza extrema en Q5,750 por persona al año. **Pobreza:** el INE (2002) explica que la línea de pobreza general incluye el costo de adquirir las 2,172 calorías mínimas recomendadas para Guatemala por el INCAP (pobreza extrema), más un monto adicional que corresponde al porcentaje del consumo no alimenticio de las personas cuyo consumo de alimentos se encuentra alrededor de la línea de pobreza extrema. Para obtener la línea de pobreza general se calcula el valor de la línea de pobreza extrema y después el valor de consumo no alimenticio complementario, para sumarlo al valor de la línea de pobreza extrema. Según el Banco Mundial<sup>20</sup>, la línea de pobreza para Centroamérica está en US\$4 al día o menos. Datos del INE<sup>21</sup> sitúa la línea de pobreza en Q10,218 por persona al año.

Datos del INE (2015b) indican que en 2014 seis de cada diez guatemaltecos vivían en condiciones de pobreza (59.3% de la población), situación importante ya que los datos publicados por SEGEPLAN<sup>22</sup> que indican que el país se fijó una meta dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) a reducir la pobreza a 31.4% en el año 2015. Aunque la pobreza se redujo 3.5% en comparación con 1989, que era el año base (cuando el valor era de 62.8%), aún existe una brecha de 27.9%, lo que sitúa al país alejado de metas propuestas.

Al analizar detenidamente los datos se tiene que en 2014 el 79.2% (cuatro de cada cinco) de las personas indígenas eran pobres, en tanto que este indicador para los no indígenas es de 46.6% (5 de cada 10). Los datos por el área de residencia también son reveladores y muestran que el 42.1% de la población urbana es pobre, en tanto que para las zonas rurales este indicador es de 76.1%; dicho de otra forma, la pobreza en las zonas rurales es casi el doble que las áreas urbanas.

Si este fenómeno se analiza desde la perspectiva departamental, las áreas más afectadas se localizan en el noroccidente del país siendo Alta Verapaz, Sololá, Totonicapán, Quiché, y Huehuetenango los que presentan mayores índices pobreza, seguidos de Chiquimula (para más detalles ver Figura 2).

En 2014 el 23.4% de la población del país estaba en pobreza extrema, o lo que es lo mismo, uno de cada cuatro guatemaltecos se encuentra en este grupo; este indicador resulta bastante preocupante no solo por lo elevado del dato sino porque en lugar de reducirse a 9.1, que fue el compromiso establecido en los ODM, aumentó 5.3.

Al analizar los datos por grupo étnico y lugar de residencia se tiene que la pobreza extrema en la población indígena es de 39.8%, en tanto que el 12.8% de la población no indígena se incluye en este grupo; dicho de otra forma, este valor es más del doble para la población indígena. El 35.3% de la población rural se ubica en pobreza extrema, en tanto que el 11.2% de la población urbana se localiza en este grupo; es decir, que el problema en las zonas rurales es tres veces mayor que en las zonas urbanas.

Los departamentos con mayores índices son Alta Verapaz, Quiché, Totonicapán, Chiquimula, Sololá, Huehuetenango, y Chimaltenango (para más detalles ver Figura 3). A este respecto el Informe final de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, desarrollado por SEGEPLAN (2015), indica que no obstante de que este es el principal objetivo que guió la Declaración del Milenio; en el caso de Guatemala, el retroceso en este indicador hace que la situación sea preocupante, especialmente para los grupos indígenas y rurales que son los más afectados por este flagelo.

18- Banco Mundial (2016). *Lacequity:pobreza entendiendo la pobreza.*

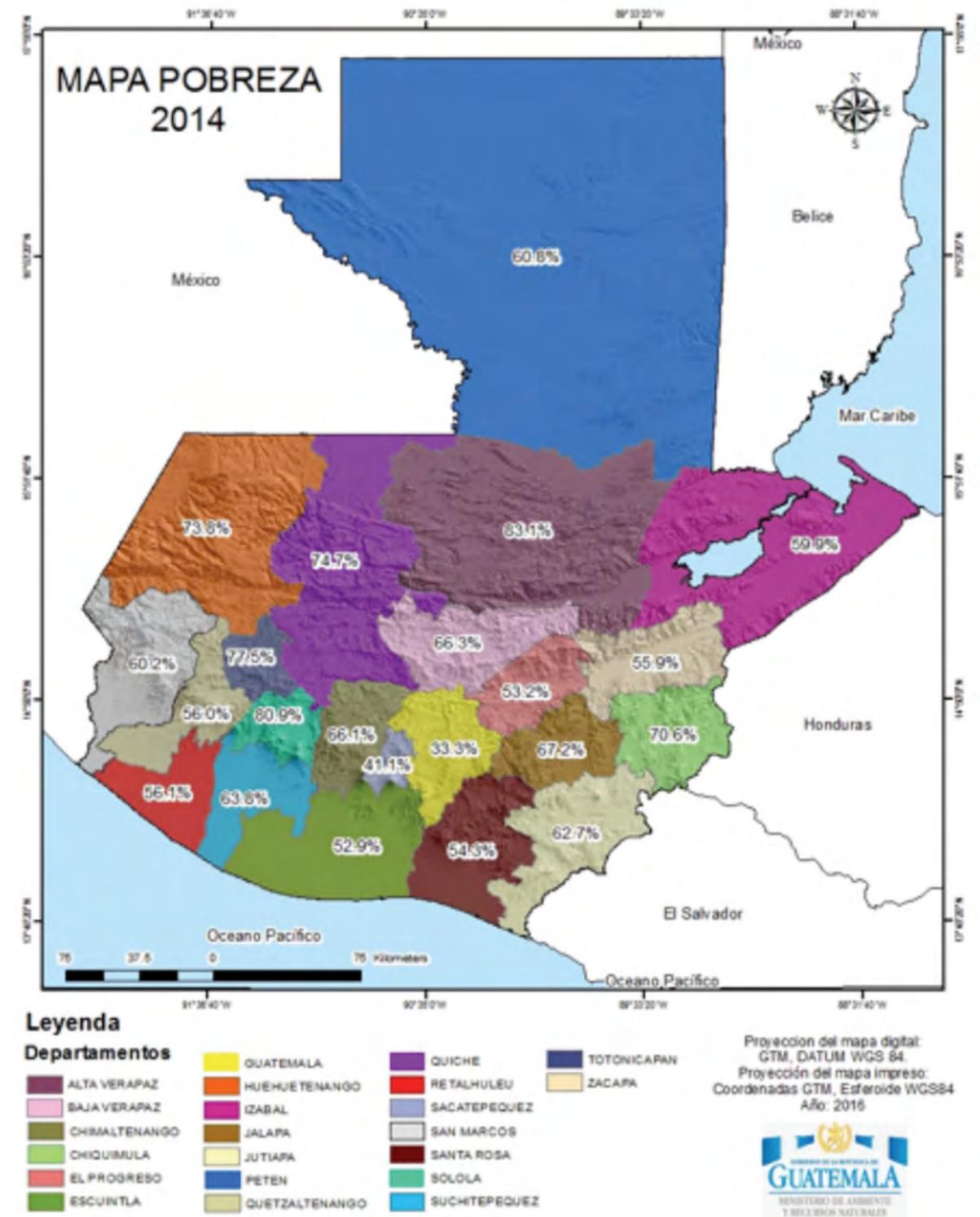
19- INE (2002).

20- Banco Mundial (2016).

21- INE (2015b).

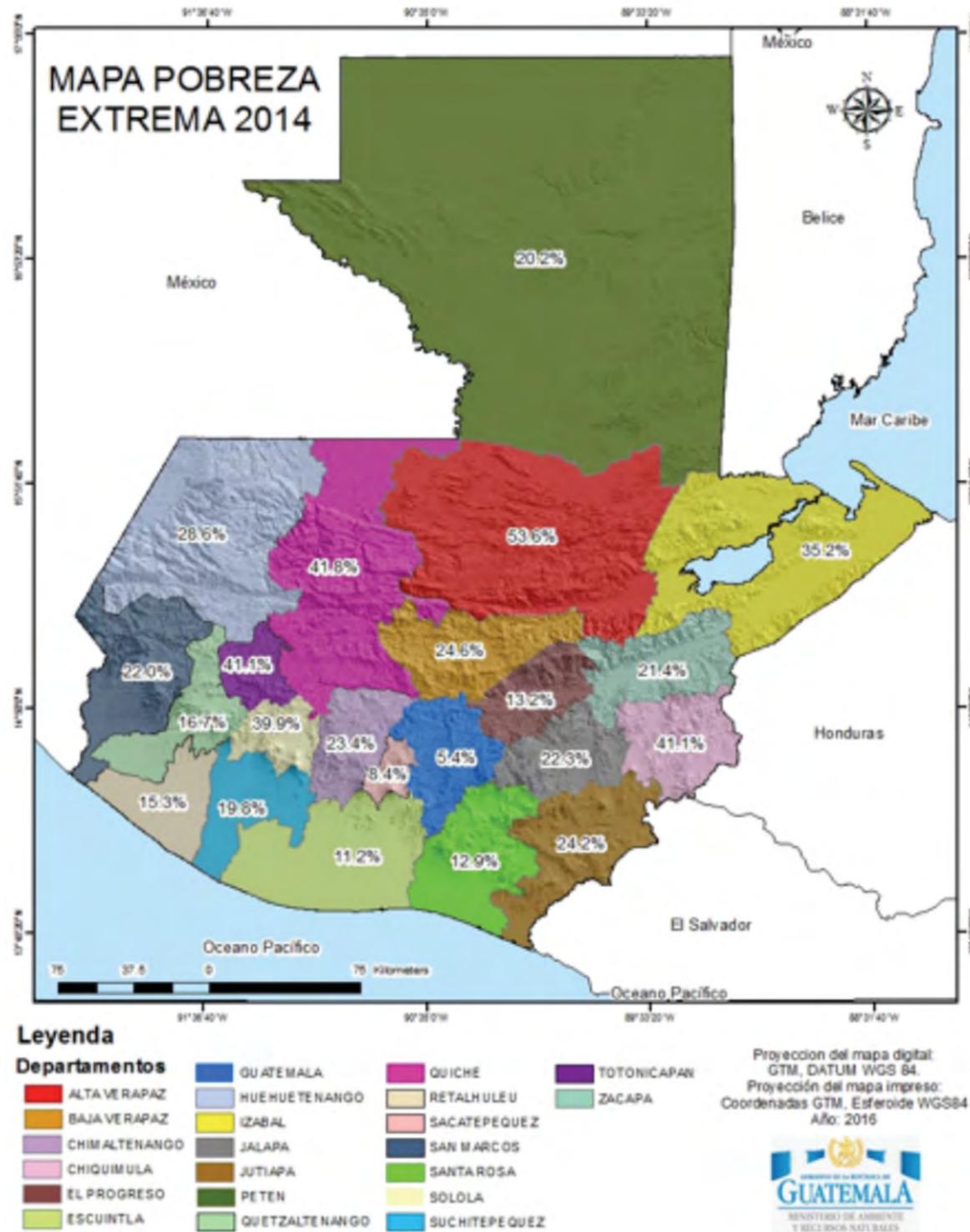
22- SEGEPLAN (2015).

Figura 2 Mapa de pobreza en Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2015).

Figura 3 Mapa de pobreza extrema



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2015).

Cuando se habla de pobreza otro aspecto importante es la intensidad que tiene, la cual se puede medir a través del coeficiente de la brecha de pobreza extrema; Guatemala<sup>23</sup> explica que este indicador “marca una distancia entre los pobres extremos o generales respecto de la línea de pobreza correspondiente” y mientras más alto el valor, mayor es la intensidad de la pobreza.

La misma fuente indica que el coeficiente de la brecha de pobreza extrema en 1989 (en %) era de 4.5 y en 2014 aumentó a 5.9. Con lo que ahora los pobres son más pobres que en 1989. Al analizar los datos por grupo étnico y lugar de residencia, se tienen que al igual que en los casos anteriores son las poblaciones indígenas y las rurales las más afectadas; en el caso de los grupos indígenas el indicador pasó de 8 a 10.2 entre 1,989 y 2014, en tanto que para los no indígenas la evolución fue de 2.4 a 3; en las poblaciones rurales se incrementó de 6.2 a 9.2, y en los grupos urbanos pasó de 1.5 a 2.6 por ciento.

Para medir el grado de desigualdad en la distribución de los ingresos se utiliza el coeficiente de Gini, este indicador usa valores que están entre cero y uno, en donde cero indica la igualdad perfecta y uno corresponde a la perfecta desigualdad. Datos de Statista (2016)<sup>24</sup> indican que en 2013 Guatemala tenía un de Gini de 0.524 lo que lo ubicaba como en el número 14 de los países más desiguales del mundo, por detrás de varios países africanos Haití y Honduras, y con un valor muy cercano al de Brasil y Colombia.

Al comparar las disparidades entre lo urbano y lo rural, Icefi (2016), indica que Guatemala es el país de Centroamérica que presenta las mayores diferencias en la distribución de ingresos. Según este autor, en 2011 el valor del índice de Gini en lo rural era de 0.402 y en lo urbano era de 0.518 (la variación es de 28.1%), esta diferencia era mayor que la de Honduras que presentó valores de 0.5682 y 0.5269, respectivamente. Icefi (2016)<sup>25</sup> indica que en el área rural el índice es más pequeño debido a que hay una menor diferencia entre el ingreso de los pobres y no pobres, en tanto que en las zonas urbanas hay una mayor concentración de personas con mayores ingresos y hay mayores desigualdades de acceso y calidad de empleo.

En relación a los datos de empleo INE (2015b)<sup>26</sup>, revela que para 2014 a nivel nacional se tiene una tasa de empleo del 60.8%, la cual disminuyó en 1.9% en relación a la del 2000 (en ese año fue de 62.7%); al analizar este dato por lugar de residencia se tiene que en 2014 los valores eran de 60.6% en las áreas urbanas y 59% en las áreas rurales. Los datos de subempleo son 11.7% a nivel nacional, 13.9% a nivel rural y 9% a nivel urbano, en lo que respecta a trabajo informal los datos son alarmantes y presentan valores de a nivel nacional 65.8%, en las áreas rurales es de 81.2% y en las áreas urbanas de 43.1% respectivamente. Un indicador importante es el índice de pobreza de los trabajadores, que es porcentaje de la población ocupada que vive en pobreza extrema que según SEGEPLAN (2015)<sup>27</sup> es un síntoma de la falta de trabajo decente, ya que en este caso la actividad laboral no le proporciona un ingreso que le permita salir de las condiciones de pobreza a él y su familia; en el país pasó de 11.7 en 1989 a 20.1 en 2014, esto indica que el mercado laboral ha sido precario y para este grupo poblacional no solo no permite que pueda mejorar sus condiciones de vida, sino que está creciendo. Al analizar este indicador por grupo étnico y lugar de residencia, nuevamente se tiene que las poblaciones indígenas y rurales son las más afectadas; la evolución del indicador para el período anteriormente descrito fue de 24.1 a 35.3 para los indígenas, de 5 a 10.4 para los no indígenas y de 18.6 a 32.1 en áreas rurales y de 1.5 a 9.4 en zonas urbanas.

La desigualdad en el país no es solo económica y de acceso a empleo, ya que si se analiza el acceso a educación y salud también se puede apreciar que un amplio sector de la población tiene problemas para acceder a estos servicios. En el caso de la educación, SEGEPLAN (2015)<sup>28</sup> reporta que en 2014 la tasa de alfabetización de personas entre 15 y 24 años era de 95, en el área urbana era de 95.2 y en la rural de 94.9, en la población

23- SEGEPLAN (2015).  
24- Statista (2016).  
25- Icefi (2016).  
26- INE (2015b).  
27- SEGEPLAN (2015).  
28- SEGEPLAN (2015).

indígena de 90.5 y en la no indígena de 91.8. La tasa neta de escolaridad expresa la cobertura educativa y mide la proporción de niños y niñas en edad escolar que están inscritos en los centros educativos; en el año 2000 era de 85.4 y se redujo a 82 en 2014, lo que marcó un retroceso de 2% en el período. Ello significa que por cada 10 niños inscritos 2 están condenados a no acceder a una educación digna<sup>29</sup>. En relación a la salud, el INE (2015b)<sup>30</sup> reporta que 40% de la población puede asistir al médico, el dato para las zonas rurales es de 27.2% y para las urbanas de 52.8%.

Datos de SEGEPLAN (2015) indican que la tasa de mortalidad de niñas y niños menores de 5 años pasó de 110 defunciones por cada mil niños nacidos vivos en 1987 a 25 en 2014, con lo que se alcanzó la meta del ODM que era de 37; sin embargo, al hacer un análisis más profundo se tiene que en 2014 el indicador en los indígenas era de 43, en los no indígenas de 35, en las poblaciones rurales de 44 y las urbanas de 30.

En el caso de la tasa de mortalidad infantil de niños menores de un año pasó de 73, defunciones por cada mil niños nacidos vivos, en 1987 a 28 en 2014, con lo que no se alcanzó la meta de 24 que se planteó en los ODM, cuando se hace un análisis por grupo étnico y por lugar de habitación se tiene que en 2014 el indicador en los indígenas era de 32, en los no indígenas de 28, en las poblaciones rurales de 33 y las urbanas de 25.

Otro aspecto importante para entender las dinámicas de pobreza y exclusión social es la desnutrición global, que es la proporción de niños menores de cinco años, con peso inferior al normal para su edad, según SEGEPLAN (2015)<sup>31</sup>, en 1987 era de 27.8 y se redujo a 12.6 en 2015, con lo que se superó la meta de 13.9 establecidos en los ODM.

Al analizar este indicador por grupos étnicos se tiene que en los indígenas pasó de 34.4 a 15.1, y en los no indígenas de 23.1 a 10.5; en el caso de los niños rurales pasó de a 14.3 y en los urbanos de 21.5 a 9.5. En el caso de la desnutrición infantil crónica, que se mide en niños menores de 5 años con talla inferior a la normal para su edad, SEGEPLAN (2015)<sup>32</sup> indica que en 1987 era de 62.2% y se redujo a 46.5% en 2014, lo que puede parecer una reducción bastante grande, pero que es insuficiente si se compara con la meta de 31% que se tenía planteada. Es más, el dato es bastante preocupante ya que el indicador muestra que 47 de cada cien niños menores de cinco años presentan una talla menor a la que deberían tener, y es más crítico para las poblaciones rurales, que presentan un dato de 53% en comparación con el 34.6 de las urbanas, y para las poblaciones indígenas, que tienen un 61.2% en comparación con el 34.5 de los no indígenas.

Los datos de los últimos indicadores son significativamente graves para la población indígena y rural del país, que se mantiene un fuerte rezago con respecto a otros grupos del país.

En el caso del acceso a los servicios INE (2015b) registra que el 76.3% tiene acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable<sup>33</sup>, en las áreas rurales este dato es de 63.9%, en tanto que en las zonas urbanas es de 89%, mientras que en la población indígena este indicador es de 72.5% y en la no indígena de 78.8%; por su lado, en lo relativo a acceso a servicios de saneamiento mejorados<sup>34</sup>, este mismo autor indica que en Guatemala la cobertura total es del 53.3%, en las áreas rurales es de 25.7% y en las urbanas de 81.5%, en los indígenas es de 31.1%, y en los no indígenas 67.5%.

29- SEGEPLAN (2015).

30- INE (2015b).

31- SEGEPLAN (2015).

32- SEGEPLAN (2015).

33- INE (2015b) indica que las fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable incluyen "tubería tanto dentro de la vivienda, como fuera, pero en el terreno y chorro público".

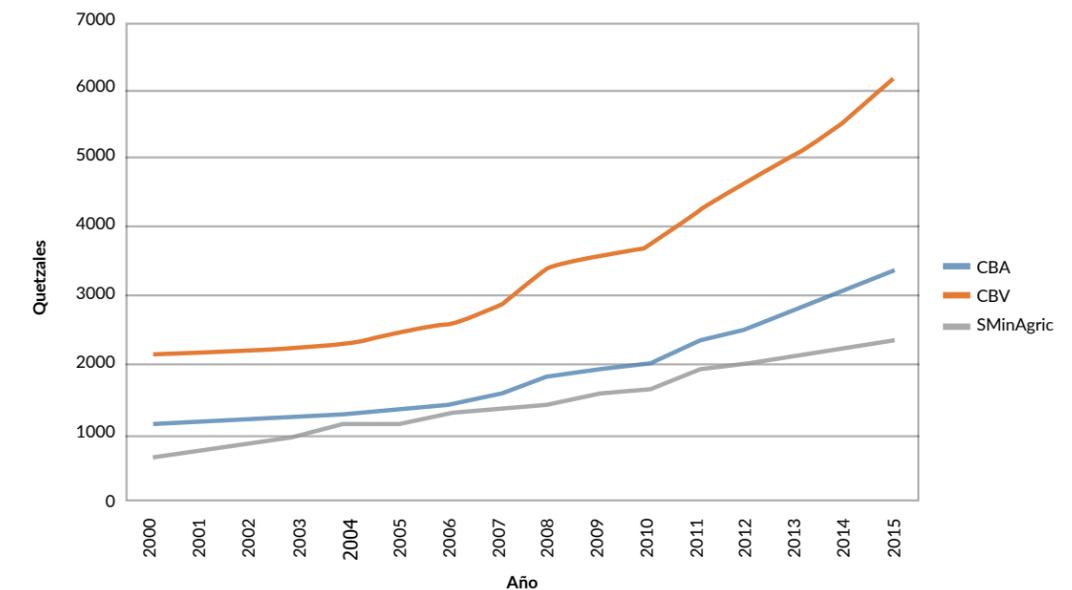
34- Según INE (2015b) el acceso a saneamiento mejorado Incluye "inodoro conectado a red de drenaje, inodoro conectado a fosa séptica y excusado lavable".

Por otro lado, si se compara la evolución de los precios de la Canasta Básica Alimentaria (CBA<sup>35</sup>) y la Canasta Básica Vital (CBV<sup>36</sup>) con la del Salario Mínimo Agrícola<sup>37</sup> se tiene que los precios de la canasta básica han subido a un ritmo mayor que el de los salarios agrícolas, lo que hace que conforme pase el tiempo las personas tengan cada vez más dificultades para acceder a alimentos (para más detalles ver Figura 4).

En relación al uso de fuentes de energía se tiene que en el caso de los hogares rurales la fuente principal es la leña, que es utilizada por el 93.8%, mientras que en los hogares urbanos su utilización llega al 50.3% (INE, 2015).

La vinculación de la población con los recursos se puede hacer a través de las actividades que desarrollan. Según el INE (2016), el 65.8% de la población ocupada se dedica a actividades relacionadas con agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, el 12.8% se dedican comercio, alojamiento y servicios de comidas y el resto a otras actividades.

Figura 4: Comparación entre la evolución de los precios de la Canasta Básica Alimentaria (CBA), la Canasta Básica Vital (CBV) y el Salario Mínimo Agrícola (SMinAgric).



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2016 a y b) y MINTRAB (2016).

Esto indica que el 66% de la población se ocupa en actividades directamente con utilización de recursos naturales y en el caso de la agricultura esta es una actividad que puede impactar a través el cambio de cobertura forestal hacia usos agrícolas, promoción de la erosión y contaminación de recursos hídricos.

Basterrechea<sup>38</sup> identifica las actividades agropecuarias como una de las principales fuentes de contaminación de los recursos hídricos en el país. Según este autor, el 40% de las descargas de agua contaminada que va a dar a las cuencas proviene de estas actividades y el 7% de la agroindustria (otra fuente importante, según este autor, es el agua de uso doméstico que representa el 40% de la contaminación de las aguas superficiales).

35- Canasta Básica Alimentaria (CBA): Se conoce como el conjunto de alimentos, expresados en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de calorías de un hogar promedio. Para Guatemala se calcula para una familia promedio de 5.38 miembros (INE, 2016a).

36- Canasta Básica Vital (CBV): Incluye, además del mínimo alimentario, los servicios básicos, tales como agua, luz, vestuario, vivienda, salud, transporte, recreación, educación, etcétera. (INE, 2016b).

37- La comparación también se hizo con el Salario Mínimo no Agrícola, pero la diferencia con el Salario Mínimo Agrícola es muy pequeña, por lo que con el objetivo de facilitar el análisis solo se incluyó a este último.

38- Basterrechea (2012).

Datos de INAB (2000)<sup>39</sup> revelan que en Guatemala el 33% de los suelos son de vocación agrícola, pero debido a la importancia que tienen para la sobrevivencia de las personas las áreas cubiertas por estas actividades superan ese porcentaje. Según estimaciones hechas en el presente trabajo, con base en el mapa de cobertura y uso actual de la tierra elaborado por MAGA (2015)<sup>40</sup> más el 80% de las tierras donde se cultivan granos básicos se localizan en zonas no aptas para agricultura, en este punto hay que tomar en cuenta que estos cultivos son la base de la alimentación del país. Datos de CONGCOOP<sup>41</sup> indican que la superficie apta para cultivar maíz es de 18,937 Km<sup>2</sup> y de esta superficie solamente 4,034 Km<sup>2</sup> (que equivale al 21% del área total disponible) se utilizan para este fin, este dato es revelador ya que indica que el 79% de la producción del cultivo se da en áreas que no cumplen con los requisitos agroecológicos del cultivo.

Al analizar la distribución de la tierra, tomando en cuenta el número de fincas, tamaño, total y clasificación de productores agrícolas, PNUD (2016)<sup>42</sup>, indica que en 2003 el 45.23% de los productores eran de infra-<sup>43</sup>subsistencia y poseían apenas el 3.24% de la tierra, el 46.83% eran productores de subsistencia<sup>44</sup> y contaban con el 18.62% del área dedicada a agricultura, el 6.08% eran excedentarios<sup>45</sup> y tenían el 21.55% del área, y el 1.86% eran productores comerciales<sup>46</sup> que contaban con el 56.59% de las tierras agrícolas del país (para más detalles ver Cuadro 1). En resumen puede decirse que el 92.05% de los productores agrícolas son de subsistencia e infrsubsistencia pero apenas tienen acceso al 22% de las fincas censales de Guatemala, y coincidentemente la mayoría de estos productores se localizan en tierras no aptas para hacer agricultura, lo cual incide directamente en la degradación de los suelos.

Datos generados por el GIMBOT (2014)<sup>47</sup> indican que en el período 2001-2010 la pérdida de cobertura forestal fue de 437,827 ha, en tanto que el incremento de las zonas donde se hace agricultura fue de 419,757 ha. Al comparar estos datos se evidencia que las zonas cubiertas por bosque están siendo sustituidas principalmente por tierras agrícolas, lo cual cobra mayor relevancia si se toma en cuenta que la tasa de crecimiento de la población en el país es de 2.34% (con lo que se requerirán más tierras para hacer agricultura), esto aunado a que la mayoría de los productores a nivel nacional tienen extensiones de tierra bastante limitadas, hace pensar que la presión sobre las tierras con cobertura forestal se incrementará en el futuro.

39- INAB (2000).

40- MAGA (2015).

41- CONGCOOP (2010).

42- PNUD (2016).

43- SAA (2014) define a los productores de infrsubsistencia como aquellos que "viven en condiciones de pobreza extrema y se caracterizan por el escaso acceso que tienen a recursos productivos, entre estos la tierra".

44- Según SAA (2014) los productores de subsistencia "se caracterizan por la utilización de mano de obra familiar; no cuentan con medios eficientes para producir ni con facilidades de acceso a servicios básicos, infraestructura, mercados crediticios y tecnológicos. El destino de la producción es el mercado interno y el autoconsumo".

45- SAA (2014) indica que los productores excedentarios "son aquellos que se dedican a cultivos no tradicionales, café orgánico y mediana producción ganadera. Se caracterizan por tener acceso a riego y tecnología. Su producción está destinada al mercado nacional e internacional".

46- SAA (2014) define a los productores excedentarios, como aquellos "que se dedican exclusivamente a la producción comercial con destino al mercado internacional, principalmente a la exportación de productos tradicionales (café, azúcar, banano, entre otros). Tienen acceso al crédito, riego y tecnología agropecuaria".

47- GIMBOT (2014).

**Cuadro 1** Número de fincas por tamaño, superficie total y clasificación de productores agrícolas para Guatemala en el año 2003.

Tamaño de la finca	Número fincas	Número de fincas en %	Área en Manzanas	Área en %	Clasificación productores
Menores de 1 manzana (mz)	375,708	45.23	172,413	3.24	Infra-subsistencia
De 1 a menos de 2 manzanas	185,196	22.29	242,313	4.56	Subsistencia
De 2 a menos de 5 mz	157,681	18.98	449,439	8.45	
De 5 a menos de 10 mz	46,099	5.55	298,039	5.61	Excedentarios
De 10 a menos de 32 mz	39,599	4.77	674,601	12.69	
De 32 a menos de 64 mz	10,929	1.32	470,717	8.85	Comerciales
De 1 Caballerías (Cab) a menos de 10	14,593	1.76	1,841,283	34.64	
De 10 Cab a menos de 20	610	0.07	513,014	9.65	
De 20 Cab. a menos de 50	222	0.03	403,606	7.59	
De 50 caballerías y más	47	0.01	250,412	4.71	
<b>Total</b>	<b>830,684</b>	<b>100</b>	<b>5,315,838</b>	<b>100</b>	

Fuente: PNUD (2016).

Al analizar la distribución de la población en Guatemala (2015)<sup>50</sup> indica que el 51.5% vive en áreas rurales y que este grupo presenta mayores índices de pobreza y exclusión social. Como ya se discutió anteriormente, la mayoría de la población rural se dedica a actividades agrícolas, la cual ejerce presión sobre las áreas forestales e influye sobre la calidad del suelo al aumentar las tasas de erosión y contaminación de los recursos hídricos. Con base en los factores expuestos se puede indicar que aunque no son las únicas causas la dinámica poblacional, pobreza, desigualdad y exclusión social son fuerzas motrices relevantes que ejercen presión sobre los usos forestales del suelo y ecosistemas.

### Sistema económico y comercio

Para poder entender el caso particular del sistema económico y el comercio hay que pensar en la economía como un sistema. Según Martínez-Alier y Roca<sup>51</sup>, los economistas convencionales consideran a la economía como un sistema cerrado que puede seguir funcionando indefinidamente mientras exista dinero que lubrique el sistema, o dicho de otra forma el sistema funciona porque el dinero permite a las empresas vender sus bienes y servicios, así como remunerar los factores de producción (tierra, trabajo y capital). Pero esta visión es reduccionista ya que no toma en cuenta que el sistema económico, por una parte, requiere del medio natural como fuente de energía y materias primas, y por otra, es generador de residuos materiales y energía degradada, los cuales son depositados en el ambiente natural (parte es reutilizada gracias a los procesos de reciclaje), para más detalles ver la Figura 5.

48- Una manzana equivale a 7,000 metros cuadrados.

49- Una caballería equivale a un poco más de 64 manzanas.

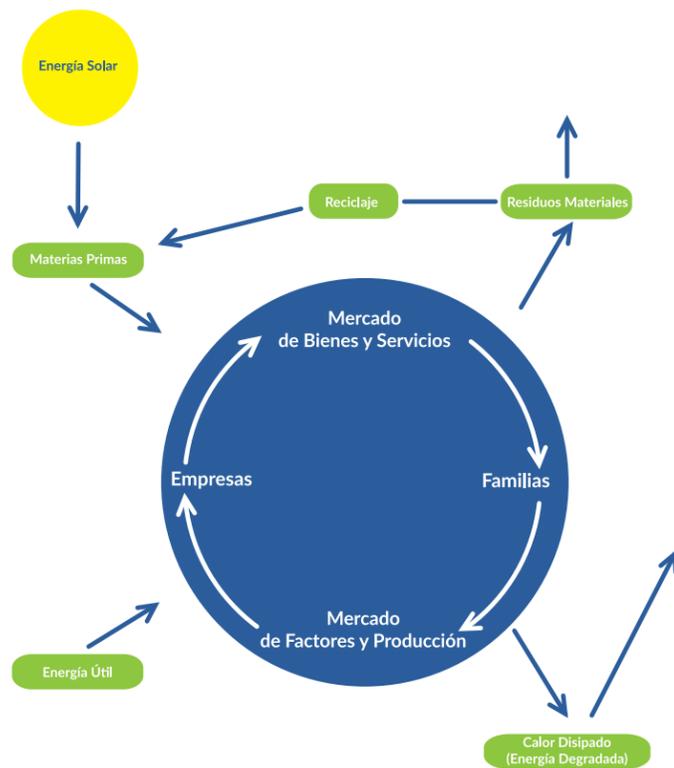
50- Icefi (2015).

51- Martínez-Alier y Roca (2001)

Dicho de otra forma, la economía es parte de un sistema abierto en el que el medio ambiente le provee los insumos necesarios para funcionar y recibe las externalidades que produce en forma de contaminación, por lo que funciona como Fuerza Motriz de dos sentidos, el primero es a través de la extracción de materias primas, lo cual si se realiza de manera insostenible puede impactar los stocks de recursos naturales y los flujos de servicios ambientales, y la segunda es a través de la deposición de desechos y energía en los sistemas naturales, lo cual dependiendo del recurso natural del que se trate puede incidir en su stock (al afectar su calidad) y/o en el flujo de los servicios ecosistémicos asociados a éste.

Ahora que se ha explicado de manera general cómo el sistema económico y el comercio son Fuerzas Motrices que impactan al medio ambiente y los recursos naturales, se hará una breve descripción de los principales elementos que permiten entender la economía en Guatemala.

Figura 5 La economía como un sistema abierto.



Fuente: Martínez-Alier y Roca (2001).

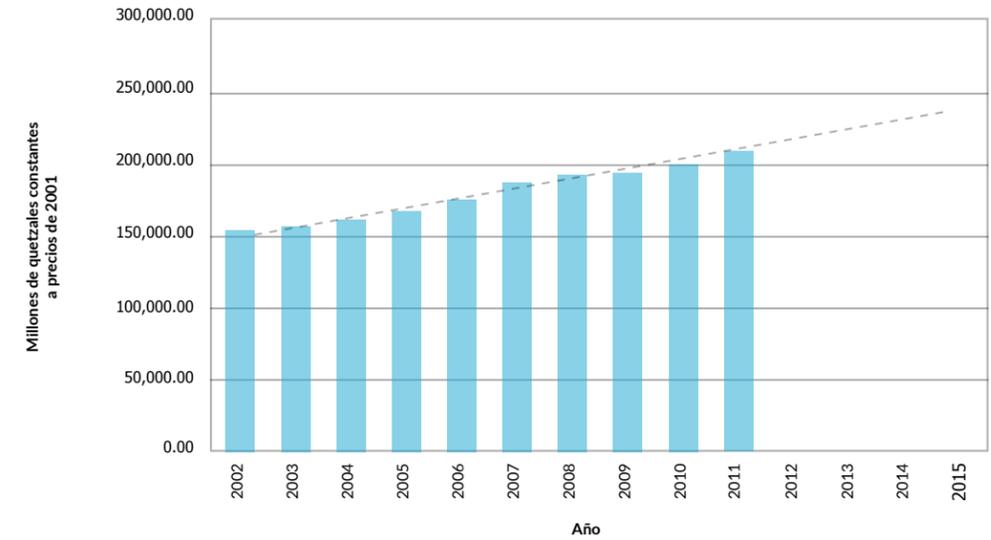
**a) Producción**

Guatemala tiene una de las economías más pujantes de Centroamérica; en 2015 su Producto Interno Bruto (PIB) fue de 488,333 millones de quetzales, de estos el mayor aporte fue hecho por el sector terciario, que constituyó el 64%, seguido por el sector secundario, con el 23%, y el primario, con 13%<sup>52</sup>.

En el período 2002-2014, el PIB pasó de 152,660 millones de quetzales a 240,706 millones de quetzales (a valores constantes de 2001), presentando una variación de entre 0.5 y 6.3% con un valor promedio de 3.6% (para más información ver Figura 6).

52- El sector primario, está compuesto por todas las actividades relacionadas con la obtención de recursos naturales (como por ejemplo la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura), el sector secundario está integrado por las actividades que transforman las materias primas en bienes, y el sector terciario lo conforman los servicios.

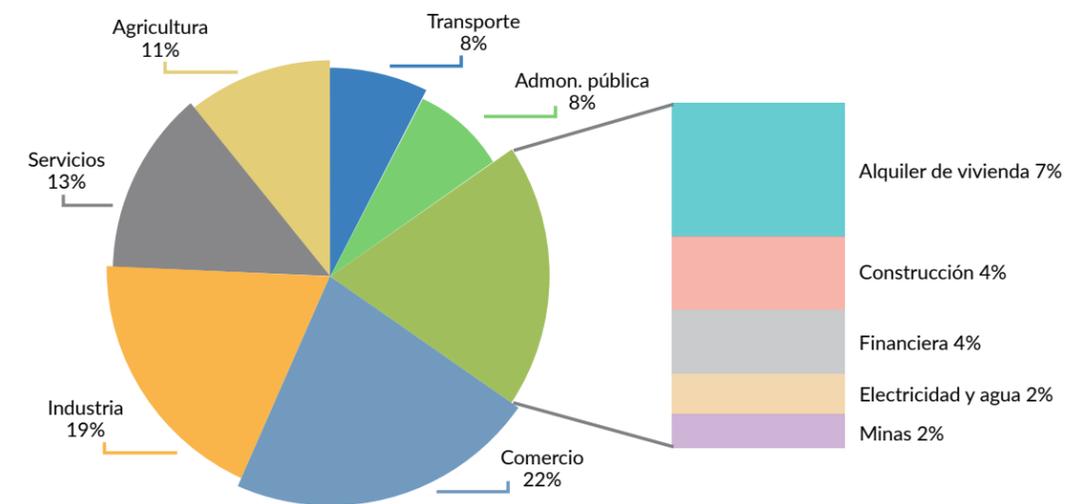
Figura 6 PIB a precios constantes para el período 2001-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

Las actividades económicas que más valor agregado generaron fueron Comercio (22%), Industrias manufactureras (18%), Servicios privados (13%), Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca (11%), y Transporte (12%) (para más detalles ver Figura 7). Un aspecto importante a tener en cuenta es la forma en que las actividades económicas cambian a lo largo del tiempo, en el caso particular del país entre 2002 y 2015 el aporte del Comercio, Transporte y Minería aumentó, en tanto que el de Industrias manufactureras, Servicios, Agricultura y Alquiler de vivienda se redujeron.

Figura 7 PIB por actividad económica para el año 2015.

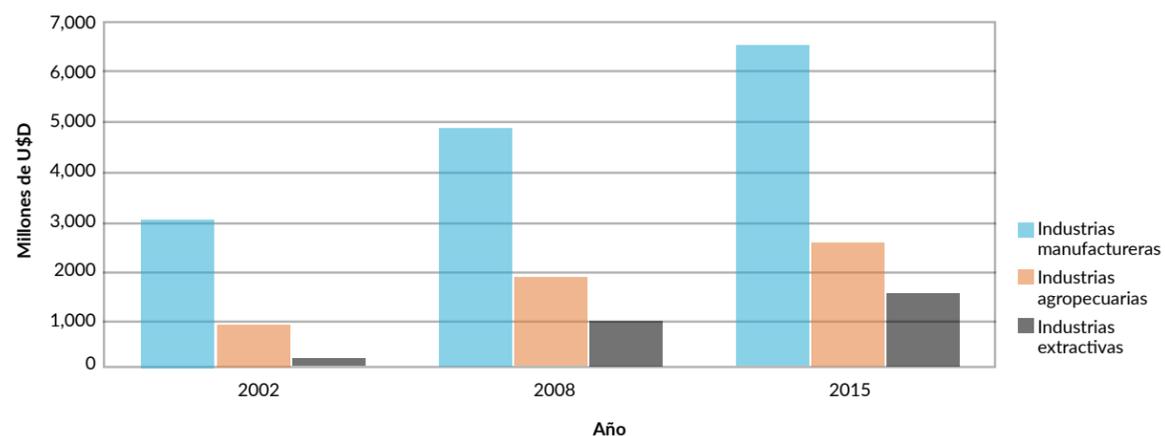


Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

Las exportaciones FOB<sup>53</sup> de mercancías generales para el período 2002-2015 se incrementaron en U\$D 6,515 millones, pasando de U\$D 4,162 millones a U\$D 10,677 millones, un aspecto interesante es que en tanto en 2002 los principales productos exportados eran artículos de vestuario (U\$D 1,238 millones) café (U\$D262 millones), azúcar (U\$D227 millones), banano (U\$D216 millones), y petróleo (U\$D149 millones), en 2015 son artículos de vestuario (U\$D1,325 millones), azúcar (U\$D851 millones), banano (U\$D716 millones), café (U\$D663 millones), grasas y aceites comestibles (U\$D361 millones). En 2015 los principales destinos de las exportaciones guatemaltecas fueron Estados Unidos (34%), Centroamérica (32%) y México (4%).

Al analizar las exportaciones de bienes por grupos se tiene que en el período 2002-2015 las exportaciones de bienes provenientes de industrias manufactureras se incrementaron en U\$D 5,157 millones, las de Industrias agropecuarias en U\$D 1,758 millones, y las de Industrias extractivas en U\$D 1,351 millones (para más detalles ver Figura 8).

Figura 8 Exportaciones de bienes 2002-2015.



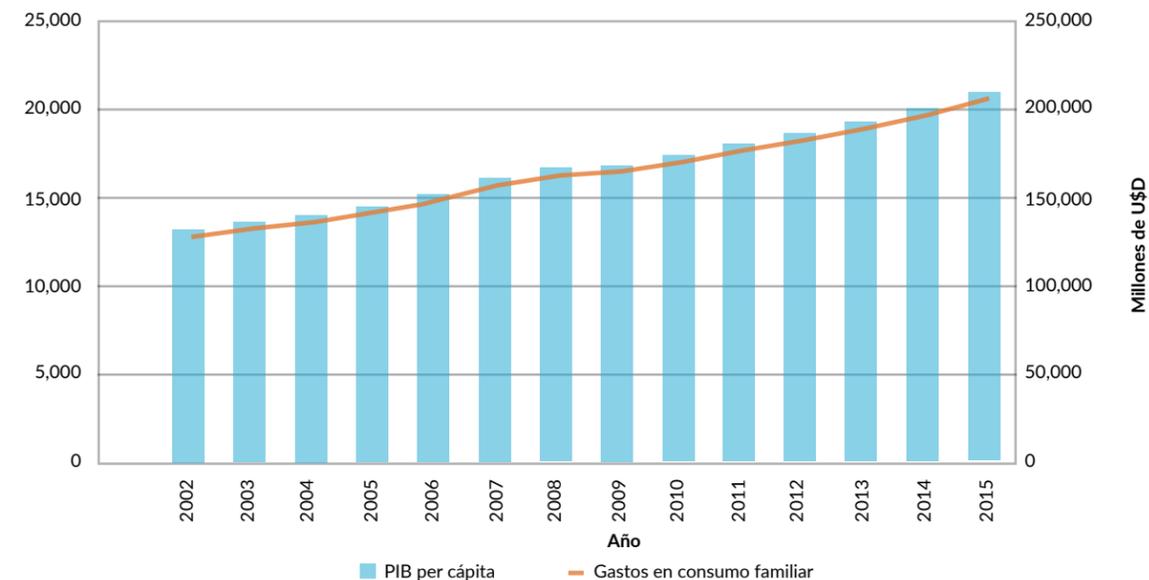
Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

b) Consumo

Al analizar el PIB (Figura 9), por el destino del gasto se tiene que en el período 2002-2015 el componente que presentó un crecimiento más dinámico fue el gasto en consumo público con un incremento de 6.2% por año, seguido del consumo privado (5.3%), y la exportación de bienes y servicios con (4.2%). Esto indica que en este período el motor de crecimiento fue la demanda interna, la cual está ligada al incremento del ingreso por habitante, las remesas familiares (Figura 10) y el control inflacionario.

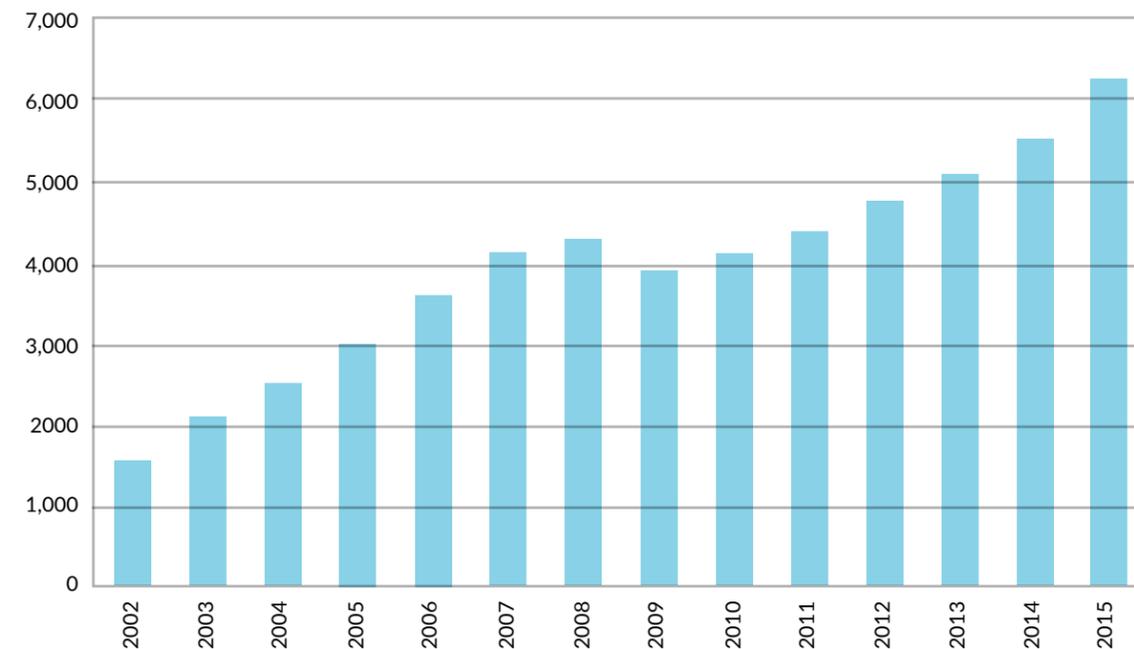
53- La abreviatura FOB es un acrónimo en inglés que significa Free OnBoard, que se traduce como libre abord, y hace referencia a un acuerdo internacional de comercio en el que el vendedor tiene que correr con los gastos y costos de movilización de la mercancía hasta el puerto de origen (exceptuando los gastos por concepto de seguro y flete), con lo que una vez que llega la mercadería al buque o medio de transporte la responsabilidad se traslada al comprador

Figura 9 PIB per cápita y gasto por consumo familiar 2002-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

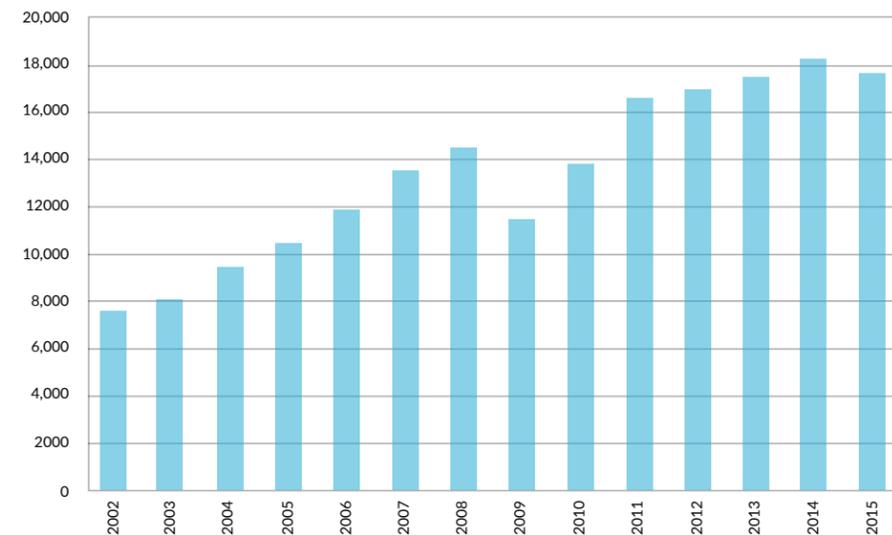
Figura 10 Remesas familiares 2002-2015 en millones de U\$D.



Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

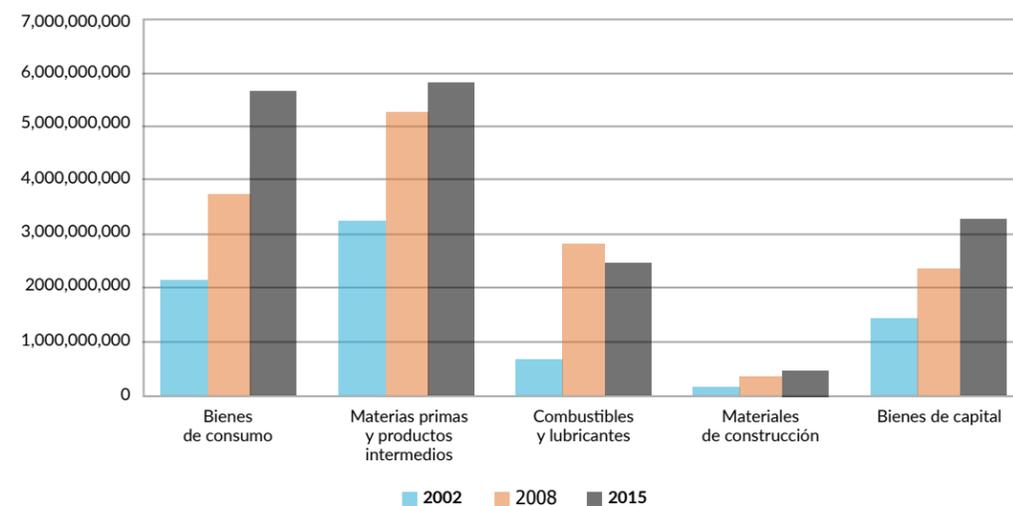
Las importaciones se incrementaron en U\$D 9,981 millones, pasando de entre U\$D 7,659 millones en 2002 a U\$D 17,640 millones en 2015 (Figura 11). En este mismo período las importaciones de materias primas y productos intermedios se incrementaron en U\$D 2,559 millones, las de bienes de consumo en U\$D 3,449 millones, las de bienes de capital en U\$D 1,841 millones, y las de combustibles y lubricantes en U\$D 1,833 millones (ver Figura 12). Los principales países de los que proceden las importaciones son Estados Unidos (37%), Centroamérica (15%) y México (12%).

Figura 11 Importaciones en el período 2002-2015 en Millones de U\$D.



Fuente: Elaboración propia con datos de Guatemala, Banguat (2016)

Figura 12 Valor (CIF) de las importaciones, clasificación CUODE, en millones de U\$D para los años 2002-2015



Fuente: Elaboración propia con datos del Banguat (2016)

### c) Interacciones entre economía y ambiente

Para analizar al mercado como una fuerza motora que ejerce presión sobre el ambiente hay que entender, en primer lugar, cómo los ecosistemas abastecen al mercado de materias primas para que este pueda funcionar. En el caso de Guatemala, los productos que se obtienen de los bosques van desde semillas y frutos oleaginosos hasta madera y leña, en el Cuadro 2 se muestran los productos que se obtienen de los bosques y los volúmenes aportados a la economía en el período 2000-2010, con valores que van desde 20,454.40 miles de toneladas en 2001 hasta 25,129.20 miles de toneladas en 2010, lo que indica que la extracción de materiales de los bosques se ha incrementado en 4,674.80 miles de toneladas (23%). En el Cuadro 3 se muestran los aportes en términos monetarios y se tiene que la oferta de productos del bosque generó en 2001 un total de 9,389 millones de quetzales y en 2010 este valor fue de 17,450 millones de quetzales.

Los aportes del bosque por tipo de producto pueden interpretarse de distintas maneras, dependiendo del indicador que se utilice, por ejemplo, si se analiza el aporte en toneladas se tiene que los principales productos son leña (46%) y troncos de madera (42%), que aportan el 88% de la biomasa total generada para usarse en el sistema económico (para más detalles ver Figura 13). Ahora bien, si los aportes del bosque se miden en unidades monetarias (quetzales) se tiene que los productos que hacen los principales aportes se incrementan en número (se diversifican), (ver Figura 14), siendo estos muebles (30%), leña (18%), madera aserrada y otro tipo de madera (11%), hule natural o látex (11%), semillas y frutos oleaginosos (7%).

Otro aspecto que se debe observar es que si se mide el aporte de la leña en toneladas es del 46%, en tanto que el de troncos de madera es de 42%. Ahora bien, si se mide el aporte de estos productos en términos monetarios es de 18% y 5%, esto indica que los mayores volúmenes de productos del bosque no son los que generan los mayores valores agregados para la economía, por lo que si se quiere que el sector forestal haga mayores aportes a la economía debe tecnificarse para producir algo más que materias primas.

Cuadro 2 Oferta física de productos del bosque (miles de toneladas) 2001-2010.

Productos vinculados al bosque	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Semillas y frutos oleaginosos	272.20	299.10	319.30	326.70	340.10	360.70	363.30	396.70	424.20	434.30
Plantas vivas, flores y semillas	62.60	64.90	73.40	70.50	72.20	72.60	82.20	80.90	75.40	74.90
Materias vegetales sin elaborar	10.60	10.40	7.50	7.70	8.40	8.20	9.40	8.80	9.30	9.20
Animales vivos	35.30	35.80	37.40	38.20	38.90	40.20	41.00	42.00	42.70	43.40
Troncos de madera	8,989.60	9,501.00	9,476.30	9,414.40	9,809.50	10,299.50	10,565.00	10,586.30	13.30	10,543.70
Leña	9,327.50	9,647.50	10,024.20	10,237.90	10,472.10	10,726.30	11,009.90	11,282.30	11,711.50	11,517.00
Otros tipos de madera sin elaborar	367.60	371.70	382.10	377.10	387.90	403.40	415.20	421.40	423.50	429.60
Hule natural o látex	59.40	68.90	92.10	149.70	161.90	196.30	250.50	293.60	315.40	327.00
Chicle y chiquibul <sup>54</sup>	0.20	0.30	0.50	0.40	0.50	0.40	0.50	0.60	0.60	0.60
Gomas, resinas y productos de la silvicultura	1,190.60	1,418.00	1,419.30	1,407.00	1,379.20	1,347.50	1,449.40	1,512.40	1,542.60	1,557.90
Madera aserrada y otros tipos de madera	46.90	21.20	20.50	28.60	32.60	33.00	37.80	38.30	28.70	31.10
Productos de madera, excepto muebles	29.80	61.60	36.90	37.80	43.40	47.60	54.60	48.80	48.80	56.80
Artículos de corcho y paja u otros materiales trenzables	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10
Muebles	11.30	11.30	12.60	13.40	15.70	15.90	19.20	22.50	20.30	15.50
Desperdicios o desechos no metálicos	50.80	50.90	62.40	60.20	67.80	70.50	80.10	78.20	78.60	88.00
Total de productos vinculados al bosque	20,454.40	21,562.70	21,964.60	22,169.90	22,830.20	23,622.40	24,378.10	24,813.00	14,735.10	25,129.20

Fuente: INE, Banguat y IARNA-URL (2013a).

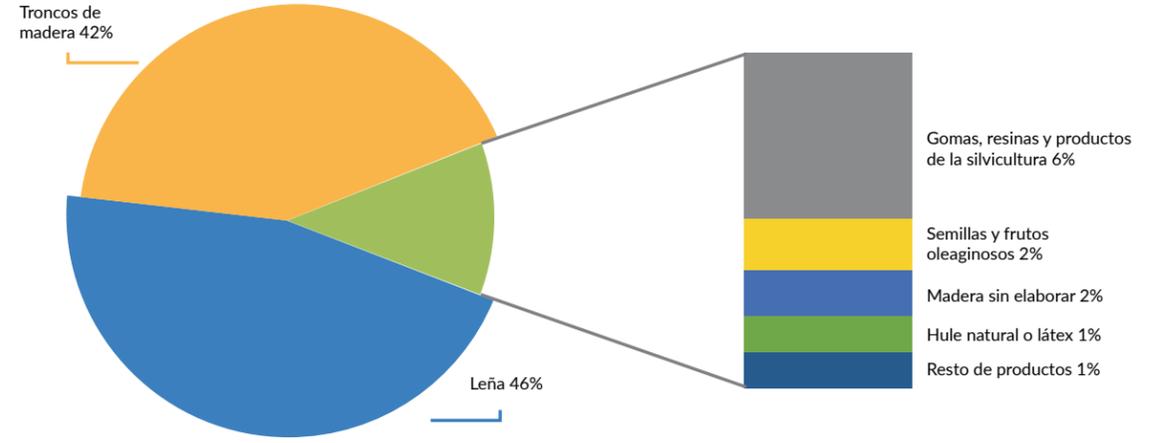
54- látex de chicle de inferior calidad

Cuadro 3 Oferta de productos del bosque (millones de quetzales) 2001-2010.

Producto	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Otras semillas y frutos oleaginosos	586.60	665.80	719.40	757.70	797.10	862.80	901.20	1,085.60	1,165.40	1,265.40
Otras plantas vivas, flores y semillas	418.40	479.00	507.90	506.80	528.10	571.30	640.10	624.00	693.40	677.10
Otras materias vegetales sin elaborar	21.90	21.60	25.40	24.80	27.10	29.60	32.70	35.70	51.10	61.90
Otros animales vivos	121.00	129.60	141.20	154.60	170.10	183.10	197.30	219.00	232.00	241.20
Troncos de madera	675.90	716.90	722.50	725.10	752.10	792.50	816.90	832.20	832.90	848.80
Leña	1,537.20	1,698.10	1,859.50	1,980.90	2,190.80	2,372.90	2,579.40	2,818.30	2,934.10	3,123.00
Otros tipos de madera sin elaborar	109.10	115.10	120.40	122.30	129.70	135.20	139.10	142.30	144.70	153.70
Hule natural o látex	220.60	257.10	346.00	566.30	618.20	915.10	1,172.80	1,509.50	1,115.60	1,876.30
Chicle y chiquibul	4.40	4.90	7.20	6.60	8.70	9.10	11.20	14.80	13.80	15.00
Otras gomas, resinas y productos de la silvicultura	207.90	247.80	264.50	270.80	286.10	291.40	316.30	362.30	373.30	383.90
Madera aserrada y otros tipos de madera	1,496.10	1,533.50	1,572.30	1,583.00	1,581.40	1,777.10	1,941.00	2,041.10	1,953.50	2,007.60
Productos de madera, excepto muebles	700.50	868.40	820.20	911.20	970.40	1,097.00	1,301.60	1,255.50	1,211.60	1,159.20
Artículos de corcho y paja u otros materiales trenzables	14.20	14.50	17.10	18.70	20.00	21.00	21.80	30.70	30.20	34.00
Muebles	3,095.20	3,170.70	3,296.70	3,592.00	3,793.70	4,220.80	4,614.10	4,901.20	4,706.90	5,305.50
Desperdicios o desechos no metálicos	180.10	176.60	211.10	230.10	239.30	198.20	226.20	172.90	192.10	298.10
Total de productos vinculados al bosque	9,389.10	10,099.60	10,631.40	11,450.90	12,112.80	13,477.10	14,911.70	16,045.10	15,650.60	17,450.70

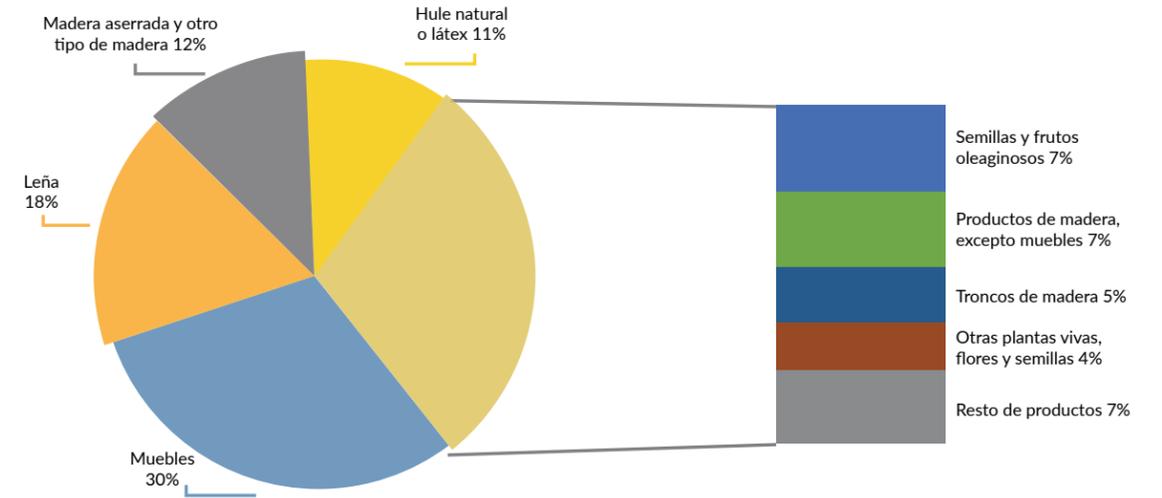
Fuente: INE, Banguat y IARNA-URL (2013a).

Figura 13 Productos del bosque en 2010  
(porcentajes basados en los aportes del bosque en miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a).

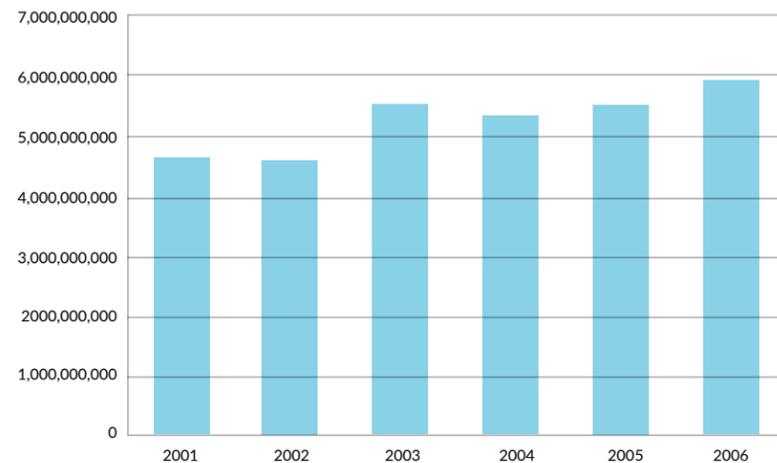
Figura 14 Productos del bosque en 2010  
(porcentajes basados en los aportes del bosque en millones de quetzales)



Fuente: Elaboración propia con datos del INE, Banguat y IARNA-URL (2013a).

Al momento de analizar los aportes del bosque a la economía nacional se debe tomar en cuenta el valor monetario de la producción de bienes y servicios generados por los bosques, también conocido como Producto Interno Bruto Forestal o PIBF; los datos de BANGUAT y URL-IARNA (2009) indican que para el período 2001-2006 varió desde 4,633 millones de quetzales, en 2001, hasta 5,914 millones de quetzales en 2006 (ver Figura 15).

Figura 15 Producto Interno Bruto Forestal (PIBF) en Quetzales.



Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009).

Aunque al estudiar los datos se puede apreciar que los montos se han incrementado y si se analizan con relación a su contribución al PIB se puede notar que ha pasado de 3.15% a 2.57%, con lo que se puede decir que su contribución se ha reducido. Este mismo autor también indica que la depreciación del activo natural fue de 1,210 millones de quetzales de 2,156 millones de quetzales, respectivamente, para 2001 y 2006. Dicho de otra forma, el uso insostenible de los recursos naturales en el proceso de generación de bienes y servicios causó una pérdida del activo forestal de 26%, en 2001, y 36% en 2006, o lo que es lo mismo de cada unidad (cada quetzal) de producción bruta de bienes y servicios forestales 26 centavos correspondieron a depreciación en 2001, y 36 centavos en 2006 (para más detalle ver Cuadro 4).

Según CCT y WRI<sup>55</sup> la depreciación del recurso forestal puede ser expresada tanto en términos económicos como en términos físicos (volumen o extensión). En el caso particular del país, el GIMBOT (2014)<sup>56</sup> indica que en el período 2001-2010 la cobertura forestal se redujo en 437,827 ha.

Cuadro 4 Comparaciones entre el PIB, PIBF y depreciación (en precios corrientes de cada año y porcentajes)

Año	PIB (Q)	PIBF (Q)	PIBF/PIB	Depreciación	DAF/PIBF
2001	146,977,845,956	4,632,970,648	3.15%	1,209,720,558	26%
2002	162,506,797,950	4,595,028,630	2.83%	1,390,543,050	30%
2003	174,044,123,652	5,519,743,903	3.17%	1,544,049,601	28%
2004	190,440,065,731	5,341,967,131	2.81%	1,659,639,686	31%
2005	207,728,932,560	5,509,714,335	2.65%	2,000,210,691	36%
2006	229,836,096,995	5,914,012,498	2.57%	2,156,445,167	36%

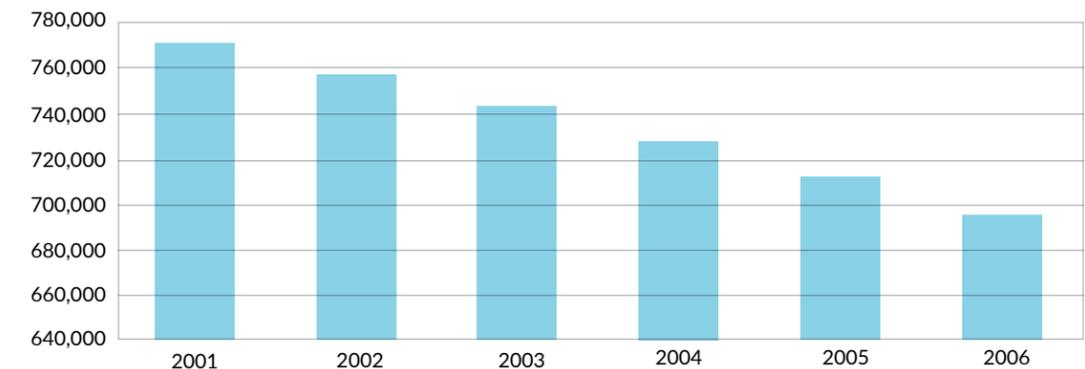
Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009).

55- CCT y WRI (1991).

56 GIMBOT (2014).

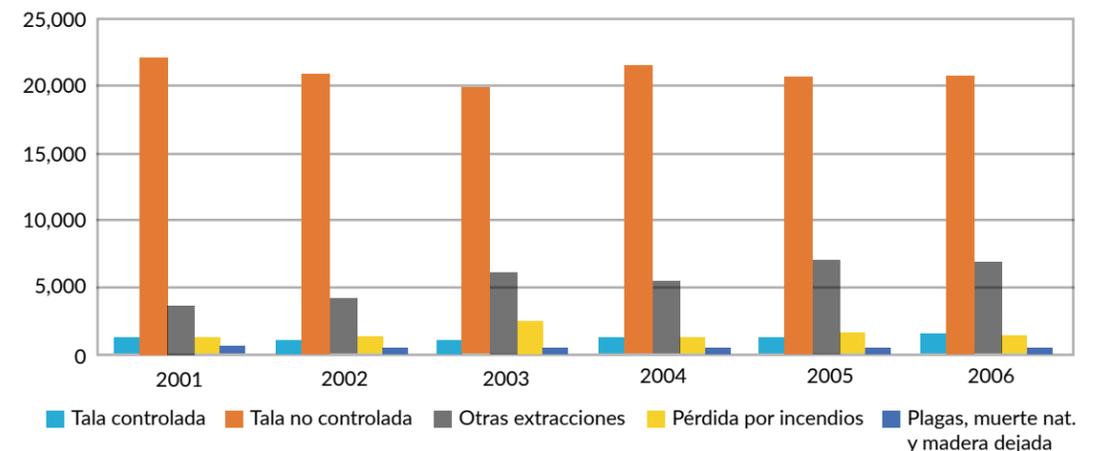
Con relación al volumen de madera, la Figura 16 muestra la reducción del stock, el cual pasó de 771,319 miles de metros cúbicos en 2001 a 695,282 miles de metros cúbicos en 2006, lo que equivale una reducción de 76,037 miles de metros cúbicos (10%) para ese período. A pesar que el bosque incrementa su volumen de manera natural y a que en el país se han reforestado grandes extensiones, las principales causas de la reducción en el stock de madera son la tala controlada y no controlada, las pérdidas por incendios, plagas muerte natural y madera dejada en el bosque. En la Figura 17 se muestran los datos de estas reducciones, en ella se puede apreciar que la mayor causa de pérdidas en el stock de madera es la tala no controlada.

Figura 16 Inventario de stock de madera en el período 2001-2006 (volumen de madera en millones de m<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009).

Figura 17 Principales causas de las pérdidas de stock de madera (en miles de m<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009).

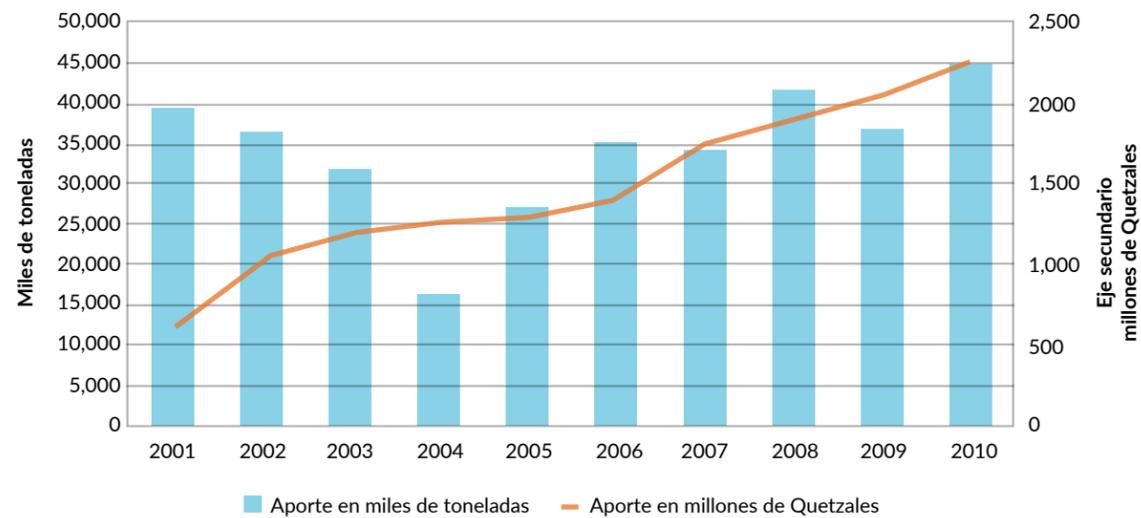
En relación a los recursos marino-costeros, datos del INE, Banguat y IARNA-URL (2013a)<sup>57</sup> muestran que para el período 2001-2010 el aporte económico de la pesca fue de apenas entre 0.19 y 0.72% de la oferta y utilización de la economía del país, pasando de 609.5 millones de quetzales en 2001 a 2,260.8 millones de quetzales en 2010, con lo que se tuvo un incremento de 1,651 millones de quetzales (271%). En términos de biomasa el aporte fue de 39,220 miles de toneladas en 2001 y 44,643 miles de toneladas en 2010, con lo que hubo un incremento de 5,423 miles de toneladas (14%); para más detalles ver Figura 18.

57- INE, Banguat y IARNA-URL (2013a)

El agua es fundamental en los procesos productivos ya sea porque se utiliza como materia prima, como refrigerante, o como disolvente. En 2001, el sistema natural aportó un total de 29,355 millones de metros cúbicos de agua a la economía, de estos 14,854 millones (51%) fueron consumidos de manera efectiva y 14,501 millones (49%) retornaron al ambiente; en 2010 este valor aumentó a 35,557 millones de metros cúbicos, de los cuales 20,020 millones (56%) se consumieron de manera efectiva y se retornaron 15,536.40 (44%) millones, los detalles se muestran en la Figura 19. Flujos de agua del ambiente a la economía y de la economía al ambiente en millones de m<sup>3</sup> para el período 2001-2010.

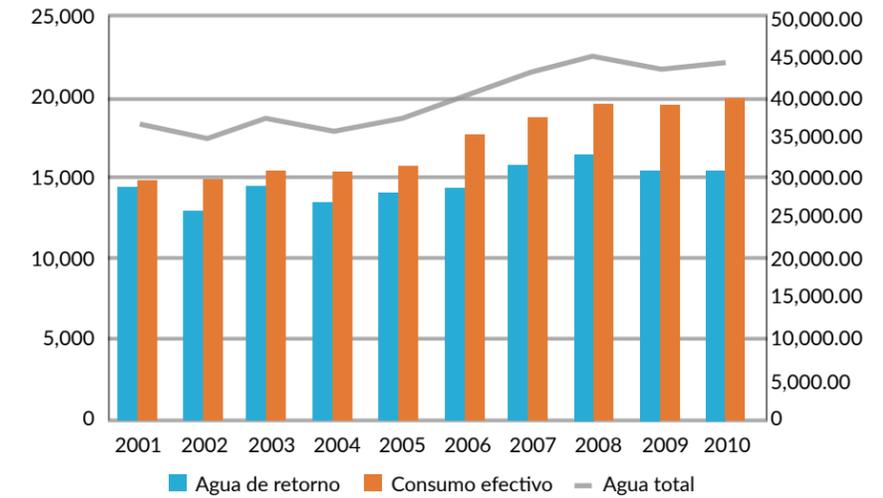
Al analizar la evolución de los datos a lo largo del tiempo se tiene que el consumo de agua se incrementó en 6,201.70 millones de metros cúbicos, o lo que es lo mismo se incrementó en un 21%.

**Figura 18** Oferta económica y de biomasa de productos pesqueros para el período 2001-2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b)

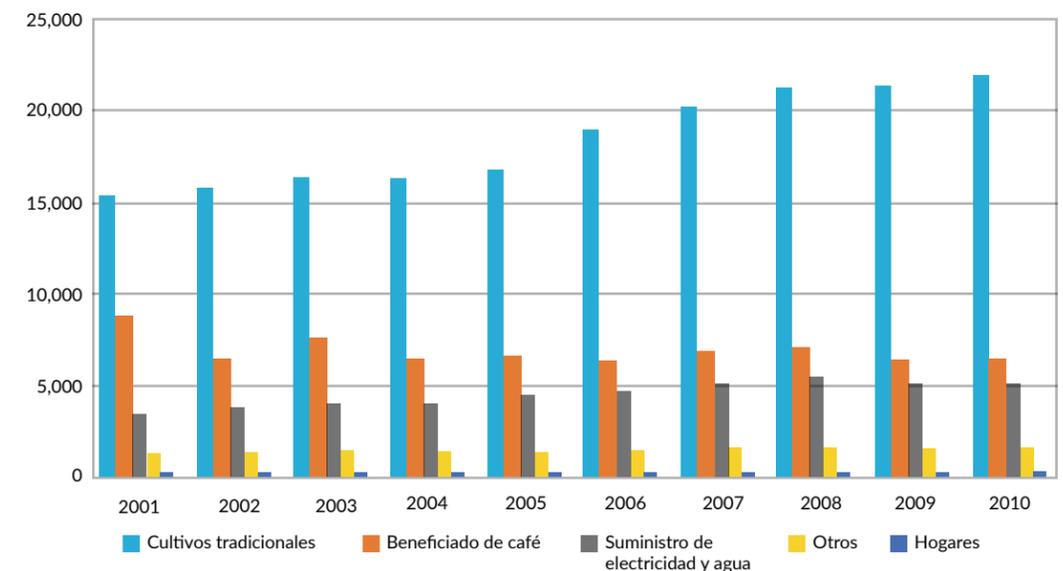
**Figura 19** Flujos de agua del ambiente a la economía y de la economía al ambiente en millones de m<sup>3</sup> para el período 2001-2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009).

Con base en los datos de BANGUAT y URL-IARNA (2009)<sup>58</sup>, al analizar los usos por sector para el período 2001-2010 se tiene que la agricultura es la que tiene una mayor demanda de agua, utilizando aproximadamente el 58%. Le sigue el beneficiado de café con un 22% (que aunque pertenece a las actividades manufactureras su importancia es tal que hay que analizarlo como un componente aparte), y suministro de electricidad y agua, con 14%, mientras que el resto de actividades económicas utiliza el 5%, y los consumidores finales usan poco más del 1%. Los datos para el período antes mencionados se muestran de manera gráfica en la Figura 20.

**Figura 20** Utilización del agua por sector económico en % para 2010

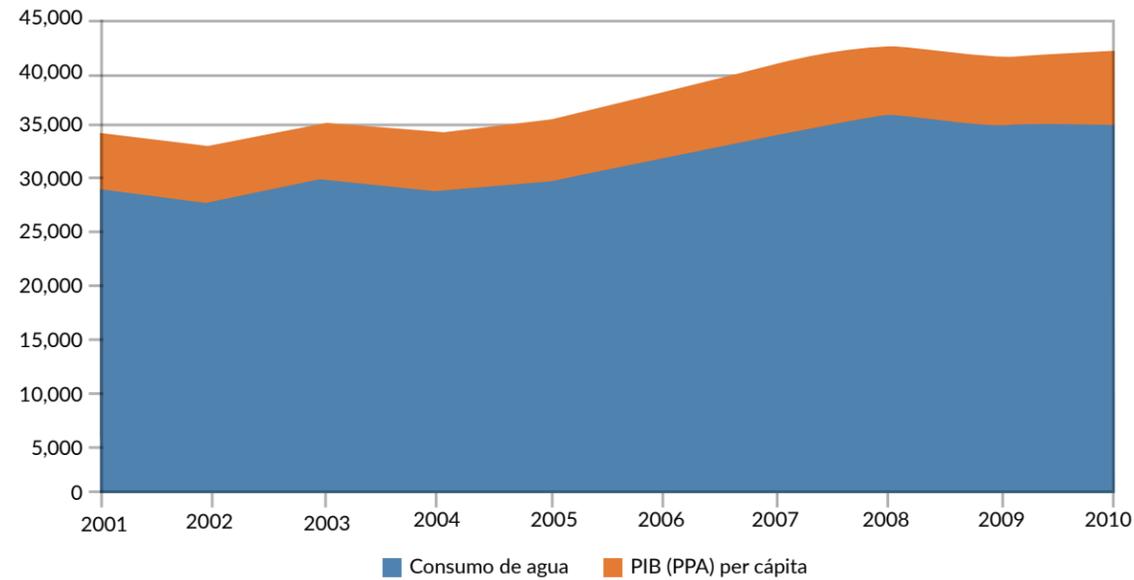


Fuente: Elaboración propia con datos de Banguat y URL-IARNA (2009a).

58- BANGUAT y URL-IARNA (2009).

En la Figura 21, se compara la serie de datos del período 2001-2010 del Producto interno Bruto (PIB) a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) per cápita y con el consumo de agua en millones de metros cúbicos, en esta se puede apreciar que la utilización de agua incide directamente en un aumento en la generación de bienes y servicios a nivel nacional, y que el incremento en el PIB incide en el incremento en los volúmenes de agua utilizados (al correr la prueba de coeficiente de correlación obtuvo un valor de 0.96). Aunque la serie es corta (apenas diez años) es un indicador útil que permite asegurar que existe una relación directa entre el uso del agua y la economía y viceversa.

**Figura 21** Comparación entre consumo de agua (en millones de metros cúbicos) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D) para el período 2001-2010.



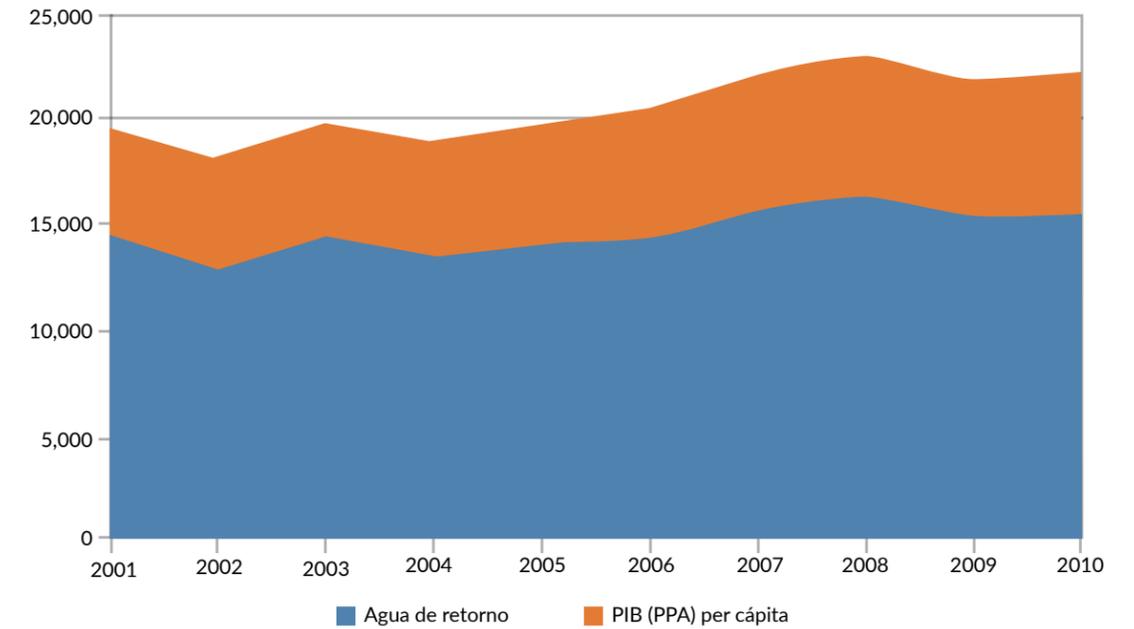
Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a) y Fondo Monetario Internacional -FMI- (2016).

En el punto anterior se mostró cómo el ambiente provee de agua a la economía para que esta pueda funcionar, pero esta relación funciona en doble vía, por lo que para poder analizarla como una fuerza motriz se elaboró la Figura 22, en la que se utilizan datos del período 2001-2010 para comparar el PIB a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) per cápita, con el retorno de agua (una vez utilizada por el sistema económico) en millones de metros cúbicos. Como se puede apreciar, hay una correlación que indica que el incremento en el PIB incide en el incremento en los volúmenes de agua de retorno (al correr la prueba de coeficiente de correlación obtuvo un valor de 0.82).

Al igual que en el caso anterior, la serie es de apenas diez años pero es un indicador preliminar que muestra que es posible establecer que hay estrecha relación entre la economía y los impactos al ambiente.

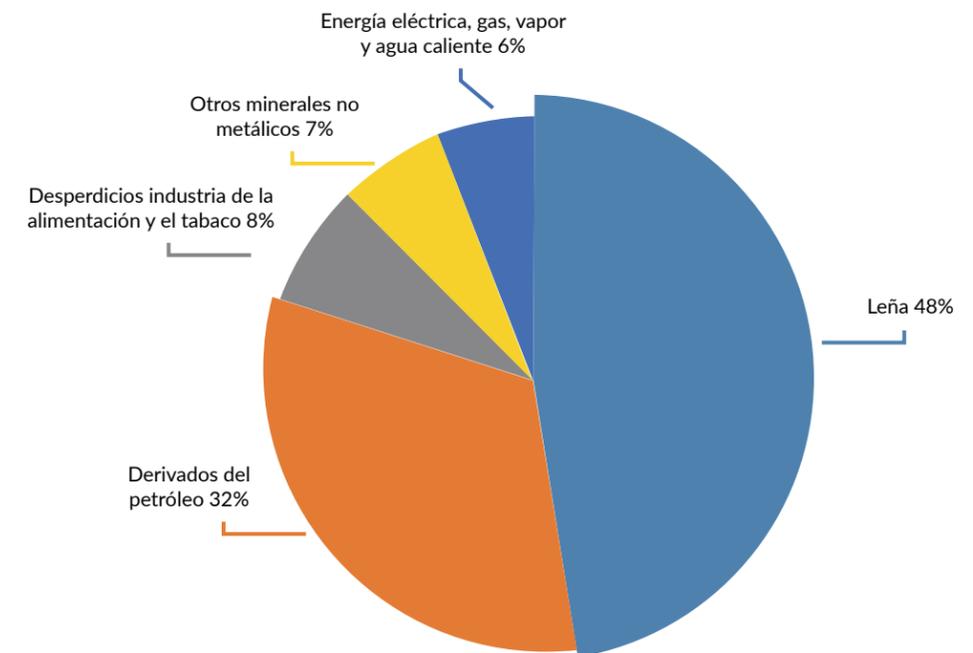
El medio ambiente es importante para el sistema económico no solo porque le provee de materiales, sino también de energía para funcionar; entre 2001 y 2010 la oferta energética pasó de 405,920 a 520,587 Tera Julios, lo que implica que se incrementó en un 28% en ese período. De la oferta total de energía de 2010 el 47% provenía de leña, el 32% del petróleo y el resto (para más detalles ver Cuadro 5 y Figura 23).

**Figura 22** Comparación entre el retorno de agua (en millones de metros cúbicos) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D) para el período 2001-2010.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a) y Fondo Monetario Internacional -FMI- (2016).

**Figura 23** Oferta producto energético (porcentajes) en 2010.



Fuente: INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b).

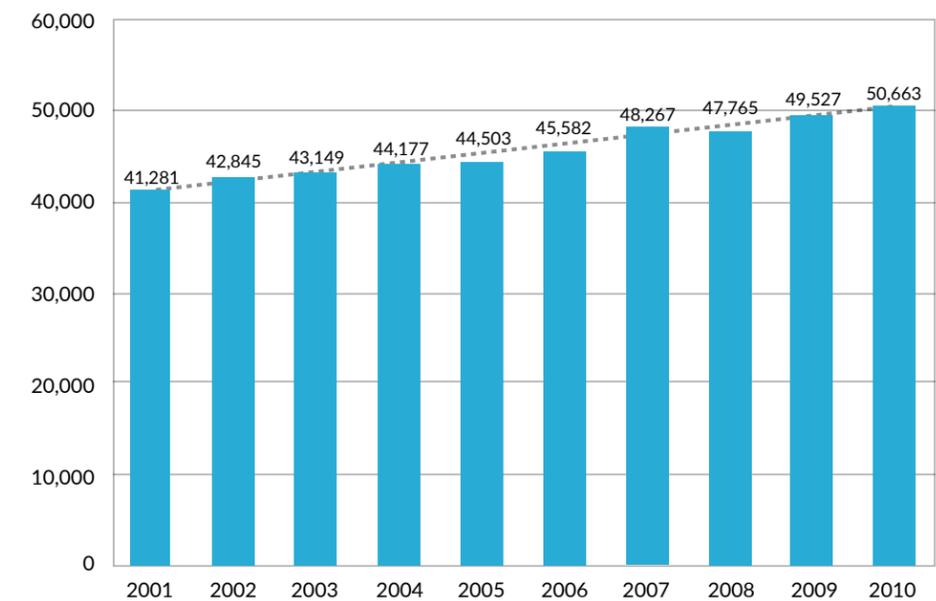
Cuadro 5 Oferta por producto energético (Tera julios)

Productos energéticos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leña	210,588	213,293	215,999	218,705	221,410	224,116	229,719	235,462	241,348	247,382
Petróleo crudo y gas natural	44,806	52,431	52,563	42,993	39,171	34,311	32,512	30,034	34,546	25,403
Gasoil (diésel)	32,725	38,893	47,991	46,524	53,408	52,505	55,920	46,428	59,586	52,970
Gasolina	27,697	30,816	34,826	35,918	35,723	38,644	43,437	38,127	46,413	44,416
Otros minerales no metálicos ncp	25,599	28,476	26,929	31,048	29,557	30,504	34,079	34,379	22,112	34,179
Energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente	19,187	21,224	21,824	23,576	23,052	25,124	27,246	27,023	28,365	29,472
Fuel oil y búnker (combustibles para calderas)	18,322	26,172	34,712	26,911	25,490	30,272	38,601	33,201	38,310	23,803
Desperdicios de la industria de la alimentación y el tabaco	16,747	19,924	18,729	25,896	23,053	24,198	28,196	27,717	35,836	40,980
Gases de petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	7,674	8,648	9,361	9,931	12,183	13,002	13,654	13,816	13,260	14,560
Kerosina	2,577	2,132	3,696	4,056	3,189	3,389	4,184	3,845	3,278	3,300
Otros productos de la refinación de petróleo ncp	0	0	0	5,885	7,613	7,883	8,323	5,900	5,203	4,124
<b>Total de la oferta</b>	<b>405,921</b>	<b>442,008</b>	<b>466,631</b>	<b>471,444</b>	<b>473,848</b>	<b>483,947</b>	<b>515,870</b>	<b>495,931</b>	<b>528,256</b>	<b>520,588</b>

Fuente: INE, Banguat y IARNA-URL (2013b)

Al analizar el aporte económico por producto energético en el período 2001-2010 varió de 17,528 millones de quetzales a 40,605 millones de quetzales, en donde la mayor contribución lo hizo la leña seguida de petróleo crudo y gas natural (para más detalles ver Cuadro 6). Un aspecto que hay que destacar es el rol de la leña, ya que como se vio cuando se analizaron los aportes del bosque a la economía se mostró que su valor en toneladas representaba el 46% de la biomasa total aunque su aporte monetario era de apenas del 5%, un caso similar ocurre con sus aportes en términos energéticos, donde su aporte en Tera Julios es del 47%, pero su aporte económico es de apenas 8%.

Para analizar los impactos de la generación de energía es necesario conocer la oferta de emisiones que se tienen por año y por producto; las emisiones pasaron de 41,281 a 50,663 toneladas de carbono equivalente, lo que implica un aumento de 23% (9,383 toneladas de carbono equivalente) para más detalles ver Figura 24.

Figura 24 Oferta de emisiones para el período 2001-2010 (toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>).

Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b).

Al examinar el aporte de las emisiones por producto se tiene que la leña es el que hace el mayor aporte, ya que en 2010 fue aproximadamente de 64%, seguido de los productos derivados del petróleo, con 21%; los datos para el período 2001-2010 se muestran en el Cuadro 7, y los datos para 2010 se muestran de manera gráfica en la Figura 25.

Cuadro 6 Oferta por producto energético en millones de quetzales para el periodo 2001-2010.

Productos energéticos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leña	1,537	1,698	1,860	1,981	2,191	2,373	2,579	2,818	2,934,1	3,123
Petróleo crudo y gas natural	2,175	2,145	1,590	1,744	2,108	1,980	1,997	2,838	1,708,0	2,054
Otros minerales no metálicos	229	211	222	222	238	374	417	599	450,2	769
Gasolina	3,559	3,687	4,148	4,730	5,642	7,198	8,895	9,489	8,410,6	9,538
Gasoil (diésel)	2,940	2,987	3,540	3,786	5,430	6,268	7,830	9,015	7,407,2	8,375
Fueloil y búnker (combustibles para calderas)	1,032	1,198,7	1,379	1,109	1,724	1,948	2,926	3,754	3,456,0	2,971
Kerosina	254	177	143	87	128	106	127	141	101,3	93
Gases de petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	660	617	900	1,039	1,417	1,522	1,901	2,251	1,716,6	2,200
Otros productos de la refinación de petróleo	331	268	348	329	381	399	495	492	399,7	551
Desperdicios de la industria de la alimentación y el tabaco	45	48	52	60	67	87	96	192	160,2	125
Energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente	4,765	5,308	5,820	6,719	7,324	7,743	8,639	9,924	9,602,5	10,807
<b>Total de los productos</b>	<b>17,528</b>	<b>18,344</b>	<b>20,002</b>	<b>21,805</b>	<b>26,651</b>	<b>29,998</b>	<b>35,903</b>	<b>41,514</b>	<b>36,346,6</b>	<b>40,605</b>

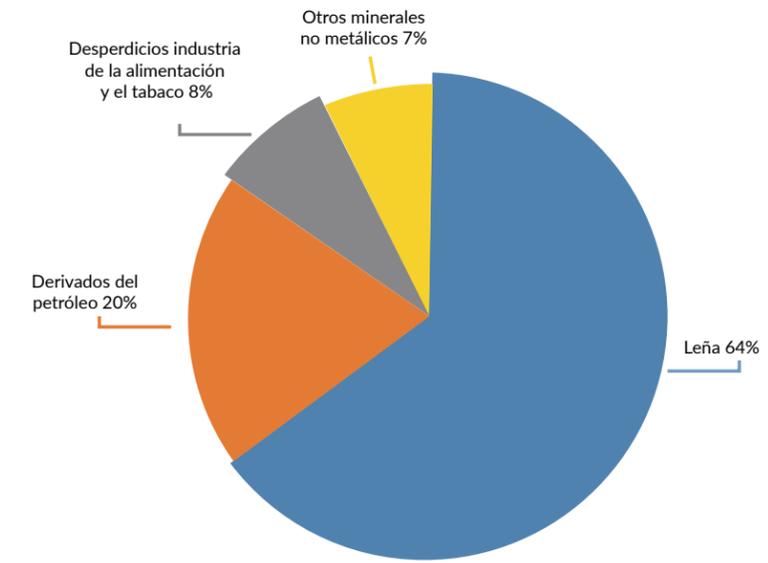
Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a)

Cuadro 7 Oferta de emisiones en porcentaje para el periodo 2001-2010.

Productos energéticos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leña	67,26	65,64	66,00	65,27	65,60	64,83	62,75	64,99	64,25	64,39
Petróleo crudo y gas natural	0,61	0,56	0,71	0,58	0,44	0,43	0,49	0,35	0,51	0,41
Otros minerales no metálicos	6,22	6,67	6,26	7,06	6,66	6,71	7,09	7,23	4,48	6,77
Gasolina	5,72	5,87	5,61	5,53	5,73	5,82	5,78	5,71	6,10	5,86
Gasoil (diésel)	7,80	8,32	8,37	7,77	8,45	8,41	8,46	7,47	8,26	8,03
Fueloil y búnker (combustibles para calderas)	6,20	6,22	6,50	4,76	4,59	5,13	6,21	5,14	6,22	3,48
Kerosina	0,72	0,59	0,61	0,65	0,55	0,53	0,61	0,59	0,49	0,48
Gases de petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	1,27	1,32	1,44	1,45	1,41	1,42	1,40	1,42	1,27	1,29
Otros productos de la refinación de petróleo ncp	0,00	0,00	0,00	0,87	1,19	1,22	1,17	1,11	0,95	0,93
Desperdicios de la industria de la alimentación y el tabaco	4,20	4,81	4,48	6,06	5,35	5,49	6,04	6,00	7,49	8,36
Energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente	4,765	5,308	5,820	6,719	7,324	7,743	8,639	9,924	9,602,5	10,807
<b>Total de los productos</b>	<b>17,528</b>	<b>18,344</b>	<b>20,002</b>	<b>21,805</b>	<b>26,651</b>	<b>29,998</b>	<b>35,903</b>	<b>41,514</b>	<b>36,346,6</b>	<b>40,605</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2013a)

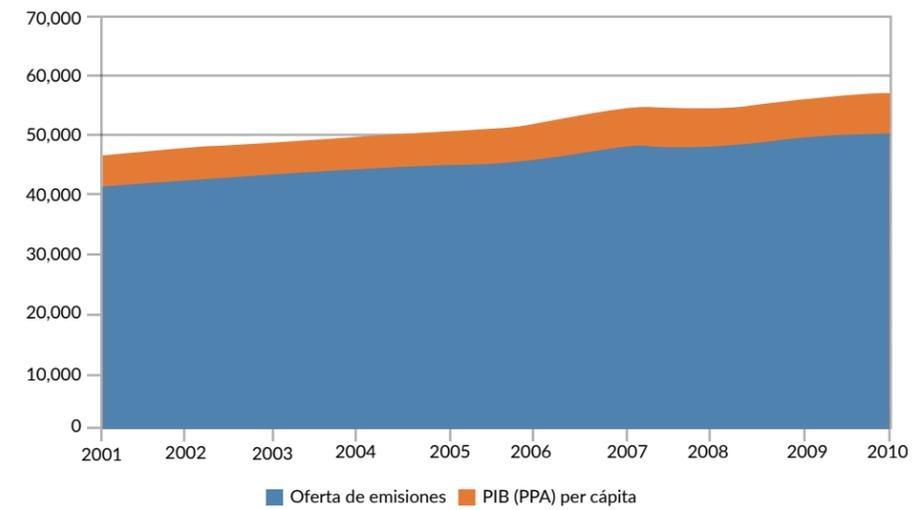
Figura 25 Oferta de emisiones para 2010 (en porcentaje).



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2013b).

En la Figura 26 se compara el PIB (PPA) per cápita con las emisiones de dióxido de carbono, y se puede apreciar cómo al aumentar el PIB aumentan las emisiones, y cuando éstas lo hacen también lo hace el PIB. Al correr la prueba de coeficiente de correlación obtuvo un valor de 0.97 y aunque la serie de datos es de apenas de 10 años es un indicador que hay que tomar en cuenta, ya que es una indicación de cómo el desarrollo del sistema económico puede impactar de manera negativa el medio ambiente.

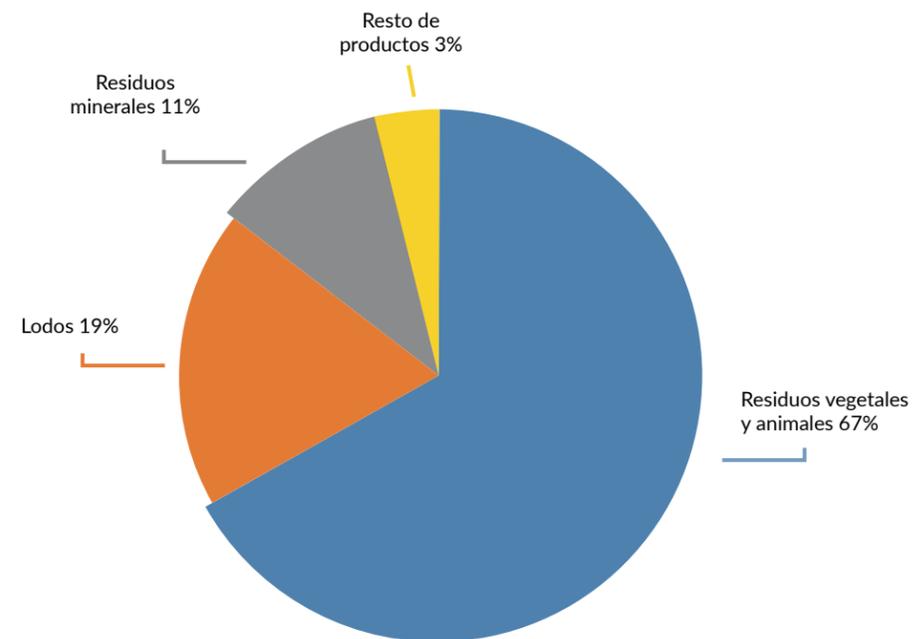
Figura 26 Comparación entre emisiones de dióxido de carbono (en toneladas) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D).



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a) y Fondo Monetario Internacional -FMI- (2016).

Dentro de los impactos de la economía hacia el medio ambiente está la emisión de desechos sólidos, que en Guatemala para el período 2001-2010 en promedio fue de 105,412,381 toneladas, pasando de 81,866,546 toneladas a 112,945,902, lo que implicó un incremento del 38% (31,079,356 toneladas), para más detalles ver el cuadro 8. Los tipos de residuos con los mayores volúmenes se presentan en la Figura 27, en esta se puede apreciar que los que representan los mayores volúmenes son los residuos vegetales y animales, seguidos de residuos minerales y lodos, que para 2010 representaron el 67, 19 y 11%, respectivamente.

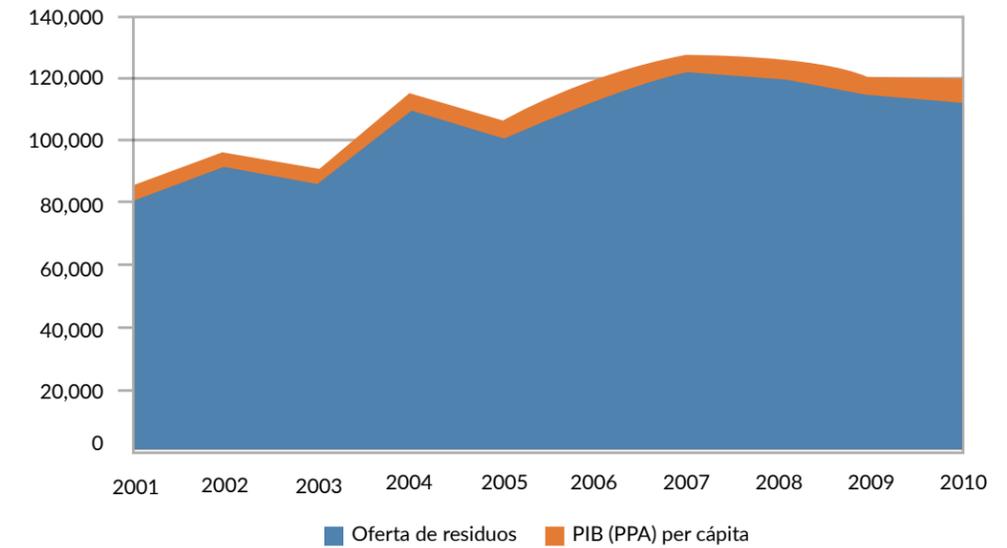
Figura 27 Oferta física de residuos en porcentaje en 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b)

Para establecer la relación que existe entre la economía y el medio ambiente y poder analizar a la primera como una fuerza motriz que impacta a la segunda hay que correlacionarlas. Para esto se elaboró la Figura 28, en la que se comparan valores del PIB a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) per cápita con la oferta de desechos sólidos en miles de toneladas para el período 2001-2010. Como se puede apreciar en la Figura, hay una correlación de datos (del 88%) que muestra que el crecimiento en el PIB incide directamente en el aumento de los desechos sólidos. Al igual que en otros casos que se presentan en este trabajo, la serie de datos es muy corta pero el indicador es útil para hacer análisis preliminares.

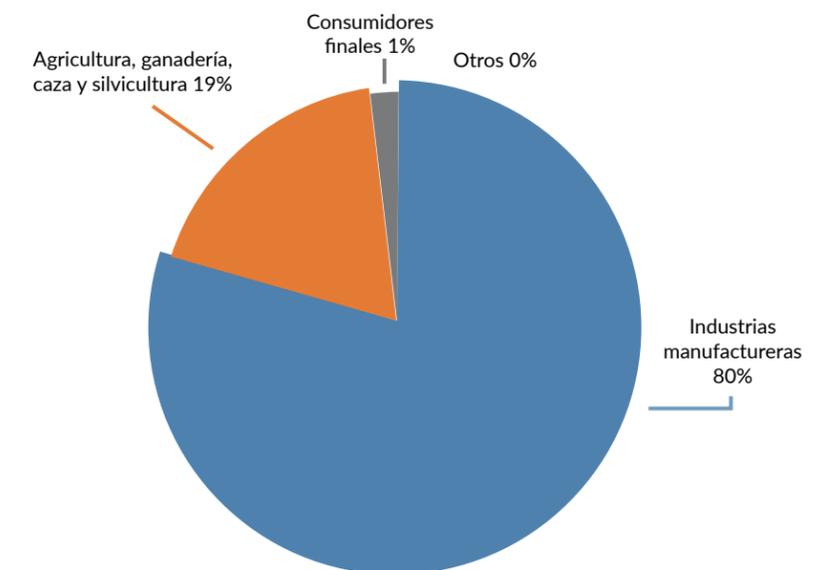
Figura 28 Comparación entre la oferta de desechos sólidos (miles de toneladas) y PIB (PPA) per cápita (a precios constantes en U\$D)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013a) y Fondo Monetario Internacional -FMI- (2016).

Si se analizan los aportes por sector de la economía se tiene que las industrias manufactureras son por mucho el sector que más residuos sólidos genera, con aproximadamente el 80% del total (90,112,828 toneladas), seguida de Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura, con aproximadamente el 19%. Estos datos se pueden apreciar de manera gráfica en la Figura 29.

Figura 29 Oferta física de residuos por actividad económica en toneladas para 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b).

A manera de resumen puede decirse que en la presente sección se ha presentado información que demuestra con evidencia empírica que los ecosistemas proveen de materias primas a la economía, y que en algunos casos (como el de los productos forestales) la provisión de materias primas está causando una depreciación del capital natural. También se han aportado datos que muestran como el sistema económico genera una serie de desechos que van a dar al medio ambiente (agua, dióxido de carbono y residuos). Todos estos datos evidencian cómo el sistema económico se constituye en una fuerza motriz que impacta directamente en los recursos naturales y el medio ambiente.

Cuadro 8 Oferta física de residuos en toneladas para el periodo 2001-2010

Tipo de residuos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Residuos vegetales y animales	59,063,827	64,677,712	58,882,066	63,478,408	63,575,197	73,728,889	77,392,090	75,970,084	74,497,854	75,601,366
Residuos minerales	10,070,034	11,554,400	12,021,989	13,958,774	13,481,634	13,790,651	17,442,653	15,914,468	13,233,126	12,243,372
Lodos	9,871,300	12,706,832	11,922,102	29,393,742	20,090,116	22,483,263	23,033,502	24,269,848	22,951,702	21,293,168
Residuos no metálicos	1,012,683	1,109,172	1,387,242	1,512,382	1,849,108	1,588,102	1,489,042	1,545,749	1,585,354	1,582,603
Estiércol, gallinaza y cerdaza	664,780	700,242	713,587	724,547	744,764	786,020	808,787	804,864	799,835	835,666
Residuos biológico-infecciosos	556,244	626,895	648,331	622,030	598,960	822,456	842,284	847,750	833,781	818,602
Residuos estabilizados	430,622	314,637	212,957	471,840	447,342	413,581	432,388	400,311	430,951	341,397
Otros residuos	158,051	161,993	166,067	170,251	174,524	178,893	190,451	185,587	180,744	185,774
Residuos metálicos	26,447	27,106	27,788	28,488	29,203	29,934	31,868	31,054	30,244	31,086
Equipo desechado (acumuladores)	10,754	10,754	10,754	10,754	10,754	10,754	11,431	11,149	10,752	11,181
Residuos ordinarios	1,805	1,782	1,690	1,647	1,680	1,667	1,702	1,750	1,756	1,688
<b>Total</b>	<b>81,866,546</b>	<b>91,891,524</b>	<b>85,994,574</b>	<b>110,372,862</b>	<b>101,003,282</b>	<b>113,834,210</b>	<b>121,676,197</b>	<b>119,982,615</b>	<b>114,556,098</b>	<b>112,945,902</b>

Fuente: INE, Banguat y IARNA-URL (2,013b)

## Bibliografía

Ash, N., Blanco, H., Raudsepp-Hearne, C., Simpson, R.D., Brown, C., Scholes, R., ... Zurek, M. (2003). Ecosystems and human well-being: A manual for assessment practitioners. Washington D.C.: Island Press. 285 p.

Banco Mundial. (12 de noviembre de 2016). Banco de datos mundial. Recuperado de <http://www.bancomundial.org/>

BANGUAT. (17 de Octubre de 2016). Estadísticas Macroeconómicas. Guatemala: Banco de Guatemala. Recuperado de <http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=111348&aud=1&lang=1>

BANGUAT y URL, IARNA. (2009). Cuenta Integrada de Bosque: Resultados y análisis. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar -IARNA-URL-

Basterrechea, M. (2012). Estado del agua en Guatemala. En B. Jiménez, y T. Galizia. Diagnóstico del agua en las Américas (pp. 281-307). México, D.F.: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.

CCT y WRI. (1991). La depreciación de los recursos naturales de costa rica y su relación con el sistema de cuentas nacionales. San José de Costa Rica: Centro Científico Tropical -CCT- e Instituto de Recursos Mundiales -WRI-.

CONGCOOP. (2010). Nuestro maíz, nuestro futuro. Estudios para la reactivación de la producción nacional de maíz en Guatemala. Guatemala: Instituto de Estudios Agrarios y Rurales -IDEAR- y Coordinación de ONG y Cooperativas -CONGCOOP-.

FMI. (Noviembre de 2016). World Economic Outlook Database, April 2016: Guatemala. Recuperado de <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/weoser.asp?c=258&t=1>

GIMBOT. (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. Guatemala: GIMBOT.

Hsu, A., et al. (2014). The 2014 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Hsu, A. et al. (2016). Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale University. Recuperado de [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu).

Icefi. (2015). Desarrollo rural de Centroamérica en cifras: Guatemala. Guatemala: Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales -Icefi-.

Icefi. (2016). Incidencia de la política fiscal en la desigualdad y la pobreza. Guatemala. Guatemala: Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales -Icefi-.

INAB. (2000). Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso: Aplicación de una metodología para tierras de la República de Guatemala. Guatemala: INAB. 96 p.

INE. (2015a). Compendio estadístico ambiental 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2015b). Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2016a). Dirección de índices y estadísticas continuas: Costo mensual de la canasta básica alimentaria -CBA-. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores>

INE. (2016b). Dirección de índices y estadísticas continuas: Costo mensual de la canasta básica vital o ampliada -CBV-. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores>

INE, Banguat y IARNA-URL. (2,013a). Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: Compendio estadístico (SCAE 2001-2010). Tomo I. Guatemala: INE, Banguat y IARNA-URL.

INE, Banguat y IARNA-URL. (2,013b). Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: compendio estadístico. SCAE 2001-2010. Tomo II. Guatemala: INE, Banguat y IARNA-URL.

MAGA. (2001). Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -memoria técnica-. Guatemala: MAGA. 109 p.

MAGA. (2005). Atlas temático de la República de Guatemala. Serie de Recursos Naturales. Guatemala: MAGA. 62 p.

MAGA. (29 de Noviembre de 2015). Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2010. Recuperado de <http://web.maga.gob.gt/download/Mapa-Nacional.jpg>

Martinez-Alier, J. y Roca, J. (2001). Economía Ecológica y Política Ambiental. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Martínez López, J.F. y Simón Caná, J.F. (2013). Fragmentación del territorio en Guatemala en el siglo XXI. Viabilidad de la conversión en municipios de las aldeas: San Vicente Buenabaj, Boca del Monte, La Máquina, Ciudad Peronía, Sipacate, Santo Tomás de Castilla, El Rancho, Ciudad Pedro de Alvarado, La Mesilla, San Jorge e Ixcán. 2000-2012. Guatemala: DIGI/CEUR.

MINTRAB. (Noviembre de 2016). Gobierno de la República de Guatemala, Ministerio de Trabajo y Asistencia Social, Historia de salarios mínimos. Recuperado de <http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html>

PNUD. (2016). Más allá del conflicto, luchas por el bienestar. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016. Guatemala: PNUD.

PNUMA. (2010). Perspectivas del medio ambiente: América Latina y el Caribe. GEO ALC 3. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA-.

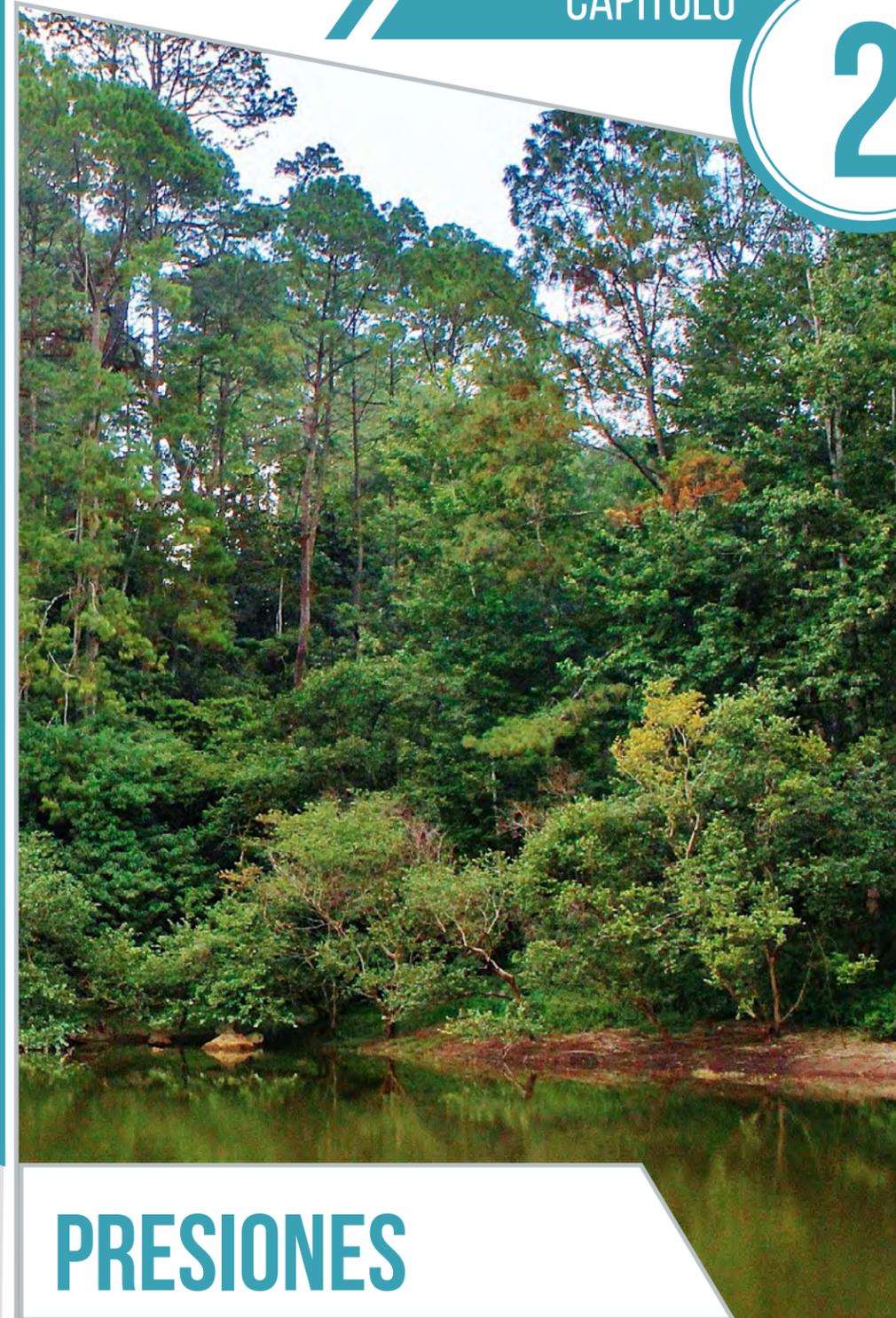
SAA. (octubre de 2014). Política Agraria. Acuerdo Gubernativo 372-2014, 12. Guatemala: Secretaría de Asuntos Agrarios -SAA-

SEGEPLAN. (2015). Informe final de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-

Statista. (1 de Diciembre de 2016). Statista - The portal for statistics. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/264627/ranking-of-the-20-countries-with-the-biggest-inequality-in-income-distribution/>

## CAPÍTULO

## 2

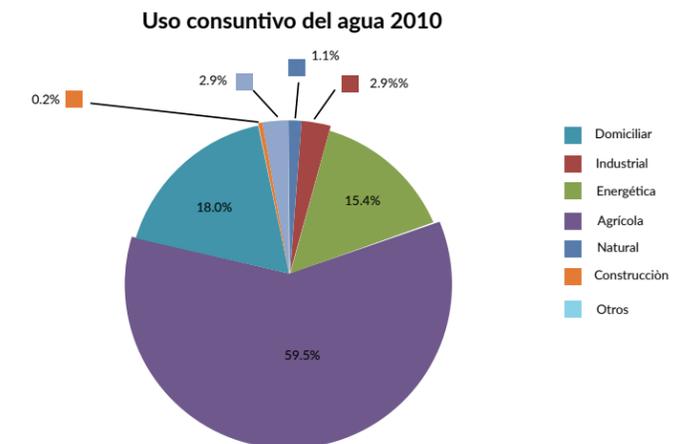


## PRESIONES

## Sistema Hídrico

Los recursos hídricos en Guatemala se agrupan dentro de tres vertientes hidrográficas. GWP (2015) estima su volumen en 97,120 millones de m<sup>3</sup> al año; de acuerdo con los porcentajes presentados por SCAEI (2001-2010), el volumen de agua disponible según GWP (2015), el principal uso del agua es para Agricultura, con un valor de 57,786 millones de m<sup>3</sup> (59.5 %), seguido por el Ambiente Natural (cuerpos de agua) 18%, luego para la producción de Energía, que es de 14,956 millones de m<sup>3</sup> (15.4 %), mientras que el uso de agua para Actividades Industriales es de 2,816 millones de m<sup>3</sup> (2.9%), el uso Domiciliar con un valor de 1.068 m<sup>3</sup> (1.1 %) y para uso en Construcción un 0.2% del total de agua disponible (para más detalles ver Figura 30 y Figura 31)

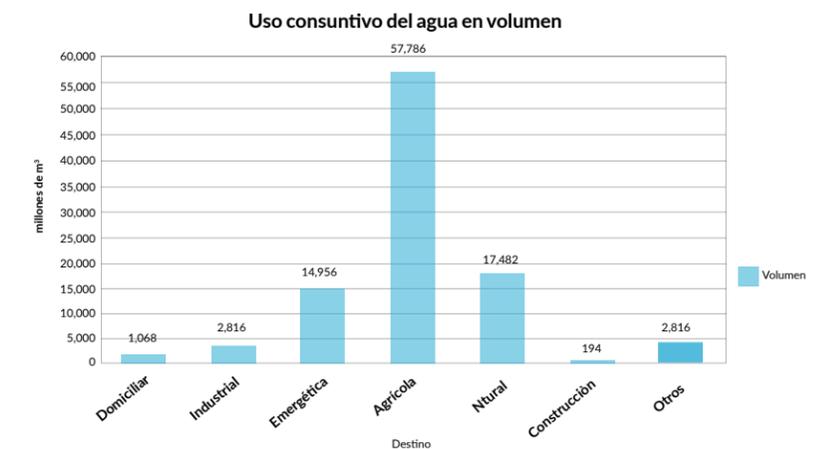
**Figura 30** Tipo de uso del agua a nivel nacional en porcentajes con datos del compendio estadístico del 2001-2010 del SCAEI



Fuente: *Elaboración Propia con datos de SCAEI, 2001-2010*

En Guatemala, para el año 2015 la población estimada es de 16 millones de personas, aproximadamente esto representa una demanda de 9,596 millones de m<sup>3</sup> anuales. Al correlacionar esta demanda nacional de agua, para uso domiciliario, con la disponibilidad del vital líquido, hay una relación aproximada de 10 m<sup>3</sup> utilizados de cada 100 m<sup>3</sup> de agua disponible<sup>59</sup>.

**Figura 31** Tipo de uso del agua a nivel nacional en millones de m<sup>3</sup> con datos del SCAEI 2001-2010 y GWP, 2015.



Fuente: *Elaboración Propia con datos del SCAEI 2011-2010.*

59- GWP (2015).

## La demanda de agua en Guatemala

En el territorio nacional se ubican tres grandes vertientes hidrográficas que son la del Océano Pacífico, la del Mar Caribe y la del Golfo de México. Como se puede apreciar en el Cuadro 9, la vertiente con mayor demanda es la del Océano Pacífico, seguida de la vertiente del Mar Caribe; en este cuadro se presentan las demandas de agua presentadas en dos estudios con metodologías diferentes, exponiendo un comportamiento similar en cuanto a esta variable.

**Cuadro 9** Demanda por vertiente

Vertiente	Mm <sup>3</sup>	área	Población	m <sup>3</sup> /pob/día	Mm <sup>3</sup>	Mm <sup>3</sup> /año
Océano Pacífico	28607.7	23990	3574510	357393.0786	0.357393	130.4485
Mar Caribe	44733.6	34096	5080304	507948.0788	0.507948	185.401
Golfo de México	46952.5	50803	7569647	756842.0414	0.756842	276.2473
Totales	120293.8	108889	16224461	1622183.199	1.622183	592.0969

Fuente: *Elaboración Propia con datos de GWP 2015 y SCAEI 2001-2010*

Según Barillas<sup>60</sup>, quien basado en el censo poblacional del INE en 2002<sup>61</sup>, en la dinámica poblacional nacional se estima que la mayoría de población se centraría en las ciudades intermedias o franja central del país, y en los indicadores de consumo. Se planteó tres escenarios (ideal, mínimo y extremo) para la demanda de agua por vertientes, en la cual se refleja una mayor demanda en la cuenca del Pacífico, seguido de la cuenca del Caribe y del Golfo de México. En el caso del escenario de consumo mínimo dictado por la OMS, es de 100 litros diarios por persona para necesidades básicas. Se presentó un consumo anual de 185.66 Mm<sup>3</sup> en la vertiente del océano Pacífico, 137.52 Mm<sup>3</sup> para el Caribe, y 86.97 Mm<sup>3</sup> para el Golfo de México. Jiménez y Galicia<sup>62</sup> comentan que la demanda de agua, teniendo en cuenta agua entubada, pozos, camión, cuerpo de agua y otros tipos, para la población guatemalteca que en su mayoría habita en la vertiente del Pacífico, es de 485.28 millones m<sup>3</sup> (58.1%), en tanto que en la vertiente del Mar Caribe es de 217.07 millones m<sup>3</sup> (26.0%) y en la vertiente del Golfo de México la demanda es de 132.46 millones m<sup>3</sup> (15.9%). Se puede concluir que la demanda de agua, basados en la distribución geográfica de los habitantes, es mayor en la vertiente del Pacífico.

## Demanda de agua por departamentos

En el departamento de Guatemala es donde se encuentra la cuenca del lago de Amatitlán. Según el INE (2015a) este cuerpo de agua es alimentado por 916 fuentes naturales, de las cuales la mayor parte (77%) provienen de aguas subterráneas (pozos). De estas fuentes naturales de agua, los municipios más habitados, como Mixco, demanda un 21%; Villa Nueva, 16%, y Guatemala, 11%. De igual forma, en Petén, Sacatepéquez, Jalapa y Zacapa, la mayor fuente de agua utilizada es la subterránea.

A diferencia del resto del país, en donde la mayoría del abastecimiento proviene de agua sub-superficial (nacimientos), pudiendo observarse que en el occidente del país, en el departamento de Huehuetenango, el 82.5% del abastecimiento proviene de nacimientos, el 10.2 % de cuerpos de agua (ríos, arroyos, lagos) y el 5.2 % de aguas subterráneas. Seguido de San Marcos, Chimaltenango y Quiché, Alta Verapaz y Baja Verapaz reportan un abastecimiento similar (para más detalle ver Figura 32).

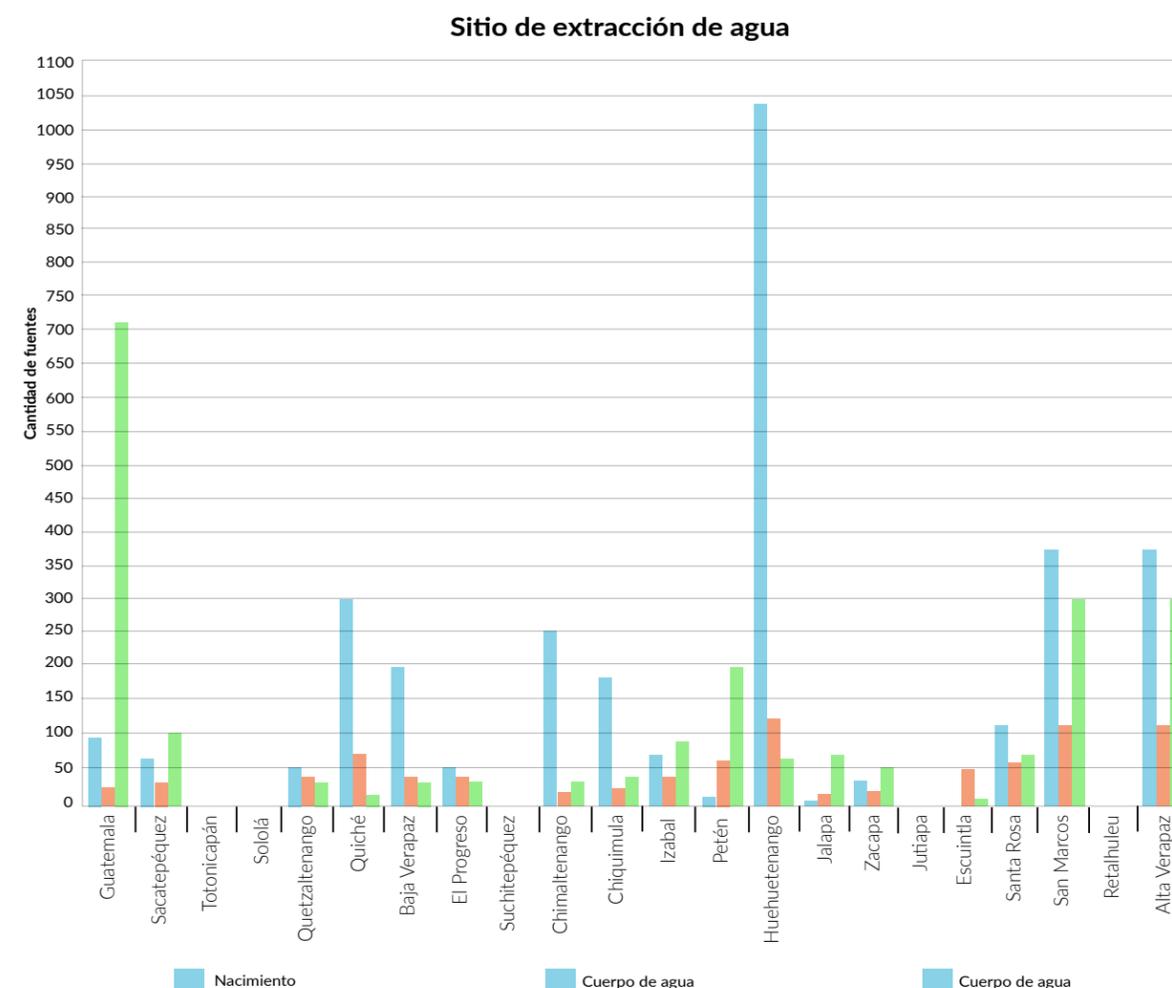
En la cuenca del lago de Atitlán, en Sololá, la segunda cuenca de importancia en el país, no se reportan datos de fuentes de abastecimiento. Mientras que en Izabal de las 203 fuentes, el 44.8 % de abastecimiento proviene de pozos, el 36.9 % proviene de nacimientos, y el 18.3 % de cuerpos de agua.

60- Barillas E. M. (2012).

61- INE (2003).

62- Jiménez y Galicia (2012).

**Figura 32** Comparativo de cantidad de fuentes de obtención de agua por departamento, INE 2015



Fuente: *Elaboración propia con datos de INE (2015a)*.

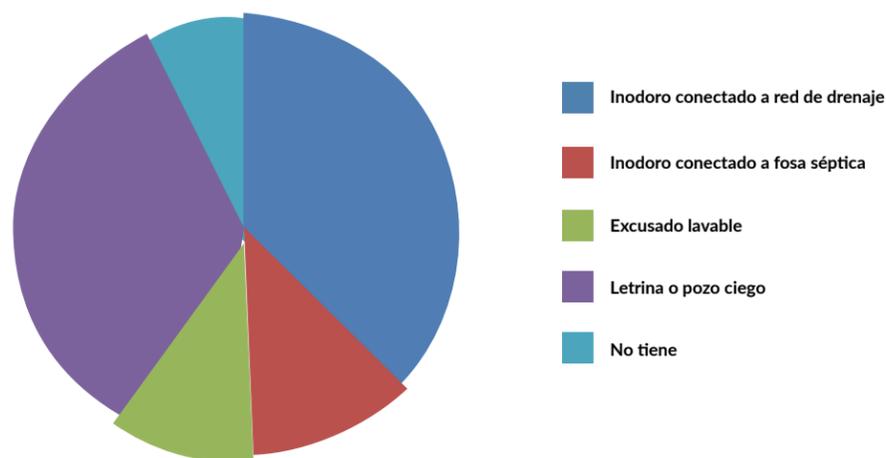
## Cobertura de alcantarillado

Según el INE (2011), el 42% de la población está conectada a una red de drenaje o alcantarillado y esta a su vez descargada está a un cuerpo receptor y el resto, 36%, usa letrina o pozo ciego, el 7% está conectado a fosa séptica o excusado lavable y el 8% no tiene servicio sanitario (para más detalles ver Figura 33), a diferencia del año 2014, que reporta un 45.2% con acceso a drenajes a nivel nacional.

A nivel departamental como se aprecia en la Figura 34, es Sacatepéquez el que tiene un mayor acceso a red de drenajes, con 81.9 % de su población, seguido de Guatemala, con 78%, y Quetzaltenango, con 56.1%. En contraste, la mayoría de departamentos no excede del 50% de su población con acceso a alcantarillado municipal, siendo los de menor acceso Petén, con 7.4%, y Alta Verapaz, con 12.5%, a nivel nacional.

Al comparar los datos de fuentes de agua, resultan siendo los departamentos con acceso a drenajes los mismos que son abastecidos con agua de fuentes subterráneas y por lo tanto los de mayor presión sobre los recursos hídricos subterráneos de su área.

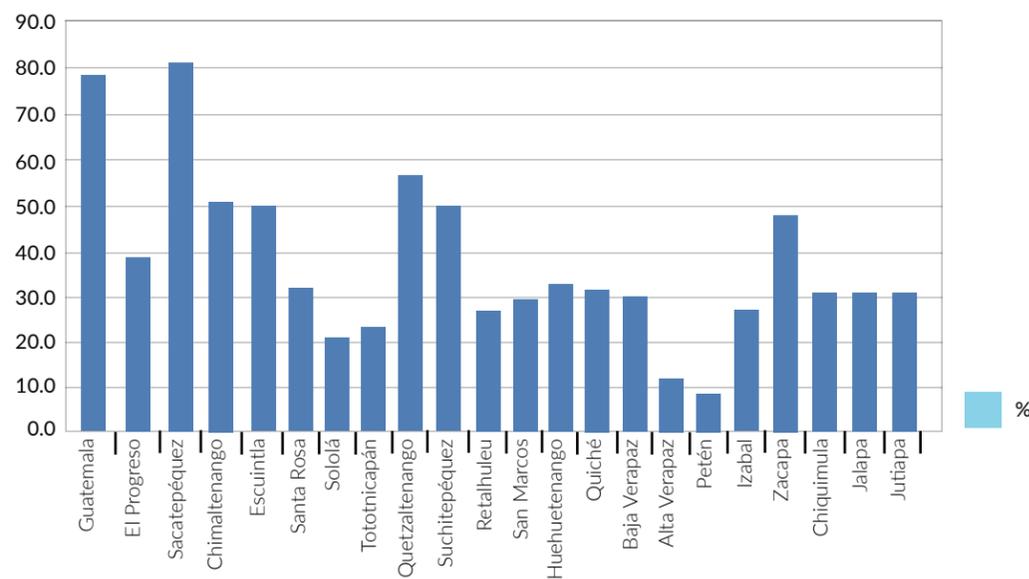
Figura 33 Porcentaje de la población por tipo de servicio sanitario.



Fuente: Elaboración Propia con Datos INE (2015a).

Figura 34 Porcentaje de la población con acceso a drenaje.

Porcentaje de la población con acceso a drenaje

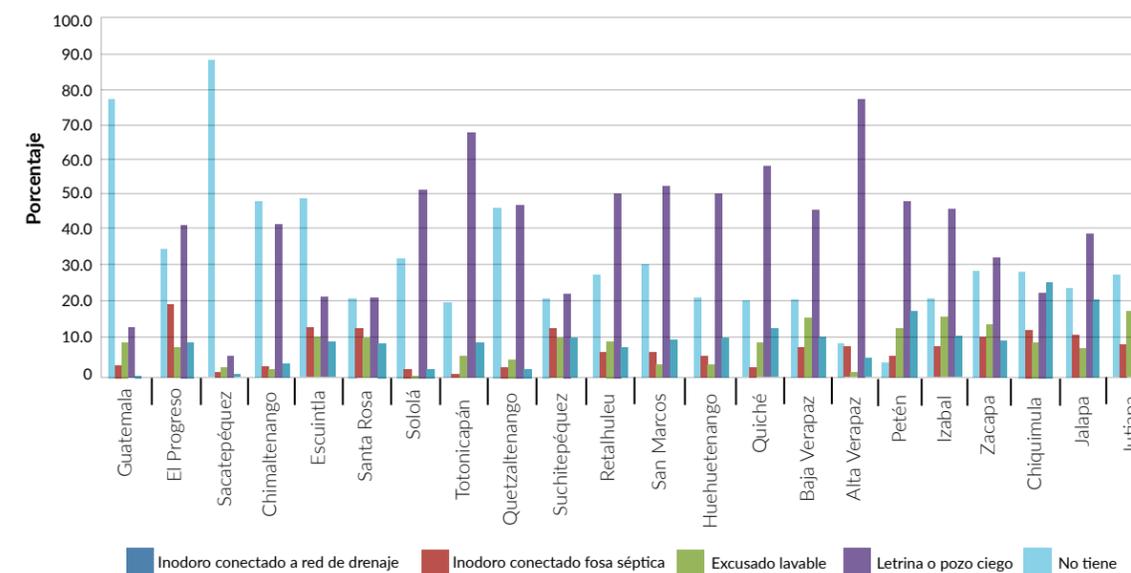


Fuente: Elaboración Propia con Datos INE (2015a).

Al observar la Figura 35, los departamentos del interior descargan sus aguas residuales al suelo a través de fosas sépticas, pozos o no poseen una forma adecuada de eliminación de residuos. En Guatemala, en el 2004, el nivel de tratamiento de aguas residuales recolectadas era únicamente del 5% y con débil registro y divulgación de la información del monitoreo llevado a cabo en ellas y con estudios de casos puntuales en zonas reducidas del país<sup>63</sup>.

Figura 35 Tipo de servicio sanitario por departamento.

Tipo de servicio sanitario de la población por departamento



Fuente: Elaboración Propia con Datos INE (2011).

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el sistema gerencial en salud reconocen que una las principales causas de morbilidad en Guatemala son las enfermedades digestivas de origen infeccioso, estas pueden ser enfermedades transmitidas por alimentos o aguas contaminadas. La mayor incidencia de estas enfermedades se presenta en los departamentos de la región noroccidental del país, en donde el abastecimiento se hace utilizando fuentes superficiales. Aunado a lo anterior son precisamente estos departamentos los que cuentan con un menor índice de acceso a drenajes, como se puede observar en las Figuras 32, 34 y 35<sup>64</sup>.

Proporción de aguas residuales por tipo de actividad humana

De acuerdo con la FAO, en 2006, el agua residual municipal producida se estimó en 668 millones de m<sup>3</sup>, estimación que solo contempla a los habitantes conectados a la red de alcantarillado, mientras que el agua residual industrial producida se estimó en 206 millones de m<sup>3</sup>. De forma general en el área rural, las aguas residuales son vertidas sin tratamiento a corrientes de agua superficial o cuerpos de agua. Mientras que las aguas residuales municipales e industriales son recolectadas por los servicios municipales de alcantarillado, cumpliendo con los parámetros establecidos para su efecto en el Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006). En tanto que las aguas residuales del sector agropecuario y de otras actividades, generalmente no se canalizan por el servicio municipal.

63- Lentini (2010).  
64- INE (2015a).

El tratamiento de las aguas en el país es un problema que rebasa las capacidades de los gobiernos municipales; en la actualidad, según la Dirección de Coordinación Nacional del MARN, se encuentran contabilizadas un total de 189 plantas de tratamiento a nivel nacional. Estas son de tratamiento físico, tratamiento físico-químico o tratamiento físico-químico y biológico<sup>65</sup>. Del total de ellas, el 62 % están en funcionamiento, siendo Chimaltenango, Sololá, Quiché y Sacatepéquez los departamentos con mayor cantidad de plantas en funcionamiento.

### Contaminación del agua

En la mayoría de las cuencas de Guatemala la calidad del agua es muy baja. El volumen de agua contaminada que se descarga a las cuencas proviene en un 40% de los municipios (uso ordinario), otro 40% de las actividades agropecuarias, un 13% de las industrias y el restante 7% de las agroindustrias<sup>66</sup>.

En el estudio "Sistema para la evaluación de proyectos mediante indicadores socioambientales en la cuenca del Lago de Amatitlán, Guatemala", Méndez Mora<sup>67</sup> expone que en la cuenca del lago de Amatitlán existe alrededor de 900 industrias de las cuales solo el 32% realiza un tratamiento antes de descargar sus aguas residuales, también se generan un estimado de 1,500-1,915 ton/día de desechos, de los cuales AMSA trata el 28%, de este el 60% proviene de los municipios de Guatemala, Mixco y Santa Catarina Pinula, y el 40% de Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa y Amatitlán. Un 37% se trata en el vertedero de la zona 3, en la ciudad capital, y el resto es distribuido en 190 botaderos en toda la cuenca<sup>68</sup>.

En la cuenca del lago de Atitlán existen 288 puntos de contaminación, de estos 42 corresponden a descargas de aguas pluviales, 77 a descargas de aguas residuales, 10 a sanitarios públicos, 137 a basureros no autorizados y el resto a puntos de contaminación variados, en ella se recolectan 2,214 toneladas de desechos sólidos al año<sup>69</sup>.

En la región caribeña, basados en datos históricos del INSIVUMEH, desde 1,979 a 1,993, las descargas de contaminación industrial eran de 10,304 toneladas por año, generadas por la elaboración de productos alimenticios, destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, hilado, tejido y acabados de textiles y fabricación de productos químicos, mientras que las descargas provenientes del procesamiento y crianza de animales era de 1,397,828 toneladas por año<sup>70</sup>.

En la cuenca del río Motagua el 47% de los municipios que la conforman tiene un riesgo crítico de contaminación por desechos sólidos y un 41% presenta alto nivel de riesgo; en cuanto a desechos líquidos, únicamente el 35% de sus municipios presenta riesgo de contaminación, un 52% se clasifica con riesgo crítico y un 48% con riesgo muy alto. Solamente el 23% de los municipios de la cuenca presenta riesgo de contaminación por productos agroquímicos, de los cuales 55% se clasifica con un nivel crítico de 36% con riesgo muy alto, y 9% con nivel alto. Esto indica que, si bien no toda la cuenca está en riesgo, el porcentaje en riesgo es muy alto para los tres tipos de contaminación mencionados<sup>71</sup>. De tal cuenta, resulta importante establecer e institucionalizar una Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del río Motagua, con el objetivo de empezar a resolver los problemas ambientales y legales que conllevan la contaminación de esta cuenca compartida.

65- INE (2015a).

66- Bastarrechea (2012).

67- Méndez Mora (2013).

68- Méndez Mora (2013).

69- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su Entorno (2015).

70- Solórzano de Zepeda (2002).

71- Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente en Guatemala (2012).

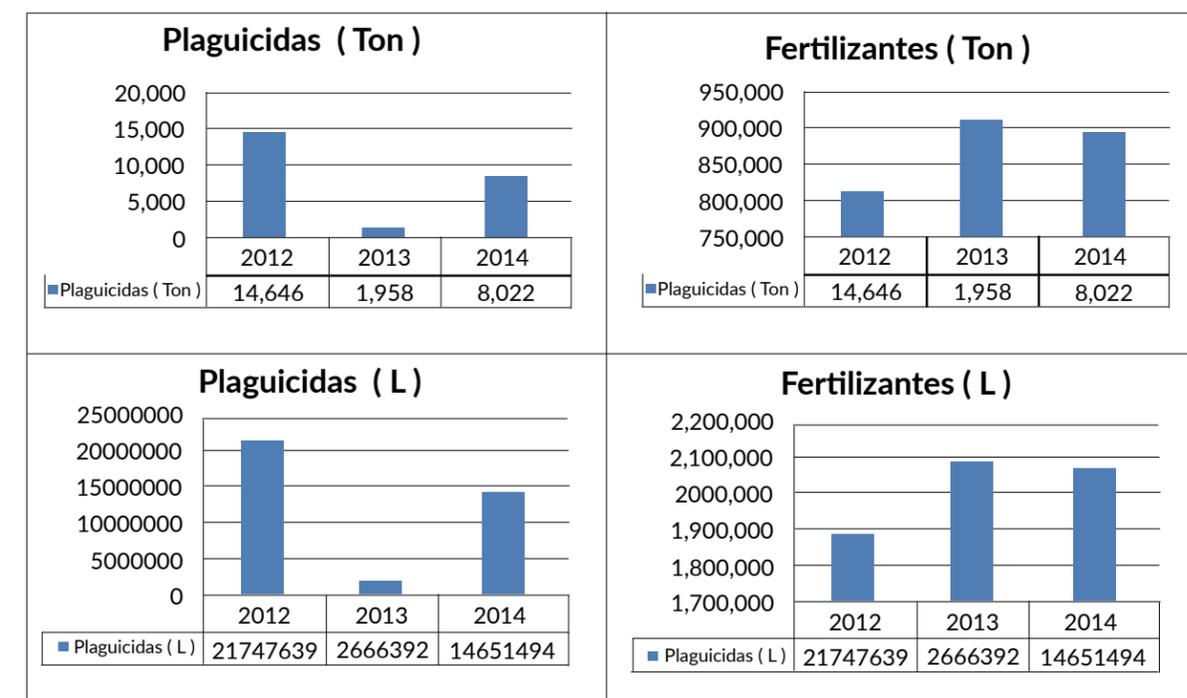
En la cuenca del lago Petén Itzá solo existen registros de tratamiento de aguas en Flores, Santa Elena de la Cruz y San Benito (en Santa Ana el alcantarillado es disfuncional), a través de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Flores, Santa Elena y San Benito, Petén -EMAPET-, que trata 0.584 millones de m<sup>3</sup> al año. De las 22,444 viviendas únicamente el 7% tiene servicio de alcantarillado, el 6% utiliza fosa séptica, y de conectarse al sistema de alcantarillado este no tiene la capacidad para tratar el volumen de aguas residuales, mientras que el 22% tiene servicio de recolección de basura en cuatro vertederos simples sin ningún tratamiento. Se estima que se producen 14,904 toneladas por año de las cuales el 78% es quemado, enterrado o llevado a vertederos no autorizados<sup>72</sup>.

### Importaciones de Químicos

En la Figura 36, se puede apreciar las variaciones en las importaciones de productos químicos agrícolas que en el final de su ciclo útil afectan la calidad de agua, pues son liberados a los cuerpos receptores sin tratamiento a través de la escorrentía superficial y erosión hídrica. Los plaguicidas en volumen y líquidos, a pesar del descenso que tuvieron entre el 2012 y 2013, aumentaron en la cantidad importada en el 2014. En cuanto a los fertilizantes en volumen y líquidos aumentaron del 2012 al 2013, pero se mantuvieron para el año 2014.

En cuanto a los fertilizantes contabilizados en peso y volumen aumentaron del 2012 al 2013, pero se mantuvieron estables en 2014.

Figura 36 Comparativo de las importaciones de productos agrícolas de los años 2012-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015a).

72- MANMUNI PETÉN ITZÁ, MARN Y SEGEPLAN (2010).

## Sistema Biótico

El año 2010 fue declarado como el Año Internacional de la Diversidad Biológica por la ONU y, a la vez, fue establecido como el plazo para el cual debía alcanzarse una reducción significativa del ritmo de pérdida de la biodiversidad biológica a nivel mundial; sin embargo, según el informe sobre "La perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (PMDB-3<sup>73</sup>)"; establece que esta meta no fue alcanzada y las principales presiones causantes de esta pérdida, más allá de disminuir, se están intensificando.

El exsecretario General de las Naciones Unidas Ban Ki-moon expresó que de no corregirse de forma inmediata esta tendencia, las consecuencias serían perceptibles a nivel mundial, siendo las personas de escasos recursos las mayormente afectadas. Achim Steiner, Secretario General Adjunto de las Naciones Unidas, indica que sin concentraciones saludables de diversidad biológica, los medios de vida, los servicios de los ecosistemas, los hábitats naturales y la seguridad alimentaria pueden estar seriamente comprometidos.

Siguiendo las tendencias actuales de diversos indicadores, la PMDB-4<sup>74</sup> en su cuarto informe (2014), estima que hacia el 2020 las presiones sobre la biodiversidad no disminuirán, lo que significa un continuo deterioro hasta entonces.

La PMDB establece 5 presiones principales que impulsan directamente la pérdida de biodiversidad, siendo estas a). El cambio de hábitat; b). La sobreexplotación; c). La contaminación; d). Las especies exóticas invasoras; e). El cambio climático.

Este mismo informe, en su tercera edición (2010), concluyó que los hábitats naturales de la mayor parte del mundo se siguen deteriorando en extensión e integridad, asimismo, sigue existiendo una grave disminución de los humedales de agua dulce, marismas, arrecifes de coral, lechos de algas y arrecifes de mariscos. En el caso de los bosques, presentan una amplia fragmentación y degradación al igual que ríos y muchos ecosistemas, lo que causa la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

### Guatemala y los usos de la flora y fauna silvestre

Para Guatemala, las especies silvestres tienen un valor arraigado a su capacidad de satisfacer necesidades de gran parte de la población rural por el fácil acceso a esta, además estas especies son consideradas como expresiones de vida, sin embargo, no se cuenta con datos precisos con los cuales se pueda cuantificar el uso real de estos recursos, los cuales, en algún momento pueden estar en riesgo de extinción debido a la sobreexplotación.

Sus usos junto son muy amplios, siendo algunos de ellos el complemento en la dieta diaria, fuente de combustible, medicinas y materiales de construcción. Además de esto también representan un ingreso económico al ser productos comerciables. Es importante reconocer que el uso de estas especies se intensifica en épocas de escasez económica, siendo esta una fuerte amenaza para la mayoría de especies debido al incremento de la actividad extractiva dejando de lado el manejo sostenible.

Según CONAMA 2001<sup>75</sup>, la conservación de la diversidad de especies silvestres es fundamental para mantener el proceso evolutivo natural y la adaptabilidad de los ecosistemas, ante los cada vez más frecuentes fenómenos naturales, los cuales se tornan más frecuentes e intensos a causa el cambio climático.

73- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3er informe*  
74- Secretaría del Convenio sobre la Biodiversidad Biológica (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4to. informe*  
75- CONAMA (2001).

## Extracción y comercio ilícito de flora y fauna

En el estudio realizado por Ayapán<sup>76</sup>, sobre la investigación criminal en los delitos contra la biodiversidad en Guatemala, se describe al tráfico de flora y fauna como el tercer negocio más lucrativos a nivel mundial tras el tráfico de drogas y armas, generando movimientos cercanos a los 10,000 millones de dólares anuales, en el caso de fauna, y más de 7,000 millones de dólares anuales para la flora. De estas especies, son muchas las que están protegidas convirtiendo al tráfico de las mismas una de las causas más importantes de la pérdida a nivel mundial.

La extracción ilícita de las especies de fauna y de flora responde a diversos motivos, siendo algunos de ellos: a). Mercado de mascotas exóticas; b). Pelaje y moda; c). Fuente alimenticia; d). Deporte; e). Función ornamental; f). Función medicinal; g). Otras de uso comercial o personal.

Factores como la falta de escrúpulos de los traficantes, el bajo nivel de escolaridad en las áreas rurales, la escasa conciencia ambiental, la falta de desarrollo laboral, el hambre y la pobreza también contribuyen a la extracción ilícita de especies de flora y fauna. Así también la falta de recursos humanos, económicos, logísticos que impiden a las autoridades de gobierno encargadas de los temas ejercer su rectoría con mayor eficacia y eficiencia.

### Decomisos realizados por la División de Protección a la Naturaleza DIPRONA y CONAP

Durante el período comprendido entre el 2009 al 2014 la División para la Protección a la Naturaleza (DIPRONA) realizó un decomiso total de 1,212 especímenes de fauna, siendo en el 2014 el año donde se presentaron los valores más altos (Cuadro 10). La tendencia a lo largo del período analizado muestra que la actividad de extracción y comercio ilícito de especies silvestres va en aumento, a pesar de los esfuerzos realizados como las constantes patrullajes, puestos de registro, incautaciones e incluso la tipificación de estas acciones como delitos ambientales, convirtiéndose en una clara amenaza para la conservación de la fauna guatemalteca.

Cuadro 10 Fauna decomisada, donada o rescatada por CONAP Central (2010-2014)

Año	Total de individuos	%
2009	39	3.22
2010	122	10.07
2011	125	10.31
2012	245	20.21
2013	212	17.49
2014	469	38.70
<b>Total</b>	<b>1,212</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAP (2015).

76- Ayapán (2014).

Los decomisos realizados en el 2014 (Cuadro 11) indican que los reptiles son los que presentan mayor incidencia en tráfico ilícito seguido por las especie marinas, como lo es el caso del pez vela. La mayor cantidad de decomisos, 398 de 469 casos, han sido reportados por las direcciones regionales, Dirección de Vida Silvestre Central (DVS-central), ventanilla COMBEX-IM y la dirección regional III oriente, mientras que la Dirección Regional del altiplano occidental y la Dirección Regional de noroccidente reportan una menor incidencia de decomisos.

**Cuadro 11** Número de Especies Decomisadas (Año 2014)

Direcciones Regionales	No. de especímenes					
	Mamíferos	Aves	Reptiles	Marinos	Otros	Totales
DVS Central	20	36	75	0	0	131
Ventanilla COMBEX	2	1	2	128	1	134
Dirección Regional III, Oriente	12	22	99	0	0	133
Dirección Regional Altiplano Occidental	1	15	31	0	0	47
Dirección Regional de Noroccidente	0	0	0	0	24	24
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>74</b>	<b>207</b>	<b>128</b>	<b>25</b>	<b>469</b>

Fuente: CONAP (2015).

Según el CONAP, para el año 2015 se habían registrado 284 empresas de fauna (Cuadro 12), de las cuales las relacionadas a colecciones representan más del 50%, mientras que el conjunto de empresas dedicadas a actividades reproductivas, tanto de especies silvestres como exóticas, sólo representan el 13.38% del total.

**Cuadro 12** Empresas de fauna registradas en el CONAP

Tipo de Empresa	Cantidad	%
Colecciones (activas) de fauna silvestre (nativa y exótica)	165	58.10
Comercializadoras (activas) de fauna nativa y exótica	53	18.66
Reproductoras (activas) de fauna nativa	34	11.97
Investigadores	28	9.86
Reproductoras (activas) de fauna exótica	4	1.41
<b>Total</b>	<b>284</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAP (2015).

Esta situación evidencia el desbalance entre las acciones relacionadas a la extracción de especies, en comparación con las de tipo reproductivas o de conservación, lo que supone una relación de pérdida de especies de fauna guatemalteca, sobre todo si se considera que a las actividades de coleccionistas y de comercialización debe sumarse las tendencias de extracción ilícita de estas especies.

Según la Ley de Áreas Protegidas, en el artículo 39, se establece que anualmente el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) establecerá los períodos, lugares geográficos, artes, armas y demás requisitos para realizar la caza y pesca deportiva. Además, a través del Decreto 36-2004, conocido como La Ley General de Caza, se declara la importancia sobre la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural; asimismo se declara que el objeto de dicha ley es regular y controlar la caza de la fauna cinegética en el país y así propiciar el uso sostenible de la misma, pudiendo ser con fines deportivos o de subsistencia.

Desde el año 2007 al 2012 el Registro Nacional de Cazadores ha disminuido paulatinamente, observándose un repunte en el año 2013 (Cuadro 13), mientras que la emisión de licencias de caza ha disminuido a partir del año 2008 hasta el 2014, año en el cual se observa un aumento significativo en relación al año 2013.

**Cuadro 13** Registro Nacional de cazadores 2007-2013

Año	Cazadores registrados
2007	108
2008	111
2009	53
2010	43
2011	44
2012	30
2013	93
<b>Total</b>	<b>482</b>

Fuente: CONAP (2015).

### Panorama de las Zonas Marino-Costeras

Los ecosistemas presentes en esta zona han sido proveedores de bienes y servicios ambientales que han moldeado la actividad económica del país. Los cambios de cobertura vegetal constituyen una seria amenaza al presentar implicaciones que van más allá de la pérdida neta de vegetación, debido a que en la mayoría de los casos se pierden fragmentos de ecosistemas, y con ellos se reducen los servicios ambientales que brindan<sup>77</sup>.

La zona de los litorales del Pacífico y Atlántico poseen humedales costeros de importancia ecológica y económica, sin embargo, actualmente estas zonas son vulnerables debido, en gran parte, al mal manejo de las cuencas. Esto se deriva de la falta de planificación en el crecimiento poblacional, el avance industrial y de la frontera agrícola; condiciones que han provocado la deforestación de la cuenca alta, el cambio en el uso del suelo y la degradación de la cuenca media mediante técnicas agrícolas y ganaderas intensivas y extensivas y el cambio en el patrón del flujo de agua por las actividades agrícolas, a través de la desviación de los ríos y la disminución o cambios de los aportes de los flujos del agua<sup>78</sup>.

Como consecuencia, se están azolvando los canales y lagunas costeras, como resultado directo de la erosión de los suelos en la planicie costera y a nivel de toda la cuenca, lo que ha puesto en peligro a los humedales. La erosión de playas y pérdida de las dunas es otro factor importante que está relacionado con el efecto negativo de las presas y diques construidos en la zona marina que actúan como trampas de sedimentos, evitando el aporte de éstos a las playas. Todo esto está contribuyendo a la pérdida de resiliencia de los humedales del territorio nacional<sup>79</sup>.

77- CONAP, MARN (2009).

78- FAO (2014).

79- FAO (2014).

Para Erazo (2016)<sup>80</sup>, el incremento de actividades relacionadas a la Agricultura, Ganadería, Pesca, Comercio y Turismo están generando graves impactos ambientales debido al crecimiento desordenado, incumplimiento de la normativa ambiental y la escasa implementación de medidas para minimizar o evitar dichos impactos, lo cual ha provocado contaminación de estuarios, extracción insostenible de recursos pesqueros, expansión de salineras y camaronerías sin control, así como el crecimiento desordenado de lotificaciones y urbanizaciones.

El sistema más emblemático de esta zona es el Manglar, el cual ha sido sujeto a la presión de uso debido al corte para la producción de carbón y leña, la construcción de viviendas y como tutor de cultivos como el pashte (*Luffaegyptiaca*) y tabaco (*Nicotianatabacum*)<sup>81</sup>. Según Red Manglar Internacional, este ecosistema es uno de los más amenazados del planeta, habiéndose registrado pérdidas de hasta el 30% de dicho ecosistema, a causa de la industria camaronera, la cual es reconocida como su principal amenaza a escala global.

El informe presentado por Asociación de Vecinos de Desarrollo Integral de Champerico, ha denunciado que la actividad camaronera ha perturbado a una gran cantidad de población debido a que el escaso manglar de la zona no puede soportar la actividad extractiva por parte de pescadores artesanales y a la vez la actividad industrial. Esta asociación también denuncia que las empresas camaroneras menoscaban enormemente la capacidad de producción del ecosistema y, en la mayoría de las ocasiones, lo degrada de forma irremediable. Una sola empresa compite con los recursos que dan de vivir a toda una población. Con el paso de los años, las piscinas camaroneras se ahogan en su propia contaminación, por lo que son abandonadas y a su paso no queda más que un ecosistema destruido y unas comunidades locales empobrecidas hasta límites extremos.

Las salineras también constituyen otra fuerte presión por desplazar a muchas especies de su hábitat por la ocupación de grandes terrenos, promueven cambios en los niveles de salinidad de las aguas y los suelos (cambios químicos), además los desechos salineros denominados “amargos” constituyen una sustancia tóxica para la biota. También se ha reportado la reducción en la permeabilidad de áreas de drenaje.

El proceso de salinización en las costas guatemaltecas, descrito por PNUMA (2013)<sup>82</sup>, a causa de la desaparición del mangle, va en aumento, afectando negativamente a la flora y fauna acuática, además de ser considerado como un problema de salud pública. Este aumento está propiciando la propagación del mangle rojo al ser más tolerante a la salinidad. Otras especies menos adaptadas a esta condición, presentan reducción en la capacidad fotosintética y sobrevivencia de plántulas.

Sumado a estas presiones, también debe contemplarse el proceso de sedimentación e inundación que se produce en los esteros, el cual está causando la desaparición del mangle. Esta situación lleva a la muerte de las plantas por ahogamiento e impide la regeneración natural, fenómeno que es resultado de la erosión de los suelos a consecuencia de la deforestación<sup>83</sup>.

Los efectos del cambio climático también traerán problemas de contaminación a causa del flujo de aguas negras en Puerto Barrios lo que expone a una fuerte presión a la biodiversidad de la zona<sup>84</sup>.

En cuanto a los datos de pesca, en el año 2014 la producción acuícola en la costa del Atlántico fue de 398 toneladas y 255 en el Pacífico, lo cual representa 653 toneladas de diferentes especies<sup>85</sup>.

80- Erazo (2016).

81- CONAP, MARN (2009).

82- PNUMA (2013).

83- FAO (2014).

84- USAID (2013).

85- INE (2015a).

## Bosque

Se estima que en 2006, 3 millones 866 mil hectáreas del país estaban cubiertas de bosque. El análisis de cobertura forestal, efectuado en el 2010, reveló que 3 millones 722 mil hectáreas del país están cubiertas de bosque. De estos datos, el 63 por ciento de la pérdida de bosque se registra en Petén<sup>86</sup>.

Las áreas que sufrieron cambios específicos como Chiquimula, Petén, Guatemala, Santa Rosa, Jutiapa y parte del Corredor Seco, su tasa de deforestación es alta (Cuadro 14), esto es debido a que el avance de la frontera agrícola y ganadera, urbanizaciones, incendios forestales, invasiones en Áreas Protegidas, plagas y desastres naturales Figuran entre tales causas. Esto para el caso de la pérdida, la cual resulta imposible de analizar a detalle en el presente estudio<sup>87</sup>.

En el Cuadro 14, se puede interpretar que hay áreas que sufrieron cambios específicos como el país perdió en promedio 73,148 ha de bosque cada año, lo que corresponde a una tasa de deforestación de 1.00% anual. El departamento que concentra esta pérdida es Petén, donde cada año desaparecen en promedio 47,412 ha. Sin embargo, en términos relativos, Chiquimula es el departamento que más bosque perdió en los 10 años de estudio, a una tasa de 4.74% anual respecto del bosque original, mientras que Petén se encuentra en tercer lugar, con una tasa de deforestación de 2.08 %, por debajo de Jutiapa con 3.55%<sup>88</sup>.

**Cuadro 14 Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel departamental para el periodo 2006-2010**

Departamento	Cobertura 2006 (Ha)	Cobertura 2010 (ha)	Cambio Neto 2006-2010 (ha)	Cambio Anual (ha/año)	Tasa de cambio anual (%)
Chiquimula	40,256	30,192	-10,063	-1,908	-4.74
Petén	1,927,215	1,802,604	-124,611	-47,412	-2.08
Guatemala	32,920	57,852	-5,139	-1,544	-2.45
Santa Rosa	51,046	46,304	-4,472	-1,281	-2.51
Jutiapa	15,651	12,730	-2,920	-555	-3.55

Fuente: Propia con datos de la Dinámica forestal de Guatemala, 2012

La importancia económica de los bosques de Guatemala reside por un lado en el abastecimiento de bienes maderables, con lo cual se cubre la mayor parte de la demanda del mercado interno de la industria forestal estimada alrededor de 800, 000 m<sup>3</sup>/año<sup>89</sup>. El consumo de leña se estima para 2010 en 11 millones de m<sup>3</sup>/año, que significaba un valor de US\$3,123 millones de dólares<sup>90</sup>. Según la mesa de leña, actualmente se estima que la demanda de leña como material combustible estimado en un metro cúbico per cápita por año (aproximadamente 16 millones m<sup>3</sup>).

Por otro lado está la provisión de bienes no maderables (flora, proteína animal) y los servicios ambientales vinculados a los bosques<sup>91</sup>.

86- CONAP (2012).

87- INAB, CONAP, UVG y URL (2012).

88- INAB, CONAP, UVG y URL (2012).

89- Hernández (2013).

90- Sistema de Contabilidad Ambiental Integrada (2010).

91- FAO, Situación actual y tendencias del sector forestal (2004).

## La sociedad, el bosque y sus relaciones

En el país desde el año 2016, se estimaba que de 1,7 millones de hogares, el 65% dependía de la leña como fuente de energía para cocinar, ya sea de forma exclusiva o complementaria. El consumo de leña obedece a que la mayor parte de la población vive en el área rural, siendo en su mayoría de escasos recursos económicos, lo que les impide tener acceso y disponibilidad a otras fuentes energéticas.

*"Además, existe una tradición cultural que se refleja en los hábitos alimenticios: la utilización del tipo de estufa "Tres Piedras" para cocinar, las ollas de barro adecuadas para este fuego abierto, el sabor de los alimentos y la relativa disponibilidad del recurso".<sup>92</sup>*

### Leña y energía

En Guatemala la fuente energética de mayor demanda es la leña; se estima que la cobertura forestal del país para el 2010 era de 3,722,595 hectáreas (34% del territorio nacional)<sup>93</sup>. Este es un dato que pone en perspectiva la necesidad de evaluar que, actualmente la presión sobre el bosque ya no es específicamente por el avance de la frontera agrícola, si no por dependencia como fuente energética.

El balance energético nacional muestra que la oferta energética a nivel nacional de energía es de 520,588 (Tera Julios) y de leña constituye el 63% del consumo final de energía con 247,382<sup>94</sup>.

La alta dependencia de la leña necesariamente representa que los sistemas forestales se encuentran en constante intervención, representando una fuerte presión a los mismos, teniendo la limitación de que no existen en Guatemala métodos alternos disponibles para generar opciones al uso de leña.

La demanda de leña y el uso poco eficiente de su energía inciden fuertemente en la legalidad de su uso, estimándose que por cada metro cúbico de madera legalmente autorizada, se utilizan 391 m<sup>3</sup> de leña de forma ilegal<sup>95</sup>.

En las cuentas nacionales no se tiene cuantificados los aportes en términos económicos de todos los bienes no maderables y servicios ambientales generados por el sector forestal en beneficio de la sociedad guatemalteca; sin embargo, partiendo del estudio sobre la determinación del valor económico del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-, dentro del cual está contenido más del 55 por ciento de la cobertura forestal del país, se ha estimado el valor anual de los bienes no maderables y servicios ambientales del SIGAP, estimado en US\$252 millones anuales, de los cuales los bienes no maderables (flora, cacería) representan US\$250 millones anuales; y la función de sumideros de carbono US\$76 millones anuales<sup>96</sup>.

### La madera y sus usos

Guatemala es un país con alto potencial forestal, con un total de 772,078.94 hectáreas de superficie boscosa, dividido en concesiones forestales (62.5%), bosques naturales (25.5%) y plantaciones (12.0%)<sup>97</sup>.

Del total de la superficie boscosa del país, 82% corresponde a bosques de latifoliadas, 10% es de bosque de coníferas, y el 8% restante corresponde a bosques mixtos. Esto demuestra la alta gama de productos forestales que el país puede manejar, que resulta ser de gran atractivo para las inversiones en el mismo<sup>98</sup>.

92- FAO, Reunión regional sobre generación de electricidad (2012).

93- INAB, CONAP, UVG y URL (2012).

94- Tera Julios.

95- Hernández (2013).

96- FAO, Situación actual y tendencias del sector forestal (2004).

97- Industria Forestal (2013).

98- Hernández (2013).

## Industria forestal y su efecto en el ámbito nacional

De acuerdo con información del BANGUAT, los niveles de producción de esta industria en el 2013 alcanzaron los U\$D\$816.2 millones el crecimiento del sector durante los últimos años demuestra su dinamismo; produciendo principalmente hule, látex, artículos de madera, muebles, papel, cartón, lápices y pizarrones de madera. Además, representa una importante fuente de divisas gracias a sus exportaciones a los principales mercados internacionales en el 2013, registró alrededor de U\$D\$100 millones en exportaciones, creciendo 17% con respecto al año anterior. Los principales productos enviados al extranjero fueron: muebles (32%) y madera aserrada (21%)<sup>99</sup>.

Otros importantes productos de exportación son: puertas, pisos, plywood, tarimas, ataúdes, canastos y cercas, representando el 43% restante. Los principales mercados de exportación para esta industria son Centroamérica (El Salvador, Honduras y Costa Rica), Estados Unidos y México (combinados reciben el 79% del total de exportaciones de esta industria). Otros importantes mercados son Colombia, Perú, Chile, Italia, Brasil, Venezuela, República Dominicana, Ecuador, Argentina, Bélgica y España.

### Deforestación un problema para los ecosistemas forestales

Se estima que la cobertura forestal de Guatemala en 2012 fue de 3 millones 711 mil 366 hectáreas, de las cuales, 1.94 millones se encontraban en áreas protegidas y 1.77 millones de hectáreas era cobertura forestal fuera de áreas protegidas<sup>100</sup>.

La tasa de deforestación bruta para el período 2006-2010 fue de 132,137 hectáreas anuales; en términos relativos, el inventario forestal ha disminuido a una tasa del 1.00% anual en los últimos 4 años. La pérdida de bosque se ha dado principalmente sobre los bosques latifoliados, seguido por los bosques mixtos, de coníferas y mangle. En términos relativos ha sido el mangle el que ha sufrido la pérdida de una mayor proporción de área<sup>101</sup>.

Según el INAB, el aprovechamiento forestal sostenible es permitido dentro de algunas categorías de manejo de áreas protegidas, sin embargo en el período 2006-2010 se estimó que más del 30% de la deforestación ocurre dentro de las áreas protegidas. En 2006, se redujo del bosque 30.7 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales el 95% se destinó como aprovechamientos (equivalente a 29.1 millones de metros cúbicos de madera) y el restante 5% se debió a incendios o muerte natural.

Existen escenarios en donde el bosque natural tiende a reducirse, a medida que avanza la línea del tiempo, esto no deja de ser un dato menor ya que a partir del año 2011, empieza una tendencia a que los bosques naturales en Guatemala están en valores de 2000 (miles de hectárea) a lo largo de la línea de tiempo, esto se debe a que existe un sistema de áreas protegidas que dentro de sus categorías, protegen al bosque natural específicamente en las zonas núcleo, sin embargo existe demanda de especies preciosas, demanda de cultivos con características específicas para la pulpa de papel, demanda de postes de cierta altura, esto produce que se busque realizar plantaciones específicas, dejando de mantener el bosque natural.

**Incendios y cambio de uso de la tierra (avance de la frontera agrícola, urbanización)**

Los incendios forestales pueden ser de origen antrópico o bien, naturales como los incendios de la época seca, de febrero a mayo, en el Corredor seco -áreas como Petén, Chiquimula, Quiché, Zacapa, Jalapa y las Verapaces-. Son clasificados según el área de los ecosistemas que afecten: Copa -incendios altos-, Rastreros -incendios a nivel terrestre- y Subterráneos.<sup>102</sup>

Los incendios se han convertido en una amenaza para el territorio nacional. El INAB y SIPECIF reportan serios daños a la salud y bienes humanos, principalmente en los años 1998, 2003 y 2005 -por los eventos de El Niño- Oscilación del Sur ENOS. Los efectos incluyen impactos directos a la salud humana, calidad del aire, agua y suelo y pérdida de inmensas áreas forestales por sus efectos en la distribución de lluvia, que han causado sequías en muchas áreas boscosas.

El Centro de Monitoreo y Evaluación -CEMEC/CONAP- indica que los incendios forestales en Guatemala tienen causas antrópicas vinculadas a la conducta humana y uso inapropiado del fuego, seguidas por la deficiencia de los mecanismos de control, la deforestación industrial y las quemadas intencionales.

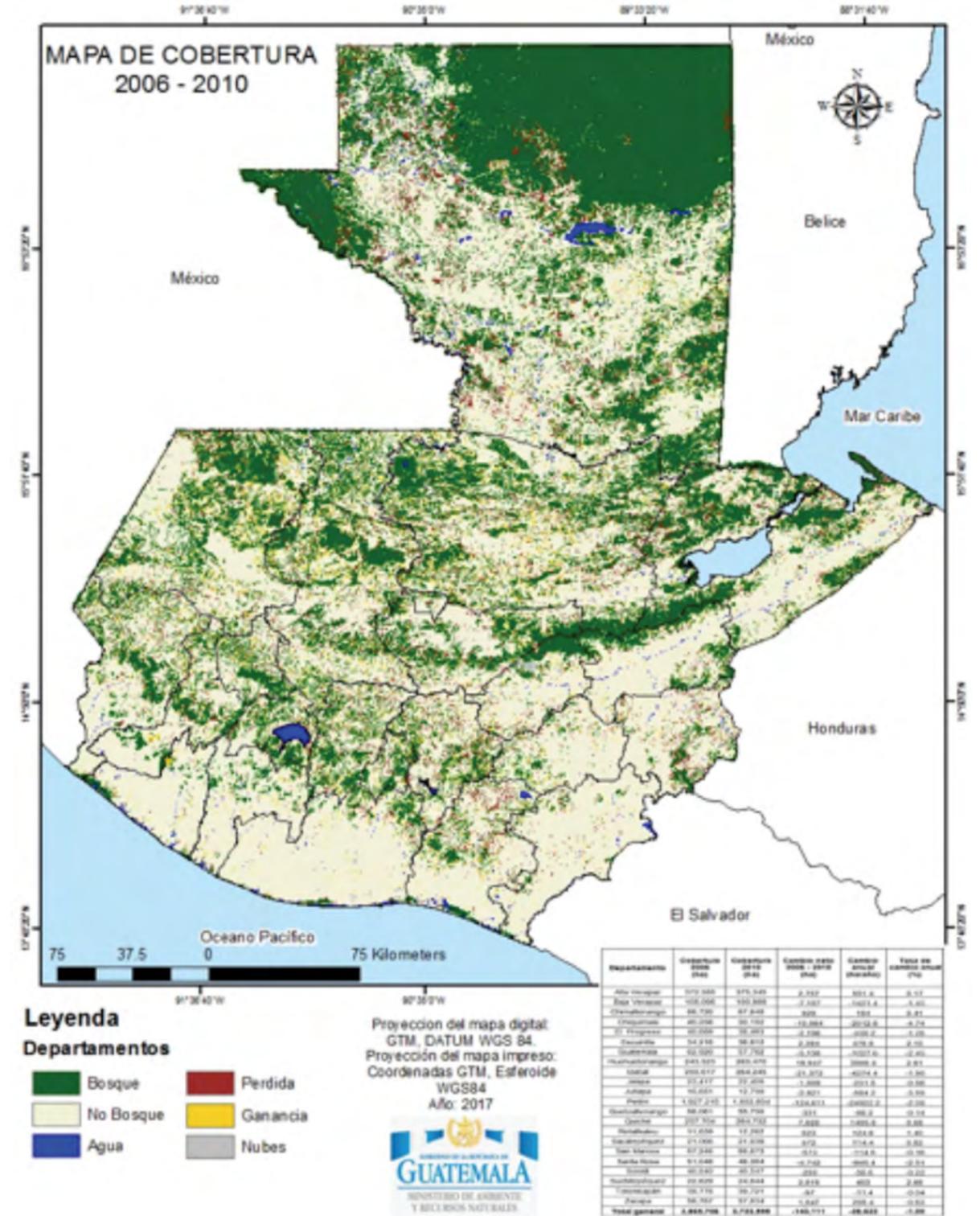
Nueve mil incendios se han registrado en los últimos 12 años de (1,990 a 2012) afectando directamente a especies como el pino, cuyo precio estimado por metro cúbico de madera estaba calculado en Q800 en 2012.

En el caso de incendios y desastres naturales, la pérdida de cobertura forestal (sobre todo dentro de Áreas Protegidas) es temporal, y según estudios históricos, es común que se produzca regeneración natural en las áreas afectadas, siempre y cuando se establezcan las condiciones adecuadas para este proceso, ya que puede que el suelo, esté muy dañado por el evento que llevó originalmente a la destrucción del bosque<sup>103</sup>.

102- CONAP (2012).

103 -INAB, CONAP, UVG y URL. (2012)

Figura 37 Mapa de dinámica de cobertura forestal 2006-2010 en Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con datos de INAB, CONAP, UVG, URL (2012).

## Incendios forestales

El CONAP, en el marco del Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales (SIPECIF), en el 2015 coordinó acciones con otras instituciones en el tema de prevención y control de incendios forestales en el país, desarrollando actividades de capacitación y registro estadístico para el Informe Nacional de Incendios Forestales 2015.

Bajo ese contexto, para la temporada de incendios 2015 se registró un total de 616 incendios forestales, con mayor número de registros en la parte de oriente y el altiplano central del país, específicamente en los departamentos de Zacapa, Quiché, Huehuetenango, Sololá y Totonicapán; este es un dato de importancia, considerando que no se encuentran en estos departamentos bosques muy densos de coníferas o latifoliadas, sin embargo es un lugar con temperaturas máximas y mínimas de 35 C0, lo que genera incendios naturales

En la última década se ha mantenido una tendencia de ser afectados los bosques anualmente por Incendios Forestales, siendo las causas más frecuentes los incendios intencionados (63%) y los provocados por quemas agrícolas (23%). Esto refleja que las actividades diarias de un campesino, sin una capacitación adecuada de cómo controlar un incendio al momento de realizar el ciclo de los cultivos, puede representar a un futuro 1 de cada 4 incendios, y la poca concientización de generar más personal capacitado que prevenga y controle los incendios, hasta 3 de 4 incendios que sean intencionados. Los incendios forestales registrados en 2015, afectaron 11,260 hectáreas, 53% del área afectada corresponde a bosques mixtos, 29% bosques de coníferas y 8.4%<sup>104</sup>.

## Otros factores de presión en la dinámica de los bosques

- **Narcoactividad:** Es una actividad de lucro y comercio ilícito practicada por grupos clandestinos de alta organización. En el caso de la región de la selva de Petén, al ser una posición estratégica para el traspaso de droga entre Guatemala y México, existe deforestación ilegal para poder realizar actividades ilícitas fronterizas<sup>105</sup>.
- **Exploración y Explotación Petrolera y Minera:** Según el artículo 6 del Decreto Legislativo 48-97 así como el artículo 1 del decreto de ley 109-83 -la Ley de Hidrocarburos- del Congreso de la República, la minería es la exploración y explotación de los recursos naturales.

En Guatemala se da mayormente la minería de minerales no metálicos -carbón, arena, balasto, granito, grava, cal, piedra pómez- y metálicos -oro, plata, basalto, bentonita, esquisto, etc.-, principalmente en la costa sur. Los hidrocarburos son explotados de tres cuencas principales: Petén, Amatique y Pacífico, esto se ve reflejado cuando existen en áreas protegidas por el CONAP problemas de deforestación para fines mineros (CONAP, 2012). Es también importante comprender que al momento de ser intervenido un bosque, también la biodiversidad sufre la alteración de los ecosistemas esto debido a la contaminación tóxica de residuos<sup>106</sup>.

104- INAB (2015).

105- CONAP (2012).

106- CONAP (2012).

## Sistema Lítico-Edáfico

### Demanda de tierra

El crecimiento de la población implica una mayor demanda de tierra, en especial en el área rural, cuyas actividades principales de subsistencia son las agropecuarias y cuya población representa más de la mitad de la población guatemalteca (el 51.5 % según la ENCOVI, 2011<sup>107</sup>). Estas actividades requieren de tierras con mejores aptitudes para producir, sin embargo, para la población rural, en la cual se da una mayor incidencia de pobreza (76.1 % según la ENCOVI, 2014<sup>108</sup>), existe una gran escasez de tierra o dificultad de acceso a ésta, generando así cierta presión sobre el recurso suelo y otros recursos naturales.

Es difícil cuantificar la demanda de tierras en el país, pero Torres<sup>109</sup> hizo un análisis de esta situación tomando datos del censo 2003 y de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2002 y estimó una cantidad de 463,685 familias campesinas que se encuentran en necesidad de acceder a la tierra para satisfacer sus demandas de granos básicos como el maíz y frijol. Este dato se estimó tomando en cuenta a familias cuyos ingresos relacionados con actividades agrícolas superan el 50 % del ingreso total familiar, es decir, aquellas familias que tienen menos probabilidades de encontrarse en un proceso de descampesinización y cuyas estrategias de vida tienen que ver principalmente en el entorno agrícola.

En el mismo estudio, el autor indica que el Banco Mundial estimó que una familia con cinco miembros necesitaría poco más de una manzana (1.06 mz que equivalen a 0.74 ha aproximadamente) para alcanzar el mínimo vital de subsistencia dependiente de granos básicos, estableciendo de esta manera que en Guatemala existe una población sin tierra o con tierra insuficiente con la necesidad de acceder a 463,685 mz (324,579.5 ha). Al tomar en cuenta otros factores económicos, al final, se estableció esa necesidad en 368,515 mz (257,960.5 ha).

Según datos de FONTIERRAS, en el período comprendido entre 2005 y 2015 se presentaron 219 solicitudes de crédito para la compra de fincas y un número muchísimo mayor fue para el arrendamiento de tierras: 239,423 solicitudes para los años 2013 a 2015 (antes de 2013 no se llevaba un registro de solicitudes de arrendamiento de tierras). De estas solicitudes (de la cual no se cuenta con datos de la superficie solicitada por la falta de registros), FONTIERRAS aprobó créditos para acceder a 17,567.64 ha por la vía de la compra, y a 375,257.05 ha por la vía del arrendamiento (Figura 38), beneficiando a 3,307 familias y 577,711 (más de medio millón) personas respectivamente, en el período 2005-2015.

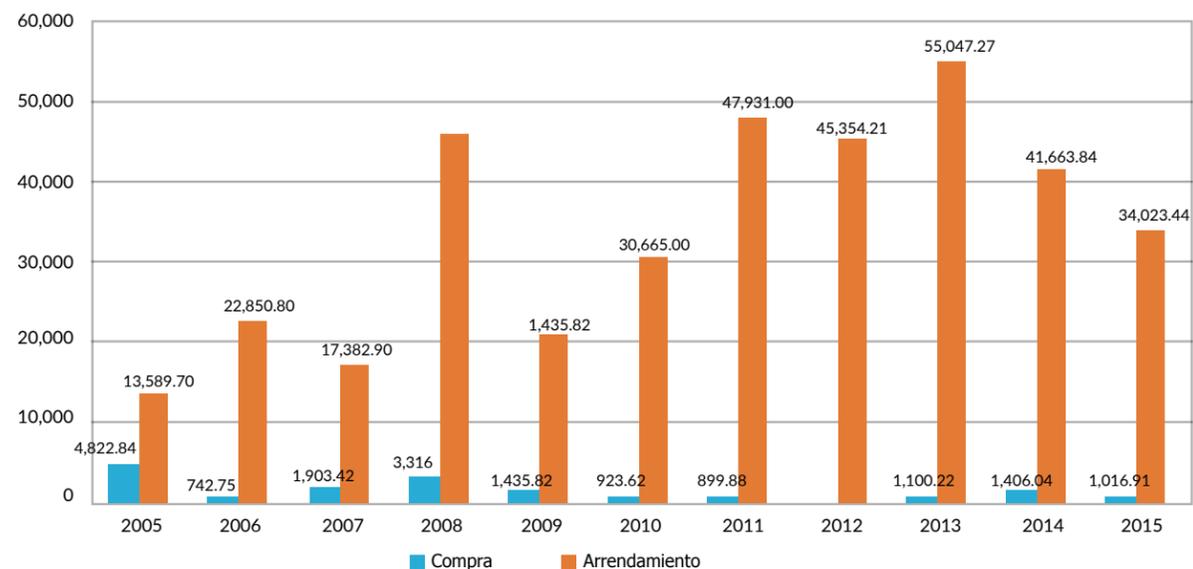
Esta información da una idea de cuántas personas en pobreza o extrema pobreza carecen o cuentan con tierra insuficiente para su subsistencia, y de cuánta tierra demandan para tal efecto, sin embargo, no representa el total demandado puesto que no todas las solicitudes son aprobadas y tampoco se sabe cuántas personas no presentan solicitudes. Además, salta a la vista la gran diferencia entre la cantidad de tierras arrendadas con respecto a las adquiridas por la compra, la cual da una idea de la escasez de tierras para ser adquiridas como propiedad. Así también cabe mencionar que las personas que viven en extrema pobreza no cuentan con recursos suficientes para hacer los trámites de solicitud de tierras a FONTIERRAS.

107- INE (sf).

108- INE (2015b).

109- Torres (2010).

Figura 38 Superficie comprada y arrendada.



Fuente: elaboración propia con datos de FONTIERRAS.

Según datos de FONTIERRAS, la mayor extensión de tierras aprobadas para crédito para arrendamiento en el año 2015 se dio en Huehuetenango, Alta Verapaz y Quiché, siendo los departamentos con mayor pobreza del país, los que mayor diversidad de recursos naturales tienen y los que poseen menor cantidad de tierras aptas para desarrollar una agricultura sin limitaciones. Esto genera una problemática en el cuidado de los recursos ambientales del país puesto que, en la necesidad de producir para la subsistencia de las familias, éstas se ven forzadas a cultivar en tierras de poca vocación agrícola o en tierras de vocación forestal, degradando los suelos y consecuentemente disminuyendo la productividad viéndose forzadas a expandir más la frontera agrícola.

### Fragmentación de la tierra

Desde 1950, la tierra se ha ido fragmentando según lo demuestran los cuatro censos agropecuarios realizados en 1950, 1964, 1979 y 2003. Según el INE (2004), el tamaño promedio de las fincas en Guatemala ha disminuido desde 10.62 ha (15.2 mz) en 1950 a 4.47 ha (6.4 mz) en 2003.

En el Cuadro 15, se puede observar que en 1979 había un total de 610,346 fincas, número que subió a 830,684 fincas para el año 2003, es decir, un incremento de 220,338 fincas en un período de aproximadamente 24 años. Sin embargo, pese al incremento del número, se debe hacer notar que la superficie de fincas censales se redujo de 6,011,236 mz a 5,315,838 mz, es decir, se dio una reducción de 695,398 mz, lo cual fue debido a diversas situaciones como el abandono de fincas (por desertificación u otras razones), la conversión de fincas agropecuarias a forestales, la delimitación de áreas protegidas, entre otras.

Cuadro 15 Número y superficie de fincas censales de 1979 y 2003

Tamaño de finca	1979				2003			
	Número fincas	%	Superficie	%	Número fincas	%	Superficie	%
Microfincas	250,918	41.11	87,084	1.45	375,708	45.23	172,413	3.24
Sub familiares	296,654	48.60	881,928	14.67	388,976	46.83	989,791	18.62
Familiares	49,137	8.05	1,108,690	18.44	50,528	6.08	1,145,318	21.55
Multifamiliares	13,635	2.23	3,933,534	65.44	15,472	1.86	3,008,315	56.59
(Multifamiliares medianas)	13,158	2.16	2,565,978	42.69	15,203	1.83	2,354,297	44.29
(Multifamiliares grandes)	477	0.08	1,367,556	22.75	269	0.03	654,018	12.30
<b>Total</b>	<b>610,346</b>	<b>100.00</b>	<b>6,011,236</b>	<b>100.00</b>	<b>830,684</b>	<b>100.00</b>	<b>5,315,838</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INE (2004).

Al analizar más detenidamente estos cambios, los principales componentes del incremento de fincas son el incremento de microfincas y fincas subfamiliares, los cuales se dieron a razón de 124,790 y 92,322 fincas respectivamente (un incremento de casi el 50% de microfincas y del 31% de fincas subfamiliares respecto a la cantidad en 1979). La superficie de éstas también incrementó en casi el 98% para las microfincas y el 12% para las fincas subfamiliares respecto a 1979, lo cual muy probablemente deriva, o al menos en parte, de la reducción en la superficie de fincas multifamiliares y al acceso a áreas anteriormente utilizadas para bosque.

Estos datos demuestran una mayor fragmentación de la tierra, en donde la mayor parte de las fincas se dividieron en áreas menores a 0.6989 ha (fincas de 1 mz de extensión o microfincas), lo anterior toma mayor relevancia al notar que los 5 departamentos con las fincas más grandes son: Petén, Escuintla, Izabal, Retalhuleu y Suchitepéquez, los cuales son los departamentos que tienen la mayor extensión de tierras aptas para la agricultura en cuestiones de capacidad de uso; mientras que los departamentos con las fincas más pequeñas son Totonicapán, Sololá, Sacatepéquez, Chimaltenango y Huehuetenango, los cuales son de los departamentos que menor cantidad de tierras aptas para la agricultura tienen.

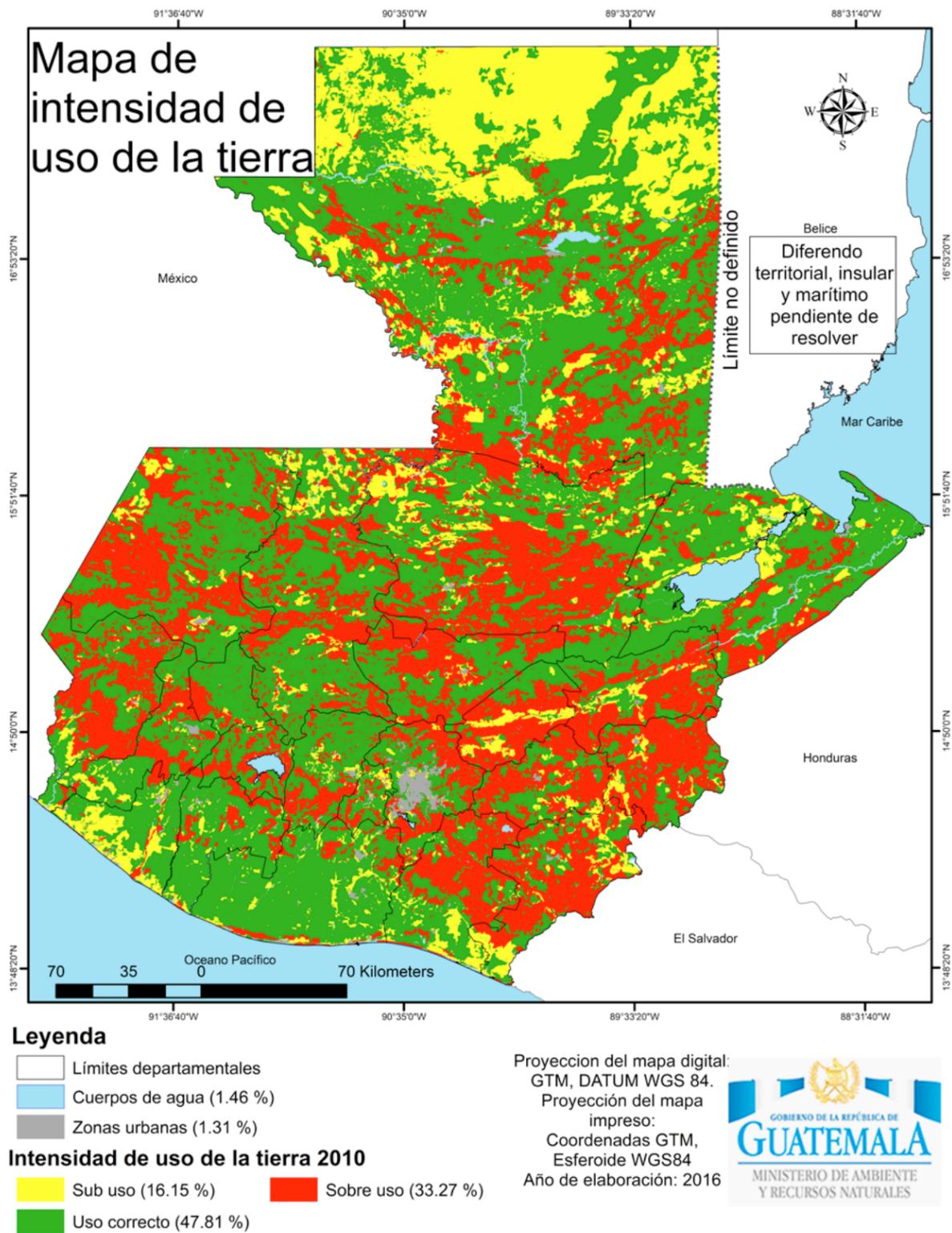
### Intensidad de uso de la tierra

En la Figura 39 se presenta el mapa de intensidad de uso de la tierra en el que se puede observar que casi la mitad del territorio, es decir, el 47.81%, se cataloga como un uso correcto. Así también se puede ver que el 16.15 % se encuentra subutilizado y el 33.27% (la tercera parte) se encuentra sobreutilizado.

El sobreuso se da principalmente en las regiones montañosas, donde los sistemas de cultivo que se utilizan superan fácilmente a la capacidad física de la tierra para soportarlos sin degradarse. Se estima que una tercera parte (33.4%) de este sobre uso es debido a los cultivos anuales, principalmente granos básicos, los cuales, para este caso, dada la imposibilidad de segregar la información, se consideraron como cultivos limpios que no contemplan medidas de conservación de suelos. Otra tercera parte (32.62%) es debida a cultivos permanentes y pastos cuya intensidad de uso supera a las categorías V en el caso de los cultivos y VII en el caso de los pastos.

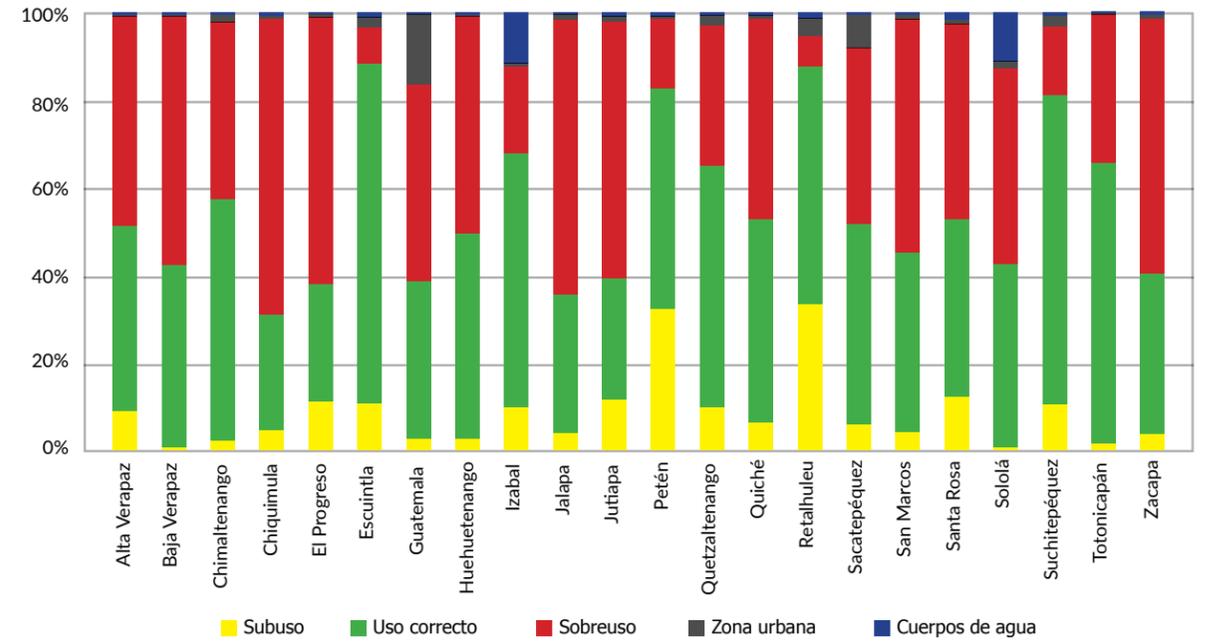
La otra tercera parte (33.98%) de este sobreuso se debe a los medios de vegetación arbustiva (la cual incluye guamiles, que son tierras de agricultura en descanso durante más de una cosecha y presentan vegetación abundante y crecida) localizados principalmente en el oriente del país en tierras cuya capacidad de uso es cobertura forestal (categorías VII y VIII según el sistema de clasificación del U\$DA), lo cual hace que sean Chiquimula, Jalapa, Jutiapa y Zacapa los departamentos cuyas tierras están más sobreutilizadas tal como se puede ver en la Figura 40 (se debe aclarar que esto es en términos relativos respecto a la superficie de cada departamento).

Figura 39 Intensidad de uso de la tierra de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia mediante la interpolación de los mapas de uso de la tierra y capacidad de uso según el sistema de clasificación U\$DA.

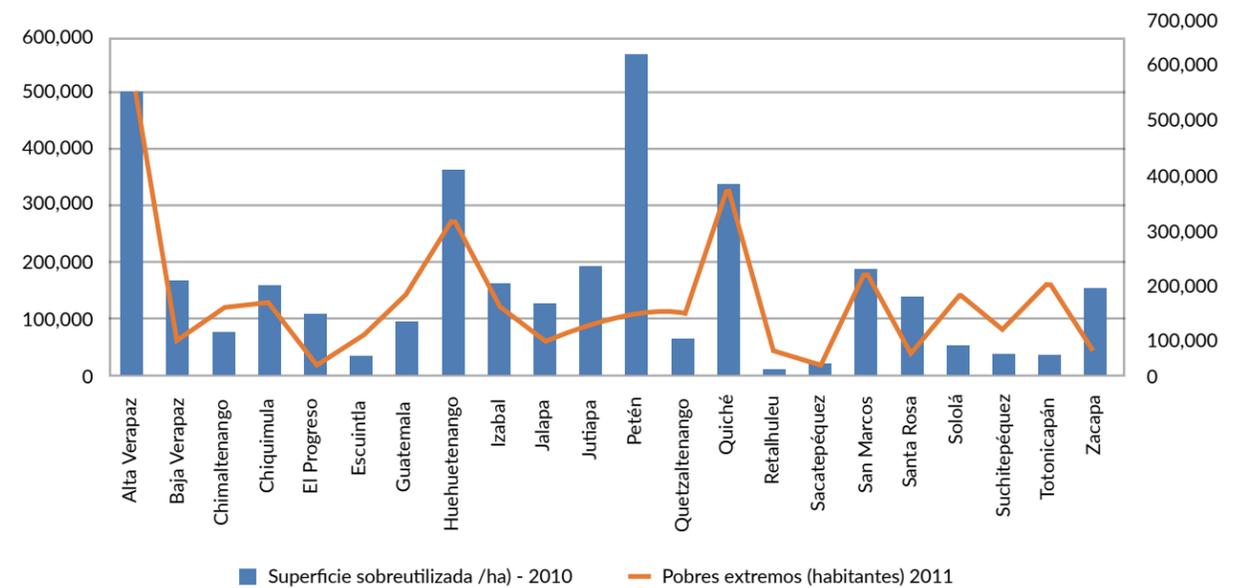
Figura 40 Intensidad de uso de la tierra por departamento.



Fuente: Elaboración propia según los datos obtenidos del mapa de intensidad de uso de la tierra.

En términos cuantitativos, en la Figura 41 se puede observar que los departamentos con la mayor cantidad de tierra sobreutilizada son Petén, Alta Verapaz, Huehuetenango, Quiché y San Marcos, los cuales, a excepción de Petén, también presentan la mayor cantidad de personas viviendo en extrema pobreza. La sobreutilización en estos departamentos se debe principalmente a la agricultura en territorio con vocación forestal.

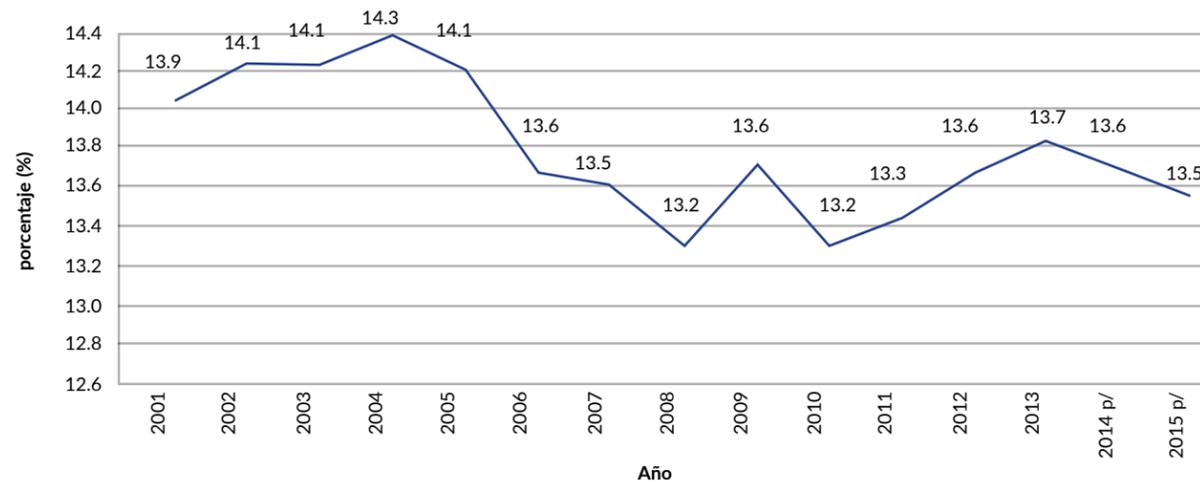
Figura 41 Relación entre área sobreutilizada y pobreza extrema.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015b) y el MAGA (2015a).

Las principales actividades productivas que tienen que ver con el uso de la tierra son la Agricultura, la Producción Pecuaria y la Silvicultura. En la Figura 42 se puede observar que la participación porcentual del sector Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca se ha mantenido en un rango del 13.2 al 14.3 % respecto al PIB total nacional. Es evidente que a partir del 2006 su participación ha disminuido manteniéndose en el orden del 13.2 al 13.7 %.

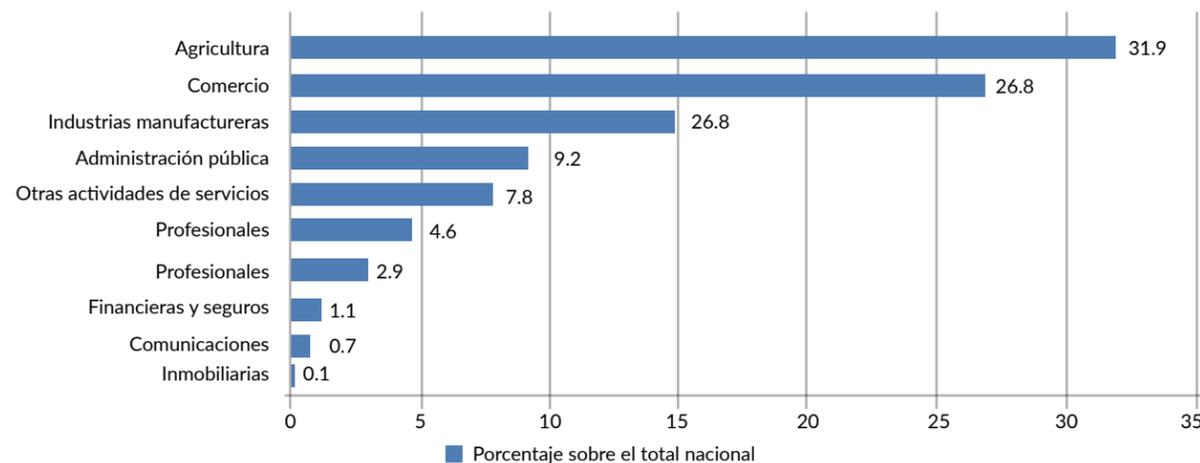
**Figura 42** Participación porcentual del sector Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca respecto al PIB total nacional.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banguat (2016).

Dados estos datos se puede decir que para el año 2014, el 31.2 % de la población económicamente activa, la cual se dedica a la agricultura (Figura 43), produce apenas el 13.6 % del PIB nacional y ocupa más de 4.65 millones de ha (más del 42% del territorio guatemalteco), de las cuales más de la mitad (más de 2.44 millones que representan más del 52% del territorio agrícola) se encuentran en una superficie sobreutilizada. Más del 49% de este territorio sobreutilizado se debe a los cultivos anuales (granos básicos principalmente), poco más del 27% a cultivos permanentes y poco más del 21% a pastos naturales y cultivados.

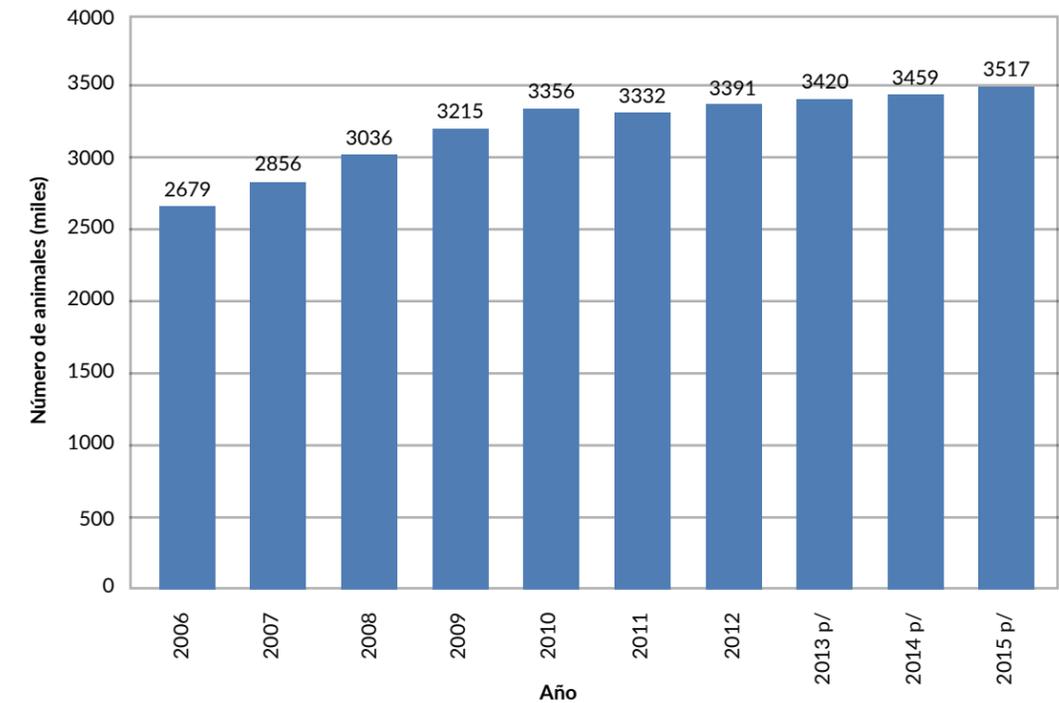
**Figura 43** Población ocupada por actividad económica en el año 2014, porcentaje sobre el total nacional.



Fuente: INE (2014).

En la Figura 44 se puede observar la evolución del hato ganadero desde el año 2006 al 2015, según estimaciones del MAGA (2016). Estos datos muestran que en el año 2006 había aproximadamente 2.6 millones de cabezas de ganado, las cuales aumentaron a 3.5 millones para el año 2015. Esto representa un incremento del 31% del hato ganadero del país y un incremento de 838 mil cabezas de ganado en un período de 10 años.

**Figura 44** Evolución del hato ganadero.



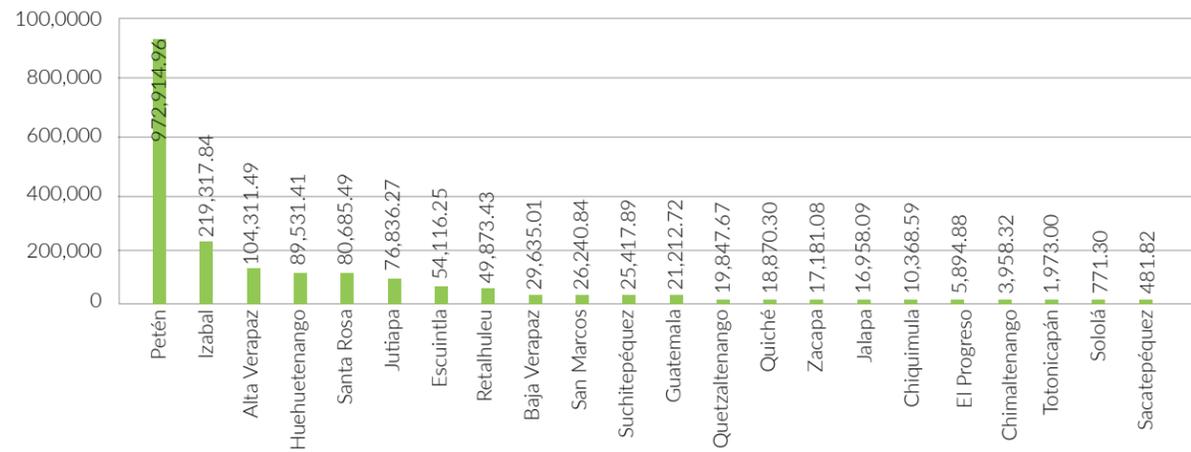
Fuente: MAGA (2016).

Según datos del IV Censo Nacional Agropecuario<sup>110</sup> y de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2015<sup>111</sup>, el área destinada a pastos desde el año 2003 al 2015 se incrementó de 8,894.64 km<sup>2</sup> a 18,107.28 km<sup>2</sup>, lo cual representa un incremento de más del 100% de esta área para atender sólo el 31% del incremento del hato ganadero.

Se estima que la mayor parte de la superficie destinada a pastos (63%) es categorizada como uso correcto, el 28 % como sobreuso y apenas el 9% como subuso. Esto demuestra poca presión sobre el recurso suelo y es debido a que la mayor parte se encuentra en Petén e Izabal (Figura 45), sin embargo, el crecimiento tan vertiginoso que se ha dado en los últimos años implica que el territorio para la producción de comida para animales puede llegar a competir con la cantidad de tierra destinada a la producción de comida directamente para el ser humano y que en algún momento presione también a los espacios ocupados por bosques y pasturas naturales en el país.

110- INE (2004).  
111- INE (2015c).

Figura 45 Superficie (ha) dedicada al pastoreo por departamento, año 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del shape de uso de la tierra 2010 del MAGA (2015a).

Se estima que casi el 70% del territorio subutilizado se debe a la ocupación de bosques en suelos cuya categoría de capacidad es menor a la VI. La mayor parte de este territorio se da al norte del Petén, cuya cobertura vegetal es representada por bosques pero la capacidad de uso de la tierra corresponde a las categorías II, III y IV del sistema de clasificación del U\$DA. Además de esto, aproximadamente una quinta parte se debe a medios con vegetación arbustiva ubicados en suelos cuya capacidad es menor a la V y una décima parte es debida pastos en zonas cuya capacidad es categorizada en I y II.

El uso correcto de los suelos del territorio nacional se debe en su mayoría (52.42%) a los bosques, seguido de los pastos (22.21%) y de los cultivos permanentes (13.25%). En el caso de los bosques, aunque la mayoría se encuentra en Petén, el uso correcto se da más en el altiplano del país puesto que dadas las características físicas de ese departamento se considera un territorio subutilizado y son los pastos los que le confieren la mayor parte de su uso correcto. Sin embargo, en el altiplano la mayor parte de los bosques se encuentran fragmentados y no existe una continuidad como se ve al norte de Petén, en la Reserva de Biosfera Maya.

En el Cuadro 16 se puede observar los cambios que ha sufrido la intensidad de uso de la tierra desde el 2003 al 2010. Se puede ver que el subuso de la tierra ha disminuido más de un 10%, el uso correcto aumentó un 5% y el sobre uso un 10%, aproximadamente. Sin embargo, esta información puede estar sesgada debido a los criterios utilizados para la elaboración de los mapas de intensidad de uso, pero aun así puede servir como una referencia.

Cuadro 16 Cambios en la intensidad de uso de la tierra 2000 - 2010.

Categoría	Superficie 2000 (%)	Superficie 2010 (%)
Subuso	28.05	16.15
Uso correcto	45.90	47.81
Sobreuso	24.98	33.27
Zona urbana	0.55	1.31
Cuerpos de agua	0.53	1.46
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia comparando los datos del mapa de intensidad de uso de la tierra 2000 elaborado por el MAGA (2002) con el mapa presentado en este documento.

### Producción minera e hidrocarburos

En Guatemala, las principales actividades de explotación que se desarrollan son las de minerales no metálicos, minerales metálicos e hidrocarburos, de las cuales, la mayor es la explotación de minerales metálicos, la cual se ha desarrollado más recientemente que el resto<sup>112</sup>.

#### Minería metálica y no metálica

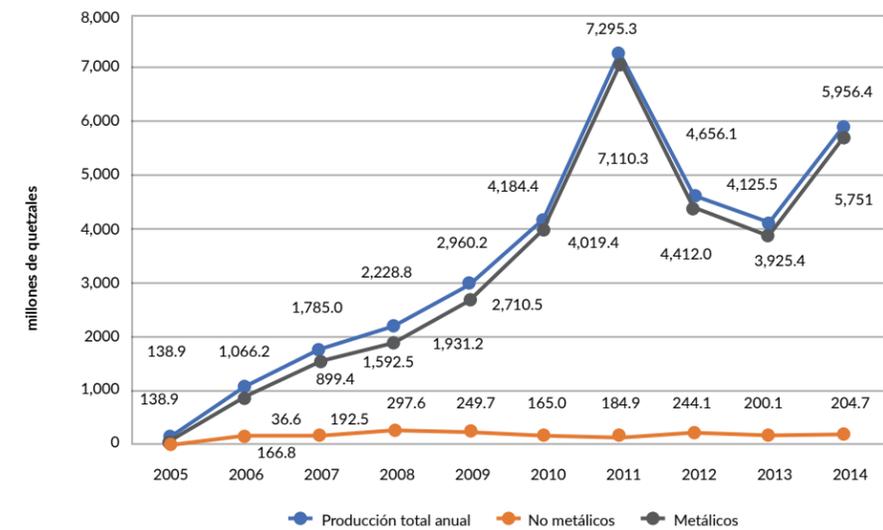
El potencial mineral de Guatemala está ubicado en cuatro zonas fisiográficas del país que son: Planicie costera del pacífico, Provincia volcánica, Complejo metamórfico y Tierras bajas del Petén. De éstas, la mayor riqueza se encuentra en la franja volcánica (porque recibe la influencia de la placa de Cocos, que mantiene la actividad volcánica del cinturón del Pacífico) y la Franja Metamórfica (porque tiene la influencia de las fallas del Motagua-Polochic)<sup>113</sup>.

Según el MEM (2016a) la producción principal de minerales en Guatemala durante muchos años fue la de no metálicos y de materiales en construcción, excepto por algunos metales explotados hace mucho como el antimonio, plomo, cromo y esporádicamente la plata. Sin embargo, la minería metálica comenzó a ser el principal componente de la producción minera nacional a partir del año 2005 tal como se puede observar en la Figura 46.

El valor de esta producción se ha incrementado drásticamente fluctuando conforme se puede ver en la Figura 46. La actividad principal, que genera el mayor valor económico, es la explotación de minerales metálicos (tal como el oro, la plata, el cobre, el zinc, entre otros, pero en este caso principalmente es el oro y la plata), la cual alcanzó para el año 2014 el 97% de las ventas de productos mineros mientras que la producción de minerales no metálicos fue el 3% del total.

El primer repunte que se pueden ver en la Figura 46 se debe principalmente a la mina Marlin, ubicada en San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, provocando un crecimiento acelerado de la producción minera cuando inició la explotación de oro y plata en el año 2005, llegando a su máximo en el 2012 cuando se agotó el depósito de la superficie (a cielo abierto) y sólo se continuó con la explotación subterránea, la cual es más difícil y menos productiva. El segundo repunte, que se dio a partir del 2013, se debe principalmente al crecimiento de la mina Escobal, en San Rafael Las Flores, Santa Rosa<sup>114</sup>.

Figura 46 Valor de la producción minera nacional, 2005-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015a).

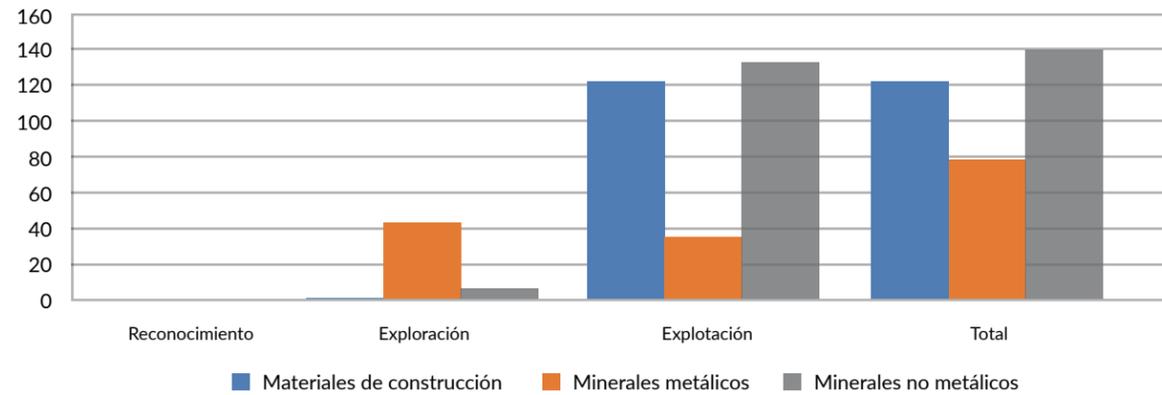
112- MEM (2016a).

113- MEM (2016a).

114- MEM (2016a).

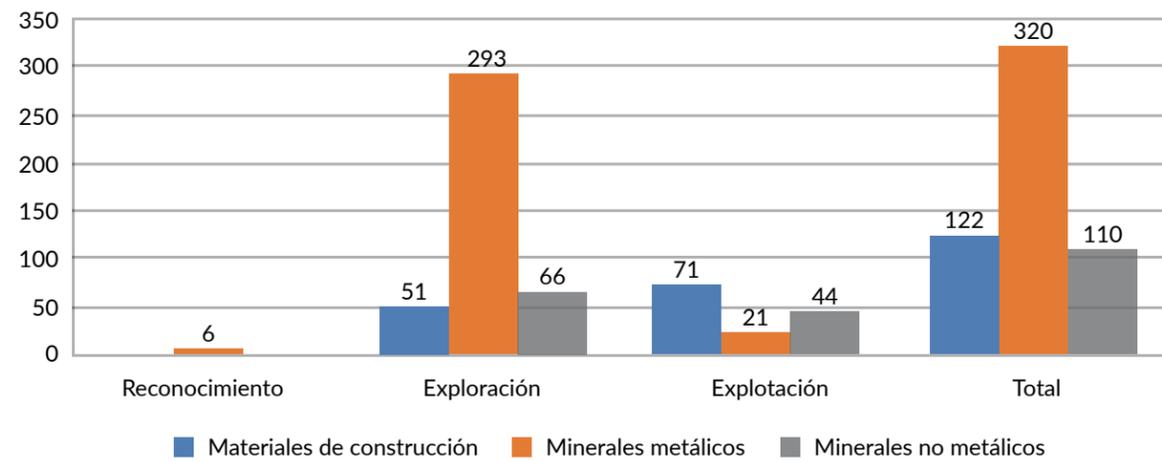
La Dirección General de Minería -DGM- del MEM otorga tres tipos de licencias: Reconocimiento, Exploración y Explotación. En el 2014 se contabilizaron 122 licencias mineras de Explotación y 71 en trámite; para los minerales metálicos, 35 licencias de Explotación y 21 en trámite; y para los minerales no metálicos 133 licencias vigentes de Explotación y 44 en trámite (Figuras 47-48).

Figura 47 Número de licencias vigentes según categoría mineral, 2014.



Fuente: INE (2015a).

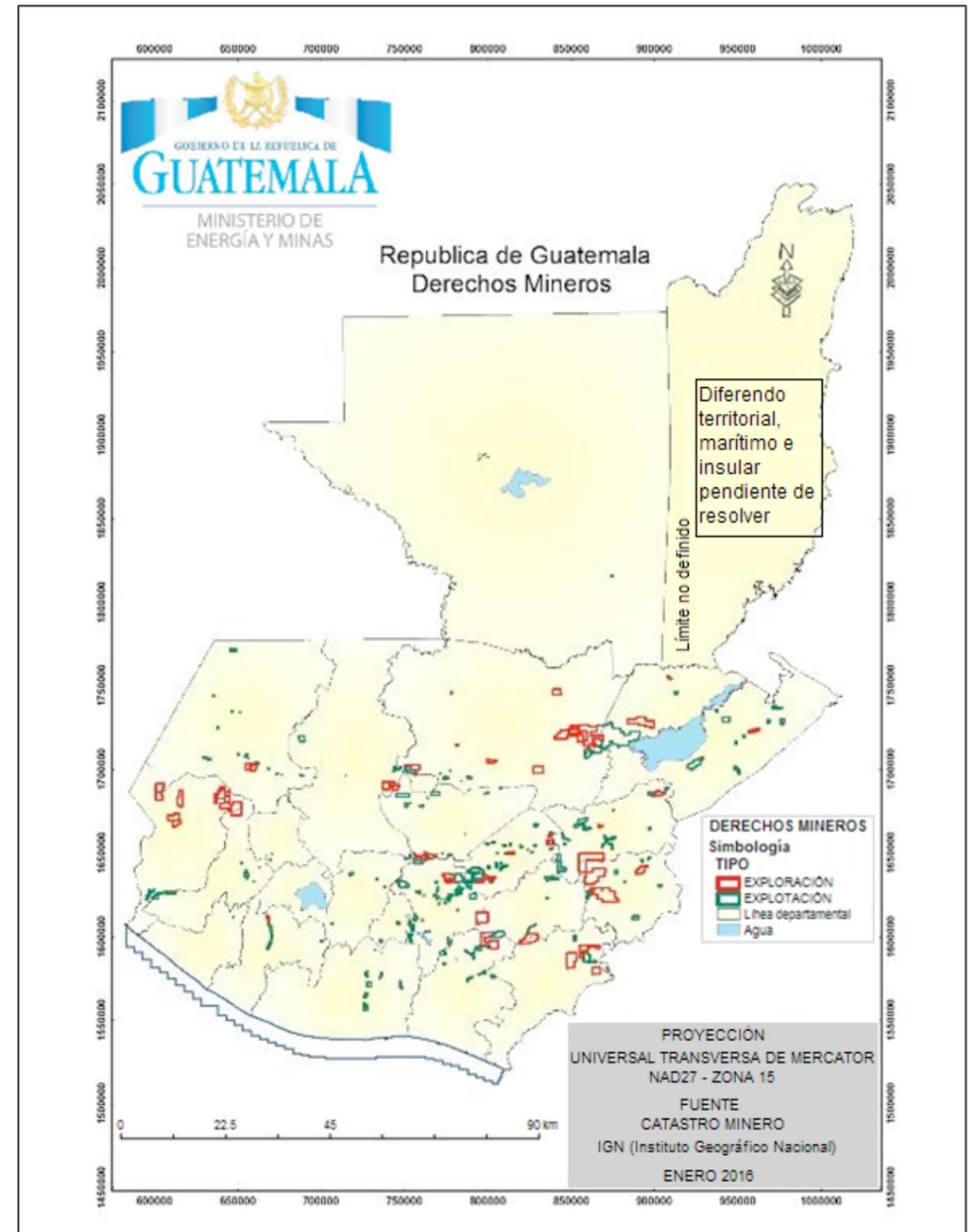
Figura 48 Número de licencias en trámite según categoría mineral, 2014.



Fuente: INE (2015a).

En la Figura 49 se puede observar que la mayoría de licencias se concentra en los departamentos de Izabal, San Marcos, Quetzaltenango, Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Zacapa y El Progreso.

Figura 49 Mapa de derechos mineros de la República de Guatemala.

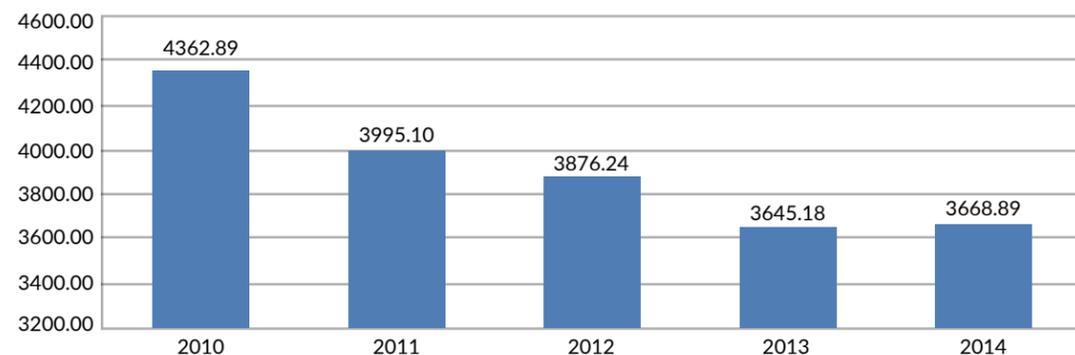


Fuente: MEM(2016a).

### Producción de hidrocarburos

La producción de petróleo crudo nacional alcanzó la cifra de 4,362.89 miles de barriles en el 2010 y se redujo a 3,668.89 en 2014 (Figura 50).

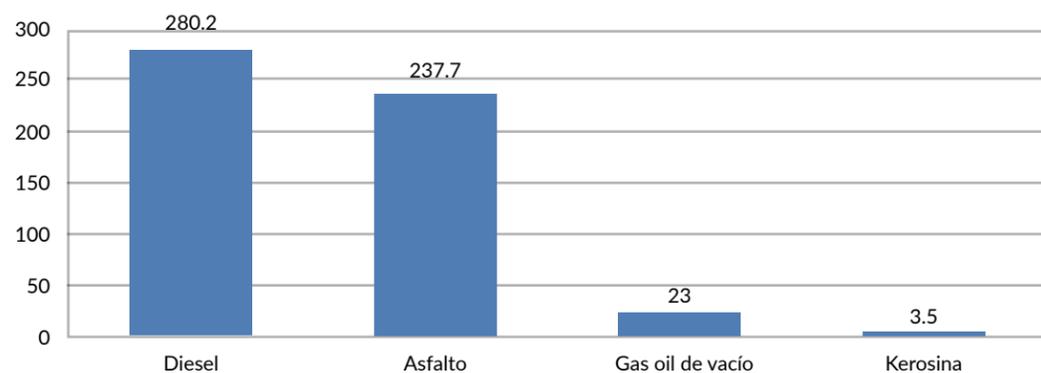
Figura 50 Producción de petróleo crudo nacional, 2010-2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo).



Fuente: MEM (2016b).

El derivado de petróleo que más se produjo en el 2014 fue el Diésel, del cual se produjeron 280.2 miles de barriles; seguido del Asfalto con 237.7 miles de barriles; del Gasoil con 23.0 miles de barriles, y el Keroseno, con 3.5 miles de barriles (Figura 51).

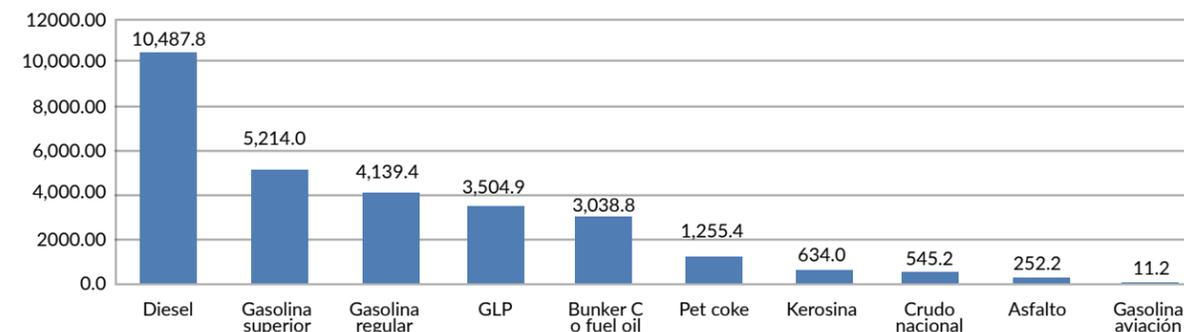
Figura 51 Producción de derivados del petróleo, 2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo).



Fuente: MEM (2016b).

El Diésel también es el derivado de petróleo que más se consume. En el 2014 se consumieron 10,487.8 miles de barriles equivalentes de petróleo. Le siguió la gasolina superior, con 5,214 miles de barriles; la gasolina regular, con 4,139.4 miles de barriles, y la gasolina de aviación, con 11.2 miles de barriles (Figura 52).

Figura 52 Consumo de petróleo y derivados, 2014 (en miles de barriles equivalentes de petróleo).

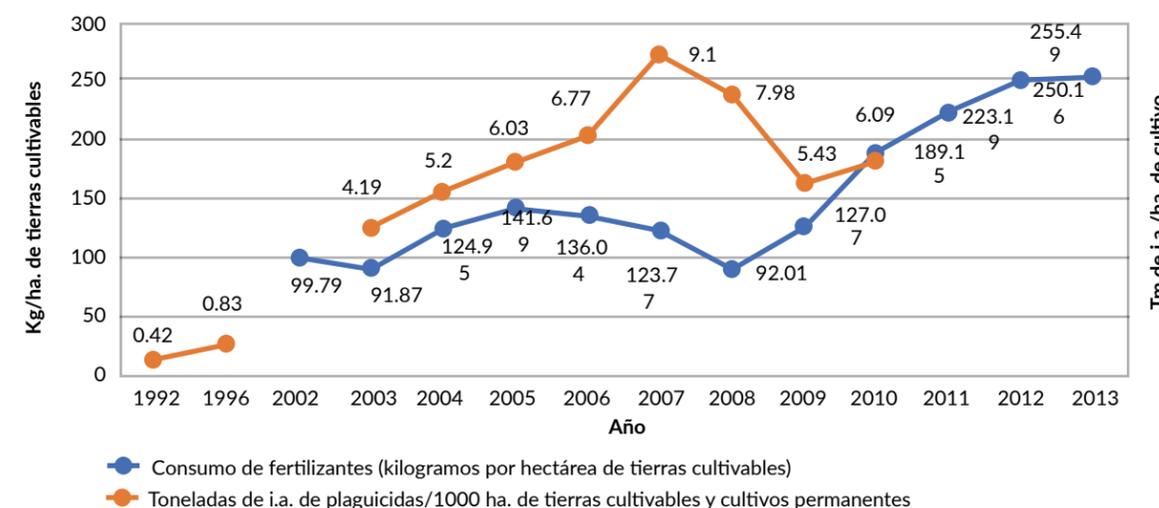


Fuente: MEM (2016b).

### Uso de fertilizantes y plaguicidas

En la Figura 53, se puede observar el uso de plaguicidas según la utilización de ingredientes activos en tierra cultivable y cultivos permanentes. Se calcula que desde el año 1992 al año 2007, hubo un incremento de más de 20 veces la cantidad utilizada de ingredientes activos en tierras cultivables y cultivos permanentes. A partir de ese año, hasta el año 2010 hubo una disminución del 33%, utilizándose 6.09 toneladas de ingrediente activo por cada 1,000 ha de superficie.

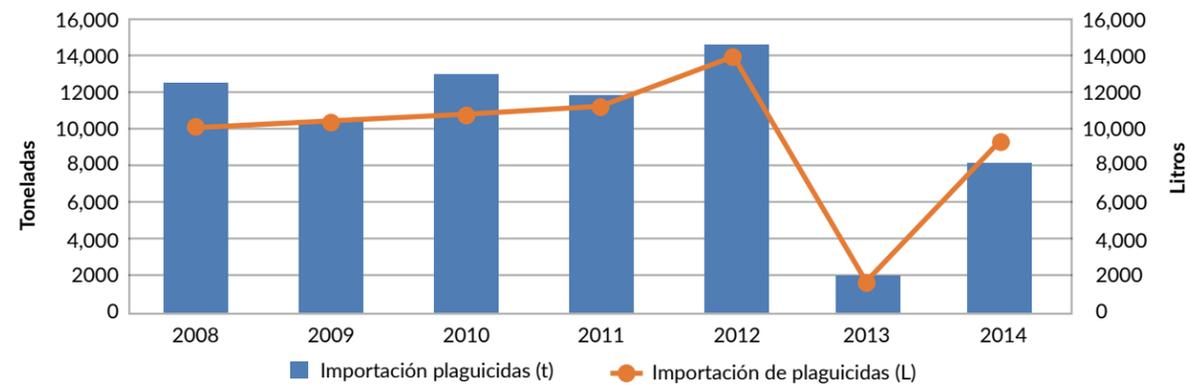
Figura 53 Consumo de fertilizantes y plaguicidas en Guatemala.



Fuente: FAO (2016).

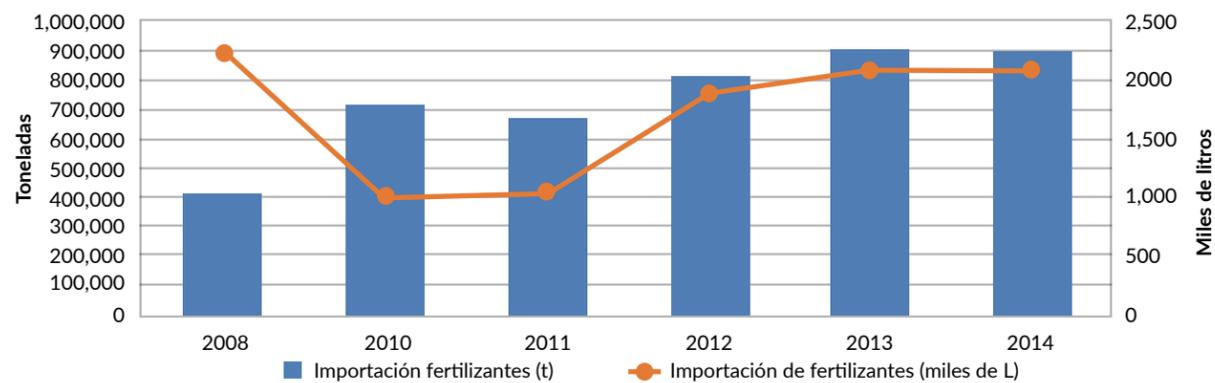
En las Figuras 54 y 55 se puede observar la importación de plaguicidas y fertilizantes al país, la cual tiene cierta tendencia al aumento y sus valores se pueden observar en la Figura 56.

Figura 54 Importación de plaguicidas, años 2008-2014.



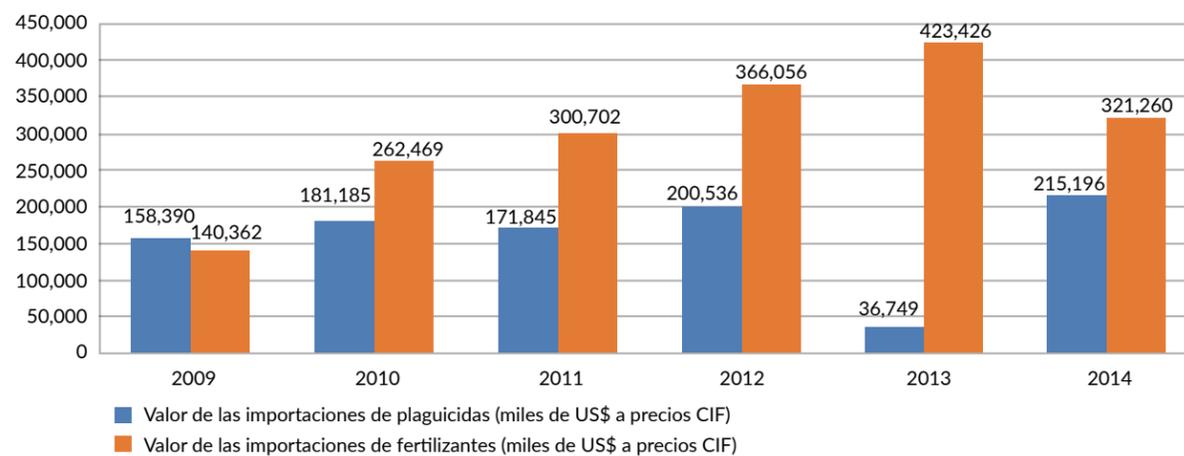
Fuente: INE (2015a).

Figura 55 Importación de fertilizantes, años 2009-2014.



Fuente: INE (2015a).

Figura 56 Valor de las importaciones de plaguicidas y fertilizantes, años 2009-2014 (miles de dólares USD a precios CIF).



Fuente: INE (2015a).

## Ciudades Sostenibles

### Crecimiento de la población y espacio urbano

Martínez (2011), indica que el crecimiento de la población urbana es un proceso de concentración de población que tiene sus bases por un lado en su propio aumento natural y/o con el aumento de la población rural. En tal sentido, los componentes del crecimiento urbano incluyen el crecimiento natural, la migración neta y los cambios de los límites de la ciudad.

Asimismo, el autor menciona que la movilización desde las áreas rurales en los años 50 produjo un grado de urbanización de 24.6%, mientras que para el año 2002 fue de 46.1%, y según las estimaciones de Lebeau (2015) se proyecta un grado de urbanización del 52% para el año 2030. En tal sentido, el grado de urbanización de Guatemala apenas sobrepasa los límites para indicar que se encuentra en una etapa moderada; siendo las causas del cambio de población rural a urbano, el modelo productivo, a la oferta de empleo, salud y educación.

*Uno de los indicadores para medir el proceso de urbanización lo constituye "el grado" consistente en la relación de la población urbana y la población total expresado en porcentaje. Este es útil para establecer la etapa en que se sitúan los países en el proceso de transición urbana. Se encuentran en una "etapa avanzada" cuando la población urbana suma el 80% o más de la total. La "etapa plena" se alcanza cuando aquella representa más del 70% y menos del 80%. La "etapa moderada" significa un nivel entre el 50% y el 70%. La "etapa incipiente" equivale a un grado de urbanización menor al 50%<sup>115</sup>.*

Se estima que las mayores concentraciones de población urbana se localizan en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango y Escuintla, con poblaciones mayores a 100,000 habitantes. Mientras que los departamentos con poblaciones menores a 2000 habitantes, se encuentran principalmente en San Marcos y Huehuetenango<sup>116</sup>.

La Municipalidad de Guatemala (2006), basada en una variedad de fuentes, indica que en los últimos doce años se ha generado más suelo urbano que en los 218 años de ocupación urbana desde la fundación de la ciudad, siguiendo un crecimiento espacial proyectado de 4.4% anual, impulsado principalmente por el flujo migratorio hacia las zonas urbanas.

Según Lebeau (2015), esta situación genera grandes retos al país como:

- Abandono de las áreas rurales.
- Necesidad de formación de capital humano para preparar la migración hacia las urbes.
- Dificultad de la llegada a la ciudad.
- Crecimiento exponencial de las demandas vinculadas a la urbanización (energía, agua, servicios básicos).

De mantenerse el ritmo de crecimiento, se estima que para el año 2020 la mancha urbana, en la ciudad capital alcanzará el doble de la superficie ocupada en el año 2006. De presentarse esta situación, la zona metropolitana tendría su inicio a partir de poblados como Ciudad Vieja, Sumpango, Palín y Palencia, los cuales se localizan a 40 kilómetros, aproximadamente de los límites actuales de dicha zona (Municipalidad de Guatemala, 2006).

115- Martínez (2011).

116- Morán (2013).

En cuanto al crecimiento de la población urbana en el municipio de Guatemala, las proyecciones realizadas a partir de los datos del INE (2015d), indican que se ha presentado un incremento de cercano a 52 mil personas a partir del 2002 (Cuadro 17), alcanzando un valor cercano a 1 millón de habitantes, los cuales se han distribuido dentro de las 25 zonas que componen la ciudad capital, aunque dicha distribución no es homogénea, ya que las zonas 6, 7 y 18 reúnen el 44% de la población metropolitana, mientras las zonas 4, 9 y 10 apenas se acercan al 2% de la población mencionada.

El crecimiento en los alrededores de Guatemala ha tenido un mayor auge en los últimos años. Los municipios más próximos, los cuales constituyen ciudades de habitación para las personas que trabajan en el centro, registran una tasa de crecimiento mucho mayor que Guatemala. En el Cuadro 18, se puede observar que entre el 2002 y 2016, Guatemala creció un 5.52% respecto al 2002, mientras que el resto creció por lo menos un 23%, siendo el municipio de Petapa el que registra el mayor crecimiento siendo este del 92%. En términos absolutos, Villa Nueva creció en este período en más de 220 mil personas, seguido de Mixco y Petapa (94 mil y 93 mil personas, respectivamente).

Cuadro 17 Incremento de la población en la zona metropolitana por zonas.

Zona	Población 2002	Proporción de la población 2002	Población 2016*	Crecimiento poblacional 2002-2016	Total de hogares 2002	Proporción de hogares 2002
1	67,489	7%	71,213	3,724	16,568	7%
2	22,175	2%	23,398	1,223	5,788	3%
3	25,501	3%	26,908	1,407	6,322	3%
4	1,821	0%	1,921	100	456	0%
5	65,578	7%	69,196	3,618	15,494	7%
6	76,580	8%	80,805	4,225	17,930	8%
7	139,269	15%	146,953	7,684	32,082	14%
8	12,439	1%	13,125	686	2,913	1%
9	1,750	0%	1,847	97	522	0%
10	12,090	1%	12,757	667	3,381	2%
11	39,669	4%	41,858	2,189	9,979	4%
12	43,398	5%	45,792	2,394	10,853	5%
13	26,734	3%	28,209	1,475	6,441	3%
14	18,322	2%	19,333	1,011	4,668	2%
15	14,549	2%	15,352	803	3,826	2%
16	19,499	2%	20,575	1,076	4,324	2%
17	22,296	2%	23,526	1,230	5,305	2%
18	198,850	21%	209,821	10,971	44,188	20%
19	24,644	3%	26,004	1,360	5,812	3%
22	75,265	8%	79,418	4,153	17,733	8%
24	14,810	2%	15,627	817	3,205	1%
25	19,620	2%	20,703	1,083	4,179	2%
<b>Total</b>	<b>942,348</b>	<b>100%</b>	<b>994,341</b>	<b>51,993</b>	<b>221,969</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del INE(2003).

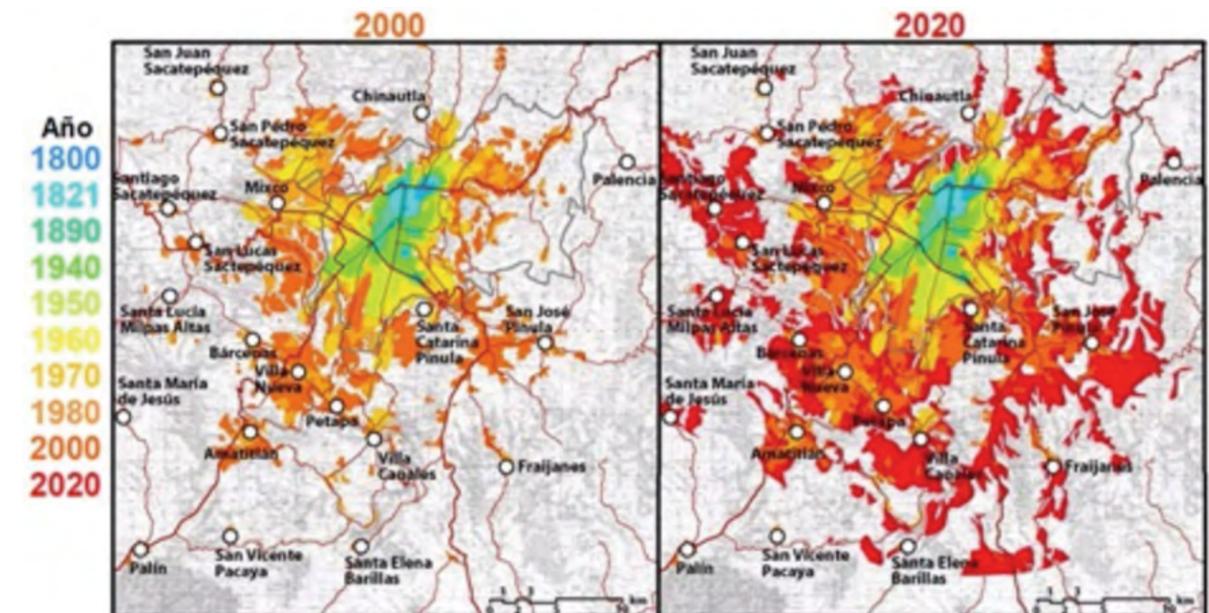
Cuadro 18 Crecimiento en los municipios más próximos a Guatemala.

Municipio	Población 2002	Población 2016	Crecimiento en el periodo 2002 - 2016	Crecimiento (%) respecto al 2002
Guatemala	942,348	994,341	51,993	5.52
Santa Catarina Pinula	63,767	98,885	35,118	55.07
Mixco	403,689	498,211	94,522	23.41
Villa Nueva	355,901	576,363	220,462	61.94
Villa Canales	103,814	162,017	58,203	56.06
Petapa	101,242	194,733	93,491	92.34
<b>Total</b>	<b>1,970,761</b>	<b>2,524,550</b>	<b>553,789</b>	<b>28.10</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2003).

El crecimiento poblacional es similar al de la expansión urbana, establecido en un 4.3% anual, lo cual indica que no se han producido transformaciones dentro del espacio urbano consolidado para albergar nuevas infraestructuras, fenómeno conocido como redensificación, por lo cual el crecimiento de la ciudad se está presentando mayoritariamente de manera horizontal más que vertical. Esta condición puede visualizarse a través de la Figura 57, en la cual se aprecia la evolución de la mancha urbana desde el año 1800 hasta el año 2020. Para el año 2000 la extensión de la zona metropolitana, según se aprecia en el cuadro 18, se estimó entre 22,500 a 35,000 hectáreas. Se estima que en la actualidad, el 52% del municipio se encuentra urbanizado, desacreditando percepción que la expansión y presión por el territorio solo se presenta en municipios periféricos<sup>117</sup>.

Figura 57 Crecimiento del espacio urbano.



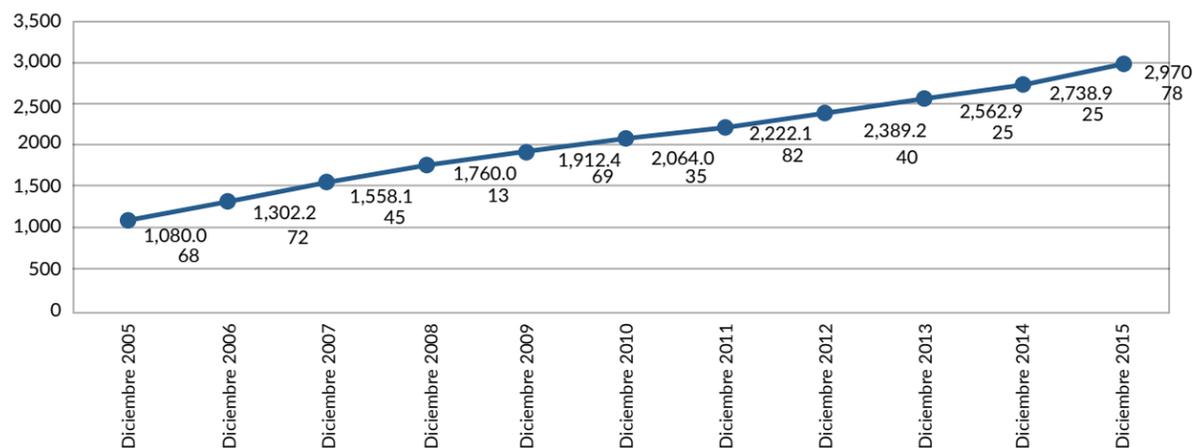
Fuente: Municipalidad de Guatemala (2006).

117- Municipalidad de Guatemala (2006).

### Aumento del parque vehicular

El parque vehicular se ha incrementado de manera lineal en los últimos años, según datos de la Superintendencia de Administración Tributaria -SAT-, a finales del año 2005 existían 1.08 millones de vehículos en la República de Guatemala, mientras que para finales del año 2015 esta cifra era de 2.97 millones (Figura 58), es decir, en el período 2005-2015 se dio un incremento del 175 %, lo cual ejerce presión sobre la cantidad de material particulado y gases contaminantes emitidos a la atmósfera.

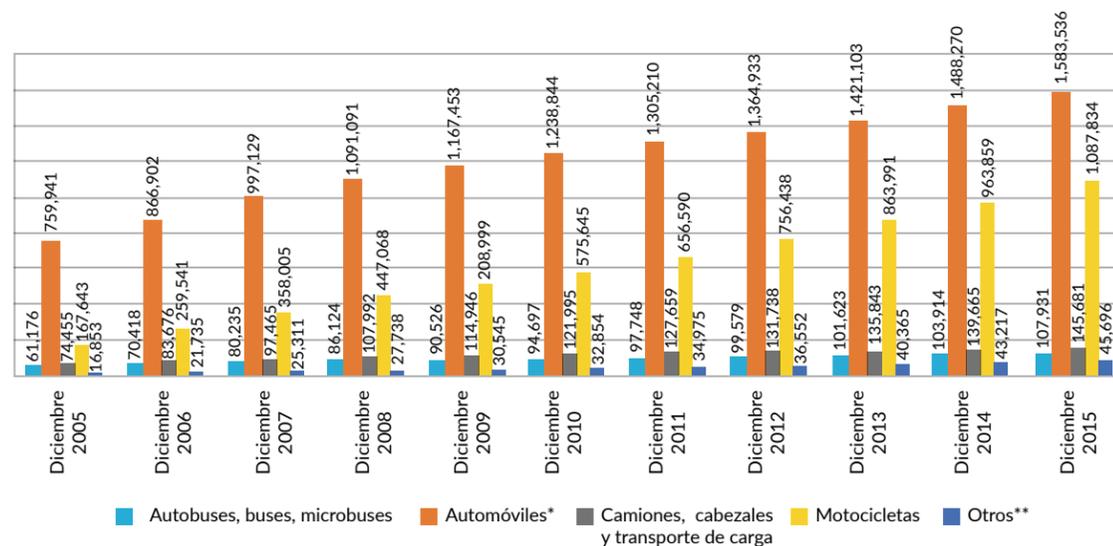
Figura 58 Incremento del parque vehicular nacional.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SAT (2016).

En la Figura 59 se puede observar el crecimiento del parque vehicular por categoría o tipo de vehículo. Los automóviles, los cuales incluyen vehículos de tipo sedán, coupé, camionetas agrícolas y similares, son los que se encuentran en mayor cantidad en el país. El parque vehicular ha incrementado de 759 mil unidades, en el 2005, a 1.58 millones en el 2015, reflejando un incremento del 109%.

Figura 59 Incremento del parque vehicular nacional por categoría.

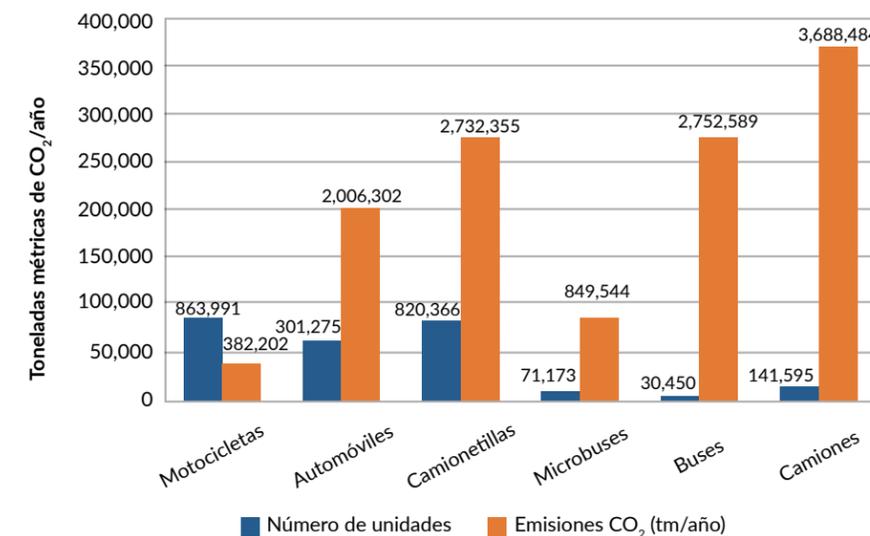


\* Incluyen automóviles tipo sedán, coupé, jeeps, camionetas agrícolas y otros similares.  
 \*\* Incluyen grúas, tractores, mini tractores, carretones, remolques y otros similares.

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAT (2016).

Por otra parte, aunque en términos absolutos hay menor cantidad que los automóviles, las motocicletas han aumentado su número en más de cinco veces lo que hubo en el 2005 (548 %). Sin embargo, pese a que se encuentran en menor cantidad, el MARN (2015a) estima que vehículos como los autobuses y los camiones son los mayores emisores de CO<sub>2</sub> al ambiente tal como se puede observar en Figura 60.

Figura 60 Relación entre el número de vehículos por categoría y la emisión de CO<sub>2</sub> (tm/año) en el 2013.



Fuente: MARN (2015a).

## Clima y Cambio Climático

### Cambio Climático

Se refiere al cambio en el clima a través del tiempo como resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas que generan gases de efecto invernadero (GEI). O bien, es la alteración de los factores que componen al clima como aumento de temperatura, fuertes precipitaciones, fenómenos climáticos, entre otros, que cambian gradualmente en un período de años, permitiendo a los seres vivos adaptarse a las nuevas condiciones, causado por los cambios naturales o por las actividades humanas<sup>118</sup>.

1. **Cambio climático:** acelerado por acción humana, adicional a la variabilidad natural.
2. **Efecto invernadero:** es natural y ha permitido la existencia de la vida en el planeta. El calentamiento global afecta la circulación atmosférica, intensifica el ciclo hidrológico y, así, afecta el clima del planeta.

Fuente: MARN (2015b)

118- IPCC (2002).

## Clima

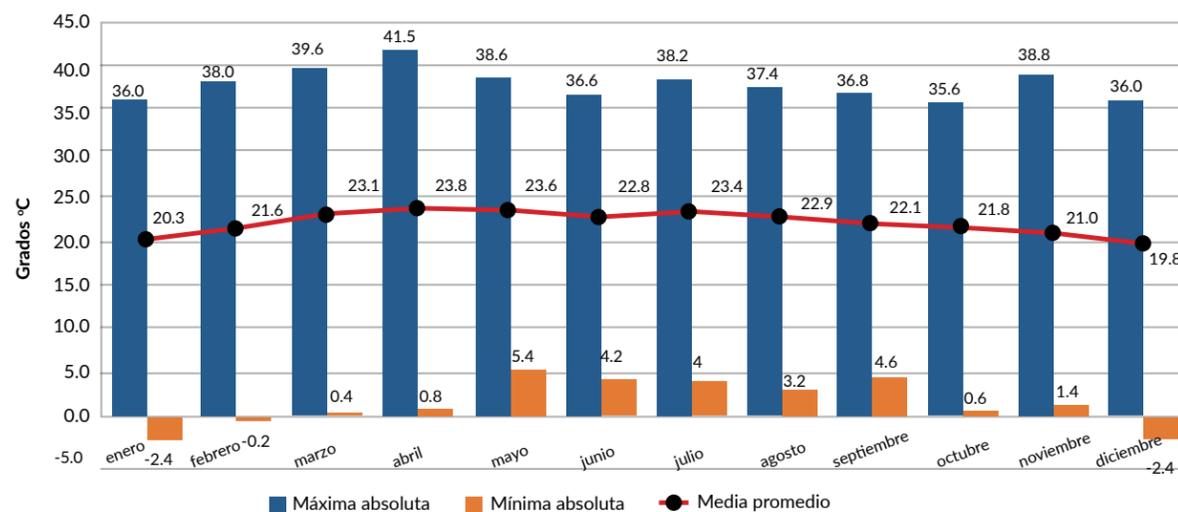
**¿Qué es el clima?:** El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan una zona determinada en un período de tiempo amplio. En otras palabras, es el promedio del tiempo atmosférico que reina en una zona durante varios años.

Fuente: INE (2015a)

## Temperatura

Según la Figura 61, que fue elaborada con datos del INE (2015a), se aprecia la temperatura, media, máximas y mínimas absolutas en donde la temperatura media para el año 2014 osciló entre 19.8 a 23.8 °C. Las máximas y mínimas registradas estuvieron entre los -2.4 a 41.5 °C. El promedio anual fue de 21.18°C. El mes de abril registró la temperatura más alta con 41.5 °C y las más bajas se registraron en enero y diciembre con -2.4 °C.

**Figura 61** Gráfica de temperatura media, máximas y mínimas absolutas registradas en grados centígrados, año 2014



Fuente: Elaboración propia con datos (INE, 2015a)

## Evapotranspiración

En el Cuadro 19 se presentan los rangos de evapotranspiración anual en milímetros para Guatemala, los cuales se obtuvieron a través de los registros históricos de las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH y los datos generados de las bases de datos de Worldclim. El rango que predomina es el que oscila entre 1,300.90 a 1,398.76 milímetros con el 21.4% del área total del país, siendo equivalente a 22,866.69 Km<sup>2</sup>, mientras que el 9.5% (10,344.46 Km<sup>2</sup>) del área se encuentra en el rango de mayor evapotranspiración con valores que oscilan entre 1,496.62 a 1,624.85 milímetros y el 8.4% (9,146.68 Km<sup>2</sup>) se encuentra en los menores rangos, los cuales oscilan entre 764.36 a 879.09 milímetros.

**Cuadro 19** Rangos anuales de evapotranspiración (ETP) en milímetros por porcentaje de área.

No.	Rango ETP (mm)	% Área
1	764.36 - 879.09	8.4
2	879.09 - 993.82	10.6
3	993.82 - 1,095.06	14
4	1,095.06 - 1,203.04	12
5	1,203.04 - 1,300.90	15
6	1,300.90 - 1,398.76	21.4
7	1,398.76 - 1,496.62	9.1
8	1,496.62 - 1,624.85	9.5

Fuente: Elaboración propia con datos del INSIVUMEH y WORLDCLIM

Según el mapa de evapotranspiración anual en milímetros de Guatemala (Figura 62) los departamentos que prestan la mayor evapotranspiración son los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Petén, mientras que los que presentan menores datos de evapotranspiración son Huehuetenango, Quiché, Baja Verapaz, Sololá, Chimaltenango y las partes altas de San Marcos y Quetzaltenango.

En el Cuadro 20 se presentan los rangos de precipitación anual en Guatemala, el 12.9% (14,046.68 Km<sup>2</sup>) del área total del país presenta precipitaciones menores a 1,291.40 milímetros y el 4.9% (5,335.56 Km<sup>2</sup>) presenta los valores más altos de precipitación, los cuales oscilan entre 3,454.67 a 4,166.96 milímetros. Los valores se concentran en el rango de 1,291.40 a 1,632.17 milímetros, con un área de 22.1% (24,064.47 Km<sup>2</sup>), y el 22% (23,955.58 Km<sup>2</sup>), con una precipitación que oscila entre 1,621.17 a 1,977.31 milímetros.

**Cuadro 20** Rangos anuales de precipitación (PP) en milímetros por porcentaje de área

No.	Rango PP	% Área
1	816.54 - 1,291.40	12.9
2	1,291.40 - 1,621.17	22.1
3	1,621.17 - 1,977.31	22
4	1,977.31 - 2,346.65	9
5	2,346.65 - 2,689.61	10.1
6	2,689.61 - 3,045.76	8.1
7	3,045.76 - 3,454.67	10.9
8	3,454.67 - 4,166.96	4.9

Fuente: Elaboración propia con datos del INSIVUMEH y WORLDCLIM

Según el mapa de precipitación anual en milímetros de Guatemala (Figura 63), los departamentos que presentan menor precipitación son Chiquimula, Jalapa, El Progreso, Jutiapa, Totonicapán, Zacapa, Baja Verapaz y Quiché, y esto se debe a que la mayoría de estos departamentos están situados en el área del Corredor Seco, por lo cual están propensos a sequías. Mientras que Alta Verapaz, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango, San Marcos, parte alta de Quiché, Huehuetenango, Escuintla e Izabal (de los cuales la mayoría de áreas están ubicadas en la región de la Bocacosta), los departamentos con mayor precipitación.

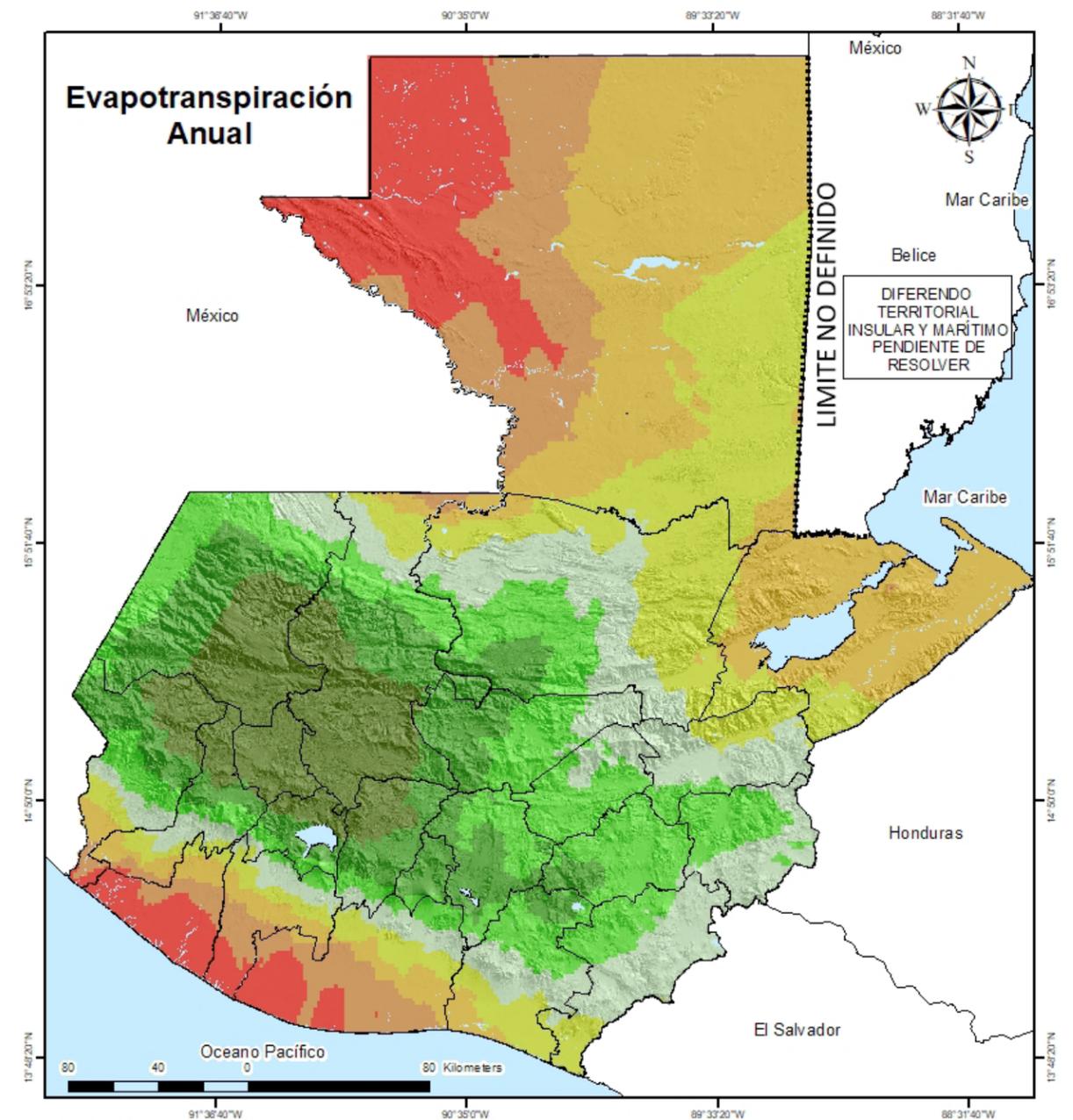
**Variación climática**

El aumento de la temperatura, la cual ha subido 0.85 °C en un período de 132 años (1,880 - 2012), modifica los patrones climáticos de la tierra provocando cambios estacionales y regionales de temperatura y precipitación, eventos extremos como tormentas y sequías. El aumento de la temperatura causa la reducción del hielo glacial, además aumenta la temperatura del océano y aumenta el crecimiento de los niveles del mar a un promedio de 1.8 mm/año de 1963 a 2007<sup>119</sup>.

Las temperaturas según las regiones climáticas de Guatemala varían según la altitud, es decir en las regiones más frías como el Altiplano Central y Occidente, a diferencia de las temperaturas en las regiones de la Franja Transversal del Norte y la Boca Costa (en el cuadro 21 se puede observar una breve descripción de las regiones climáticas). Según el MARN (2015b), las regiones climáticas debido a las variaciones altitudinales la temperatura disminuye 0.54 °C por cada 100 metros de altitud.

119- IARNA (2015).

Figura 62 Mapa de evapotranspiración anual en milímetros de Guatemala



**Leyenda**

**Evapotranspiración Anual (mm)**

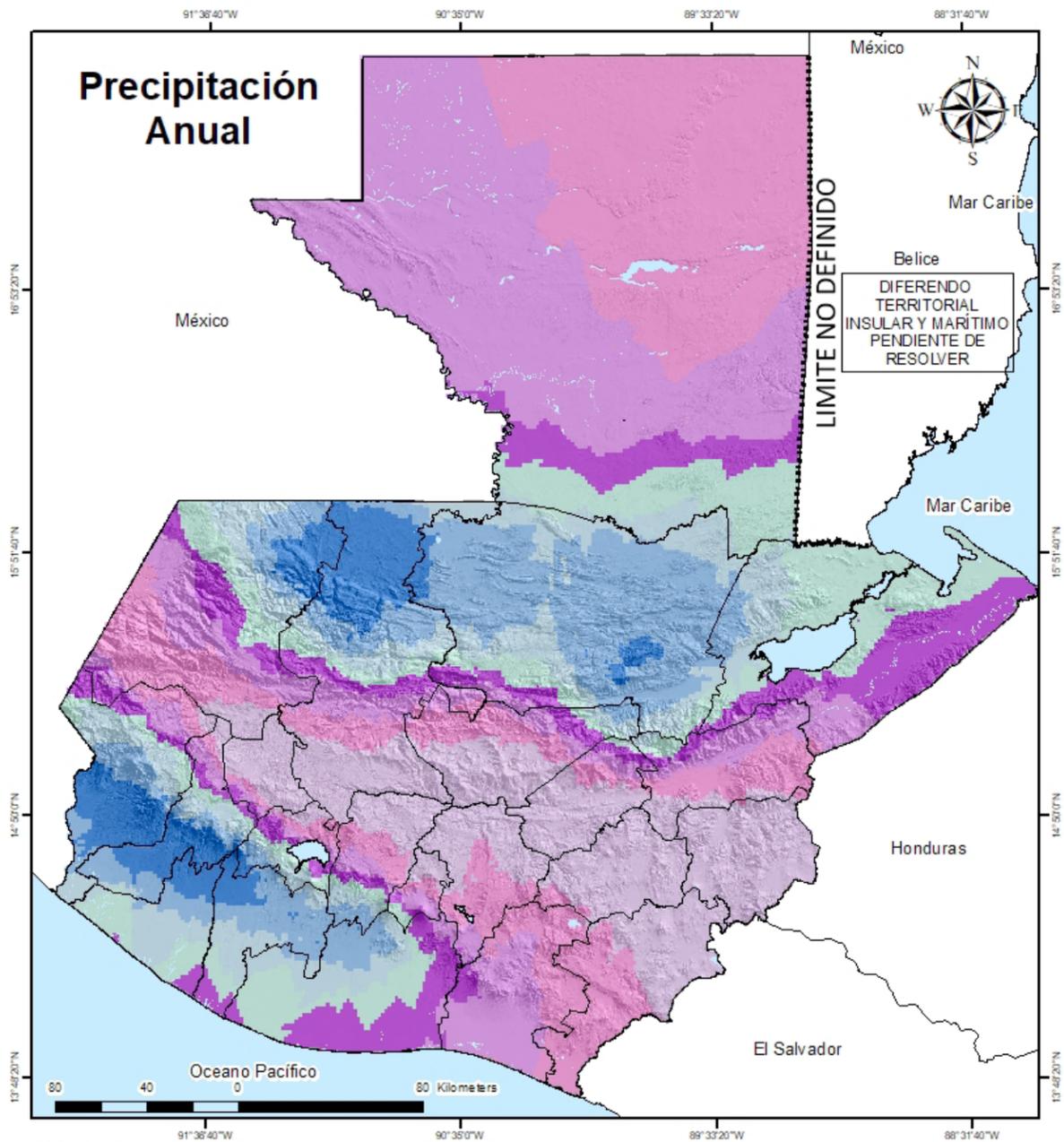
764.36 - 879.09	1,203.04 - 1,300.90
879.09 - 993.82	1,300.90 - 1,398.76
993.82 - 1,095.06	1,398.76 - 1,496.62
1,095.06 - 1,203.04	1,496.62 - 1,624.85

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WG S84  
Año: 2016



Fuente: Elaboración propia con datos del INSIVUMEH y WordClim.

Figura 63 Mapa de precipitación anual en milímetros de Guatemala



**Leyenda**

**Precipitación Anual (mm)**

816.54 - 1,291.40	2,346.65 - 2,689.61
1,291.40 - 1,621.17	2,689.61 - 3,045.76
1,621.17 - 1,977.31	3,045.76 - 3,454.67
1,977.31 - 2,346.65	3,454.67 - 4,166.96

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WG S84  
Año: 2016



Fuente: Elaboración propia con datos del INSIVUMEH y WORLDCLIM.

Cuadro 21 Regiones climáticas de Guatemala

Región	Característica
Norte	Comprende las planicies del norte del país, presentando altitudes que oscilan entre 0 y 900 msnm. Es una zona muy lluviosa, llueve durante todo el año, aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones más intensas. El promedio de lluvia varía entre 1560 y 1720 mm de lluvia anual. La temperatura promedio oscila entre los 20° y 30° C y los niveles más altos se manifiestan entre abril y septiembre. En esta región se manifiestan climas de tipo cálido con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos; húmedos y semisecos, y sin estación seca bien definida.
Caribe y Franja Transversal del Norte	Es prolongación de la zona descrita anteriormente y se establece en la ladera montañosa al sur de la misma. Las altitudes oscilan entre los 900 hasta los 2000 msnm. Es una zona muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre. En la región de la Franja Transversal, la lluvia anual varía de 1930 a 2635 mm, mientras que en la región del Caribe la lluvia anual varía de 3230 a 3726 mm. Los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la altitud. Existen climas de género cálido con inviernos benignos, cálidos sin estación fría bien definida y semiáridos con invierno benigno. Su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida.
Altiplano Central y Occidente	Es prolongación de la zona descrita anteriormente y se establece en la ladera montañosa al sur de la misma. Las altitudes oscilan entre los 900 hasta los 2000 msnm. Es una zona muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre. En la región de la Franja Transversal, la lluvia anual varía de 1930 a 2635 mm, mientras que en la región del Caribe la lluvia anual varía de 3230 a 3726 mm. Los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la altitud. Existen climas de género cálido con inviernos benignos, cálidos sin estación fría bien definida y semiáridos con invierno benigno. Su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida.
Bocacosta	Es una región angosta que transversalmente se extiende en la ladera montañosa y en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del pacífico, en el sur del país. Al igual que en la región de la Franja Transversal del Norte, tiene los índices más altos de precipitación en el país. Los niveles de temperatura aumentan a medida que desciende hacia el litoral, y alcanzan cierta estabilidad en las regiones próximas al mar. Las precipitaciones están bien caracterizadas: son escasas en los meses iniciales del año, pero se intensifican a partir de mayo. El período más lluvioso es el comprendido de junio a septiembre. La precipitación total anual es entre 3100 a 4000 msnm. Existe un clima generalizado de tipo semiárido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo sin estación seca bien definida. Varía a húmedo y sin estación seca bien definida en el extremo oriental.

Fuente: Elaboración propia con datos del INSIVUMEH (2015).

Según datos registrados de temperatura y precipitación los promedios de los años 2001 al 2014 han aumentado con respecto al periodo entre los años 1971 al 2000. La temperatura presentó un aumento entre 2.2% a 10.3% mientras que en la precipitación el aumento fue de 6% a 48%. Para obtener estos datos se utilizaron como base las estaciones meteorológicas de Flores (Petén), Puerto Barrios (Izabal), Cobán, INSIVUMEH, Labor Ovalle (Quetzaltenango), Huehuetenango, Camantulul (Escuintla), Sabana Grande (Escuintla parte alta), La Fragua (Zacapa) y Asunción Mita (Jutiapa).

Los meses de mayo (68 mm) y octubre (60 mm) son los que mayor aumento de lluvia han tenido, esto debido a los efectos de los ciclones naturales *Adrián* (2005), *Stan* (2005), *Alma* (2,008), *Agatha* (2010) y *12E* (2011). El resto de los meses han tenido un incremento de 25 a 30 mm, aunque también se registró un descenso leve en los meses de noviembre y diciembre.

### Causas del cambio climático

Las causas que generan el cambio climático pueden ser de tipo natural, la cual incluye la actividad volcánica o cambios de energía del sol y tipo antropogénico provocado por las actividades humanas, las cuales pueden ser: tala de árboles, uso de leña, incendios forestales y quema de combustibles fósiles.

El parque vehicular en Guatemala ha crecido de 1,080,068 vehículos en 2005 a más de 3,221,746, en noviembre de 2016, lo que equivale a 34% de crecimiento. El Departamento de Guatemala es el que más ha crecido en el número de vehículos que a noviembre de 2016 era de 1,443,442 vehículos. Este crecimiento, especialmente en el departamento de Guatemala, es causante en parte de los grandes atascos vistos en los últimos años (SAT, 2016).

El promedio de edad del parque vehicular es de 21 años, siendo las grúas, así como los furgones y plataformas los vehículos más antiguos con promedios de 29 y 30 años; mientras que las motocicletas son los vehículos más modernos en promedio, 6 años de antigüedad (SAT, 2016). Ello debido a que los usuarios de este tipo de automotores los prefieren.

### Cambio climático en Guatemala

Guatemala es un país que es susceptible al cambio climático, ya que gran parte de su territorio acumula una alta vulnerabilidad. El alto índice pobreza, la inequidad social y el crecimiento poblacional son factores que inciden para que el país no tenga respuesta contra estas variaciones climáticas que afectan tanto a las personas como a los ecosistemas naturales.

Según la SEGEPLAN, los departamentos con alta vulnerabilidad son: Santa Rosa, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, Suchitepéquez, San Marcos, Huehuetenango, Quiché, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa. Estos departamentos también presentan el mayor índice de pobreza extrema, además de ser parte del Corredor Seco del país, el cual es una región vulnerable a sequías que provocan que en algunas partes no se cuente con seguridad alimentaria.

### Factores que influyen en el clima en Guatemala

En los últimos años el clima se ha visto influenciado por fenómenos como El Niño (El Niño-Oscilación del Sur o ENOS), en su ciclo cálido que, provoca sequías prolongadas, y La Niña (ENOS) en su ciclo frío, que genera lluvias abundantes.

En el período 1998 al 2014 (17 años) se han registrado un total de ocho eventos hidrometeorológicos extremos ligados al cambio climático (los huracanes y tormentas tropicales *Mitch*, 1998; *Stan*, 2005; *Agatha*, 2010; y algunas depresiones tropicales y sequías importantes). Las pérdidas y daños acumulados ascienden a más de US\$3.5 mil millones, distribuidos principalmente en los sectores de infraestructura, agricultura y salud. Entre 1998 y 2010, la variabilidad climática ocasionó pérdidas económicas en el sector agrícola de US\$1.85 mil millones<sup>120</sup>.

### Heladas

Las heladas ocurren cuando la temperatura desciende a 0°C a 1.5 metros sobre el nivel del suelo, en regiones por arriba de los 1,600 msnm. El 20% del territorio es susceptible a las heladas las cuales se pueden presentar en los meses de noviembre a marzo. De acuerdo a los registros históricos, las temperaturas mínimas más bajas oscilan entre -10 °C a -5.5 °C presentándose en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Los daños a las plantas se dan por una baja en el proceso fotosintético y rotura de las células por congelamiento del agua<sup>121</sup>. En el Cuadro 22 se puede observar cuáles departamentos son afectados por las heladas: Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Sololá, Totonicapán son los departamentos que forman esta zona de riesgo. La mayor pérdida en los cultivos son las hortalizas, que representan un total del 87% de lo que se siembra tradicionalmente en el occidente del país.

120- MARN (2015b)

121- MAGA (2015).

Cuadro 22 Cultivos sujetos a amenazas por heladas

Departamento	Cultivos	Superficie (ha)	Superficie (%)
Quetzaltenango	Hortalizas	10484.2	95.5%
	Frutales deciduos	453.2	4.1%
	Café	36.5	0.3%
<b>Total</b>		<b>10973.9</b>	<b>100%</b>
San Marcos	Hortalizas	18183.6	96.6%
	Frutales deciduos	388.5	2.1%
	Café	123.1	0.7%
	Otros cultivos	120.4	0.6%
<b>Total</b>		<b>18815.6</b>	<b>100%</b>
Huehuetenango	Hortalizas	11053.2	71.3%
	Frutales deciduos	677.6	4.4%
	Café	3483.6	22.5%
	Otros cultivos	290.1	1.9%
<b>Total</b>		<b>15504.5</b>	<b>100%</b>
Sololá	Hortalizas	1476.4	80.8%
	Frutales deciduos	50.3	2.8%
	Café	301	16.1%
<b>Total</b>		<b>1827.7</b>	<b>100%</b>
Totonicapán	Hortalizas	594	66.0%
	Frutales deciduos	204.2	22.7%
	Otros cultivos	101.92	11.3%
<b>Total</b>		<b>900.1</b>	<b>100%</b>
GRAN TOTAL	Hortalizas	41791.4	87.0%
	Frutales deciduos	1773.8	3.7%
	Café	3944.2	8.2%
	<b>Otros cultivos</b>	<b>512.42</b>	<b>1.1%</b>
<b>Gran Total Cultivada</b>		<b>48021.82</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del MAGA (2015b).

### Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Las actividades humanas como el cambio de cobertura forestal, el transporte, la industria manufacturera y otras actividades comerciales e institucionales dan como resultado las emisiones de los Gases Efecto Invernadero (GEI), los cuales son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y algunos compuestos orgánicos. Estos gases hacen que se devuelva parte de la radiación a la superficie y la atmósfera interior, lo cual provoca que se incrementen las temperaturas.

Guatemala en cuanto a emisiones de GEI genera menos del 0.1% de las emisiones a nivel mundial con un total de 2.48 tCO<sub>2</sub>e/cápita en el año 2005 siendo 46% menor al promedio de la región de Latinoamérica y el Caribe (4.6 tCO<sub>2</sub>e/cápita) (MARN, 2015b).

En el Cuadro 23 se presentan las emisiones y absorciones de GEI de Guatemala, años 1990, 1994, 2000 y 2005, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentó el 67.3% en 10 años (1,990-2000) para posteriormente disminuir 9.1% para el año 2005. En este período (1990-2005) la absorción fue mayor a la emisión de GEI, aunque al pasar de los años esto ha disminuido un 43% en 15 años, ya que en el año 1,990 la absorción era 82% mayor a la emisión de CO<sub>2</sub>, en cambio en el año 2005 ya solo era 15% mayor, esto debido a la pérdida de cobertura boscosa en el país.

Cuadro 23 Emisiones y absorciones en miles de toneladas de GEI de Guatemala, años 1990, 1994, 2000 y 2005

Año	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>
	Emisiones	Absorciones						
1990	7,489.62	-42,903.73	199.56	20.74	43.8	961.66	105.95	74.50
1994	18,474.94	-39,583.65	192.74	11.72	48.45	958.06	235.26	74.60
2000	22,911.20	-37,456.82	211.25	16.90	75.95	1211.92	176.93	98.46
2005	20,817.88	-24,492.06	259.40	16.71	95.43	1433.59	414.58	90.49

Fuente: Elaboración propia con datos del MARN (2015b).

La emisión de metano (CH<sub>4</sub>) aumentó 24% en el año 2005 con relación al año 1,990, el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) disminuyó 19%, el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) aumentó 54%, el monóxido de carbono aumentó 33% cabe mencionar que este gas es el segundo con mayor emisión, los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC) aumentó 74% y el óxido de azufre aumentó el 18%.

La mayor fuente de GEI para en el período 1990-2005 es la generación de energía con un estimado del 88% de las emisiones, y posteriormente está la agricultura, con el 4%.

### Inseguridad alimentaria

Según el INSIVUMEH (2015) durante los años 1982, 1986, 1997, 2001, 2002, 2006, 2009, 2012 y 2014 se presentaron eventos de sequías que afectaron fuertemente a la agricultura del país. En una extensión aproximada de 11% del territorio de Guatemala (46 municipios) existe una región denominada Corredor Seco, la cual es vulnerable a sequías, mismas que se pueden agravar por el efecto del ENOS y el Cambio Climático que provoca un aumento en su incidencia en el área.

El territorio centroamericano en los últimos años ha sido afectado por graves sequías que afectan la producción de frijol y maíz, lo cual amenaza la seguridad alimentaria y nutricional de aproximadamente 2.5 millones de personas en la región donde más del 50% de esta población se encuentra en Guatemala.

En Guatemala en el año 2014 se perdió el 70% de la cosecha de frijol (70,000 toneladas) y 80% de maíz (200,000 toneladas) en comparación con los rendimientos del año 2013; además se estima que alrededor de 275,000 familias fueron afectadas por falta de lluvias en el Corredor Seco<sup>122</sup>.

## Incidencia del cambio climático en la biodiversidad

El cambio climático es una fuente de preocupación para la supervivencia de cientos de miles de especies a nivel global, ya que las amenazas derivadas influyen en el equilibrio de la biodiversidad, causando el aumento de temperatura y/o cambios en las precipitaciones.

Este conjunto de desequilibrios afecta a organismos individuales y a poblaciones, sobre todo a la distribución geográfica de las especies, en el funcionamiento de los ecosistemas. En un futuro, conforme la situación se siga agravando, las especies tanto de flora y fauna estarán en una situación crítica, ya que la situación de supervivencia dependerá de la habilidad de adaptación que tendrá cada organismo en la migración a otro hábitat.

Según IARNA (2011)<sup>123</sup>, en Guatemala la biodiversidad se verá afectada en:

- Cambios en la distribución de las especies a lo largo de los niveles altitudinales, de humedad y temperatura.
- Cambios en la fenología propia de cada especie tanto flora y fauna.
- Alteración de los procesos de interacción entre especies, como por ejemplo las relaciones entre floración y polinización y las relaciones simbióticas.
- Cambios en la dinámica de las poblaciones naturales tanto de flora y fauna.
- Especies amenazadas – extinción de especies que poseen rangos de distribución restringidos.
- Incremento en la propagación de especies invasoras o no nativas, incluyendo plantas, animales y agentes patógenos.

123- IARNA (2011)

## Bibliografía

Ayapán, T. (2014). La investigación criminal en los delitos contra la biodiversidad en Guatemala tipificados en ley de áreas protegidas. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

Banco Mundial. (07 octubre 2016). Indicadores: agricultura y desarrollo rural. Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/indicador>

BANGUAT. (2016). Estadísticas Macroeconómicas. Guatemala: Banco de Guatemala. Recuperado de <http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=111348&aud=1&lang=1>

Barillas, E.M. (2012). Dinámica poblacional y demandas de agua para consumo humano y agrícola a nivel nacional (de Guatemala). Guatemala: Geociencias, riesgo y recursos.

Basterrechea, M. (2012). Estado del agua en Guatemala. En B. Jiménez, & T. Galizia, Diagnóstico del agua en las Americas (pp. 281-307). México, D.F.: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.

CONAMA (2001). Estrategia Nacional para la Conservación y el uso sostenible de la Biodiversidad y Plan de Acción Guatemala. Guatemala: Serviprensa.

CONAP. (2012). Evaluación de tendencias forestales. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.

CONAP y MARN. (2009). Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, TheNatureConservancy. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 152 p.

Erazo, M. (2016). El impacto del cambio climático sobre la vulnerabilidad ecosistémica en El Salvador. Perspectivas, (6), 1-11. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12724.pdf>

FAO. (2012). Reunión regional sobre generación de electricidad. Guatemala: FAO.

FAO. (2014). Manejo de las Áreas Marino Costeras Protegidas para garantizar medios de vida sustentables y seguridad alimentaria. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación -FAO-.

FAO (07 Octubre 2016). Faostat organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura dirección de estadística. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/home/S>

FCG. (2012). Diagnóstico Preliminar de Situación de la Cuenca del Río Motagua. Guatemala: Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente en Guatemala -FCG-. Guatemala, I. i. (2,013). Industria Forestal. Guatemala: Invest in Guatemala.

GWP. (2015). Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una gestión integrada. Honduras: GWP.

Hernández, A. C. (2,013). Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala. Dinamica de sistemas, 17.

IARNA. (2011). Cambio Climático y Biodiversidad: Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Natural y Ambiente.

IARNA. (2012). Análisis sistémico de la deforestación en Guatemala y propuesta de políticas para revertirla. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Natural y Ambiente.

IARNA. (2015). Cambio y Variabilidad Climática: Una guía para autoridades municipales y líderes comunitarios. Guatemala: CARA PARENS.

INAB. (2015). Probosque. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques -INAB-.

INAB, CONAP, UVG, URL. (2012). Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010. Guatemala: INAB, CONAP, UVG, URL.

INE. (sf). Caracterización República de Guatemala: encuesta nacional de condiciones de vida 2011. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2003). Censos nacionales XI de población y VI de habitación 2002. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2,004). IV censo nacional agropecuario: características generales de las fincas censales y de productoras y productores agropecuarios. Tomo I. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-. 152 p.

INE. (2014). Encuesta Nacional de empleo e ingresos 1-2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2015a). Compendio estadístico ambiental 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2015b). República de Guatemala: encuesta nacional de condiciones de vida 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-. 47 p.

INE. (2015c). Encuesta nacional agropecuaria: superficie cultivada y producción 2015. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-. 37 p.

INE. (2015d). Guatemala: estimaciones de la población total por año, según departamento y municipio período 2016-2,017 al 30 de junio. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-IPCC. (2002). Cambio Climático y Biodiversidad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático -IPCC-.

Jimenez, Cisneros B.; GaliziaTundisi, J. (2012). Diagnóstico de agua de las Americas, Estado del agua en Guatemala. México: Red Interamericana de Academia de Ciencias, Foro consultivo científico y tecnológico.

Lebeau, J-R. (30 sep 2015). ¿Son las ciudades el futuro de Guatemala? Guatemala: PNUD. Rescatado de <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/ourperspective/ourperspectivearticles/2015/09/30/-son-las-ciudades-el-futuro-de-guatemala-.html>

Lentini, E. (2010). Servicio de agua potable y saneamiento en Guatemala. (C. E. Caribe, Ed.) Santiago de Chile: Naciones Unidas.

MAGA. (2002). Mapa de intensidad de uso de la tierra República de Guatemala. Guatemala. Recuperado de: <http://web.maga.gob.gt/sigmaga/suelos-1-250/>

MAGA. (2015a). Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2010. Recuperado de <http://web.maga.gob.gt/download/Mapa-Nacional.jpg>

MAGA. (2015b). Temporada de frentes fríos en 2015. Probable impacto en la agricultura de Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

MAGA (2016). El agro en cifras 2015. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- 66 p.

MANMUNI PETÉN ITZÁ, MARN, SEGEPLAN. (2010). Plan Estratégico para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago Petén Itzá 2010-2,020. Guatemala: Mancomunidad para el Desarrollo Sostenible de los Municipios de la Cuenca del Lago Petén Itzá -MANMUNI PETÉN ITZÁ- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- y Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-.

MARN. (2015a). Fuentes móviles en ruta de Guatemala y los gases de efecto invernadero, año base 2,013: una perspectiva y una aproximación. Guatemala: Dirección de cambio climático. 59 p.

MARN. (2015b). Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.

Martínez López, J.F. (2011). Transformaciones urbanas en Guatemala 1,950-2002. Santiago de Chile: CEPAL.

MEM (2016a). Anuario estadístico minero 2015. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas -MEM-. 12 p.

MEM. (2016b). Informe estadístico de hidrocarburos 2015. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas -MEM-. 34 p.

Méndez Mora, Á. M. (2,013). Elaboración y ejemplificación de un sistema para la evaluación de proyectos. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Municipalidad de Guatemala. (2006). Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Guatemala: documento de soporte. V 4.3. Plan de desarrollo metropolitano, Guatemala 2,020. 83 p.

OCHA, U. (2014). Plan de Respuesta Canícula Prolongada / Sequía 2014. Guatemala: OCHA, UNETE y Sistemas de las Naciones Unidas.

PAFG-IARNA. (2010). Caracterización y diagnóstico del mercado nacional de la leña en Guatemala y formulación de una estrategia para la gestión pública de su uso como fuente energética. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.

PNUMA (Programa de Naciones Unidas y Medio Ambiente). (2,013). Abundancia y distribución del ecosistema manglar en Guatemala, su análisis y relación con los planes de desarrollo en el Caribe de Guatemala.

SAT. (15 diciembre 2016). Parque vehicular 2015. Recuperado de: [http://portal.sat.gob.gt/sitio/index.php/descargas/cat\\_view/46-otros-documentos/133-estadisticas-tributarias/205-informacion-para-analisis-estadistico.html](http://portal.sat.gob.gt/sitio/index.php/descargas/cat_view/46-otros-documentos/133-estadisticas-tributarias/205-informacion-para-analisis-estadistico.html)

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3er. informe. Montreal, Canadá: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 94 páginas.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2014). Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4to. informe. Montreal, Canadá: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 155 páginas.

Solórzano de Zepeda, M.D. (2002). Consultoría Nacional (Guatemala) Contaminación Marina. Guatemala: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

Torres Escobar, E. (2010, agosto-noviembre). La necesidad de tierra en familias campesinas pobres: una aproximación. El observador. 5(26-27), 55-72.

USAID. (2,013). Estrategias de adaptación para zonas marino-costeras frente a los impactos del cambio climático en el Caribe de Belice, Guatemala y Honduras. Centroamérica: USAID.

USAID. (2,013). Programa regional de USAID para el manejo de recursos acuáticos y alternativas económicas. Lineamientos para la estrategia de investigación marino costera. Guatemala: USAID.

CAPÍTULO

3



**ESTADO**

## Sistema Hídrico

### Nuestra Agua

Guatemala cuenta con 3 vertientes hidrográficas (Cuadro 24): del Golfo de México, del Atlántico y del Pacífico, 38 cuencas y 194 cuerpos de agua. Sin embargo, en Centroamérica es uno de los países con menor oferta hídrica por persona (Cuadro 25), es decir, que la diferencia entre precipitación y evapotranspiración real, al ser distribuida para cada habitante a nivel nacional, es de 6,900 m<sup>3</sup>, seguido únicamente por El Salvador con 3,177 m<sup>3</sup>; aun así, el aprovechamiento del recurso hídrico es del 9.88%, comparado únicamente con los países cercanos Honduras y El Salvador, que se ubican en porcentajes similares de aprovechamiento de la oferta hídrica.

**Cuadro 24** Centroamérica: características hidrográficas en los países centroamericanos

País	Características hidrográficas
Belice	4 Regiones hidrográficas y 16 cuencas
Costa Rica	34 cuencas y 58 acuíferos
El Salvador	10 Regiones hidrográficas y 360 ríos
Guatemala	3 Regiones hidrográficas, 38 cuencas y 194 cuerpos de agua
Honduras	19 cuencas
Nicaragua	13 cuencas y 80 ríos principales
Panamá	52 cuencas

Fuente: *Elaboración propia con datos de GWP (2011).*

**Cuadro 25** Centroamérica: oferta y demanda hídricas en los países centroamericanos

País	Oferta (Mm <sup>3</sup> /año)	Oferta (m <sup>3</sup> per cápita)	Demanda (Mm <sup>3</sup> /año)	% de aprovechamiento de la oferta tota
Panamá	193,500	59,985	12,500	7
Costa Rica	113,100	24,784	23,500	20.73
Nicaragua	189,700	34,500	1,956	1.03
Honduras	92,850	11,540	8,450	9.10
El Salvador	18,252	3,177	1,844	10.10
Guatemala	97,120	6,900	9,596	9.88
Belice	18,550	53,156	568	3
<b>Total</b>	<b>723,072</b>		<b>58,414</b>	<b>8.00</b>

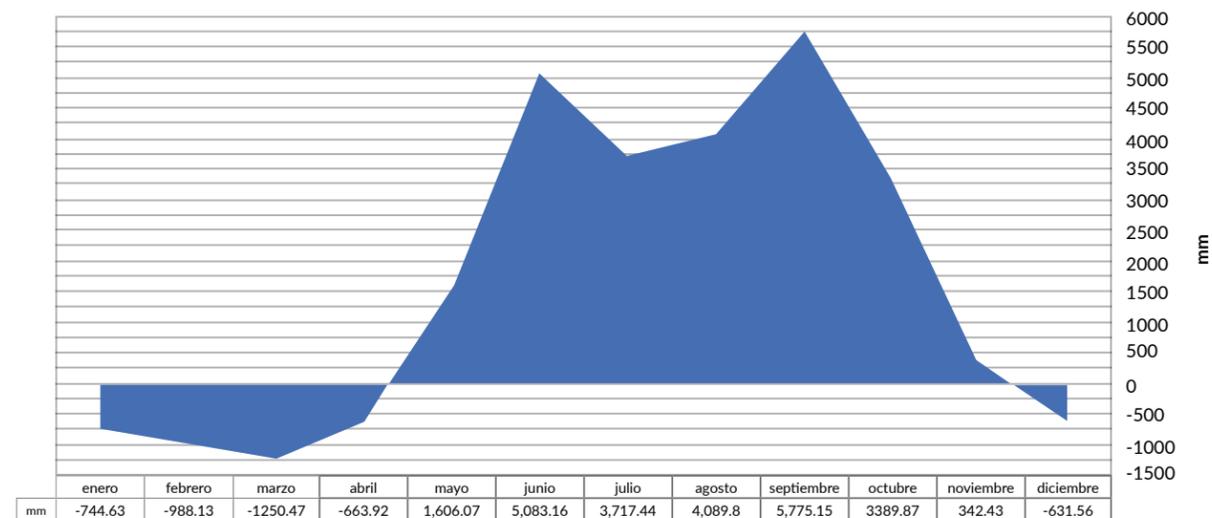
Fuente: *Elaboración propia con datos de GWP (2011).*

Los departamentos con menor oferta hídrica anual se encuentran en el área de oriente, siendo estos Jalapa, Chiquimula y El Progreso respectivamente, y los de mayor oferta hídrica anual son Alta Verapaz, en la región norte; Suchitepéquez, en el sur, y Quetzaltenango, en el occidente del país (cuadro 26).

En la Figura 64 se aprecia el balance hídrico nacional que demuestra que la oferta hídrica disminuye desde el mes de noviembre, reportando 342.43 mm/mes e iniciando el déficit hídrico desde diciembre, con -631.56 mm/mes a abril, con -663.92, siendo el mes de marzo con -1250.47 mm/mes el de mayor déficit hídrico. Mientras que el excedente inicia en mayo, con 1606.07 mm/mes, hasta octubre, con 3389.87 mm/mes. Y los meses de mayor excedente son junio, con 5083.16 mm/mes, y septiembre, con 5775.15 mm/mes cada departamento.

La precipitación en el territorio nacional se presenta en una temporada bimodal con dos momentos de máxima precipitación, uno en junio y el otro en septiembre; descendiendo hacia finales del año expresando únicamente temporada de lluvia y temporada seca, con el mes de marzo como el de mayor déficit hídrico.

Figura 64 Balance hidrológico mensual



Fuente: Elaboración propia con datos del balance hidrológico (cuadro 26).

Cuando se hace el análisis por vertiente, la del Golfo de México reporta la mayor oferta hídrica, con 46,952.5 millones de m<sup>3</sup>/anuales, seguida de la vertiente del Caribe, con 44,733.6 millones de m<sup>3</sup>/anuales, y la que reporta menor oferta hídrica es la vertiente del Pacífico, con 28,607.7 millones de m<sup>3</sup>/anuales, como se aprecia en el Cuadro 27.

En cuanto al balance hidrológico por cuenca (Cuadro 28), la mayor oferta hídrica se presenta en el río San Pedro, con 15,384.7 millones de m<sup>3</sup>/año, y río La Pasión, con 11,185.9 millones de m<sup>3</sup>/año (V: Golfo de México), seguido del río Motagua, con 18,581.7 millones de m<sup>3</sup>/año (V. Caribe), mientras que las cuencas con menor oferta hídrica anual son río Coatán, con 14.5 millones de m<sup>3</sup>/año, y río Coyolate, 60.5 millones de m<sup>3</sup>/año (V. Pacífico), y río Sarstún con -38 millones de m<sup>3</sup>/año (V. Caribe), debido a que la evapotranspiración real es mayor a la precipitación total de la cuenca.

El balance hidrológico mensual nacional demuestra que de enero a marzo existe un excedente de lluvia en el área de la Franja Transversal del Norte (Huehuetenango, Quiché e Izabal), mientras que se expresa un déficit en el área de la Costa Sur. En abril-mayo existe un excedente en el área suroccidental del país y el déficit se expresa en el área norte del departamento de Petén. De junio a septiembre no existe déficit hídrico a nivel nacional, variando el área de mayor oferta hídrica en todo el territorio.

A partir de octubre comienza a expresarse un déficit hídrico en el área oriental del país, desplazándose hacia el área de la Meseta Central en noviembre, y en diciembre cubriendo toda la región sur de Guatemala (Figura 65). Para el caso del balance hidrológico anual existe un excedente en la Franja Transversal del Norte y Suroccidente del país, y una baja oferta hídrica en la Meseta Central y norte de Petén, así como déficit hídrico en el oriente. Reflejándose en el mapa de agua subterránea potencial (Figura 66), siendo entre alto y muy alto en las áreas de excedente hídrico; con muy alta, alta y media captación y regulación hidrológica, como lo reporta el perfil ambiental 2010-2012, y muy bajo en la zona oriental del país.

Cuadro 26 Balance Hidrológico (millones de m<sup>3</sup>) mensual y anual por departamento.

Departamento	Millones de m <sup>3</sup>														
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Época seca	Época lluviosa	Anual
Jalapa	-130.8	-132.7	-169.8	-143.9	9.9	271.4	119.3	136.8	244.6	56.7	-109.2	-130.3	-816.9	729.4	21.8
Chiquimula	-164.5	-169.4	-221.1	-186.2	-23.1	290.9	151.0	185.9	307.9	61.8	-89.1	-110.7	-941.0	885.1	33.3
El Progreso	-90.8	-109.1	-137.8	-119.3	6.2	261.7	190.1	179.4	283.1	96.2	-64.7	-103.7	-625.4	952.0	391.3
Totonicapán	-38.9	-38.0	-36.2	-15.9	86.5	194.4	132.9	145.6	172.4	56.9	-39.6	-73.9	-242.5	749.1	546.2
Jutiapa	-256.0	-253.3	-309.7	-248.4	45.6	479.1	270.4	344.3	573.5	241.6	-138.8	-199.4	-1405.6	1815.7	548.9
Guatemala	-106.3	-116.2	-132.6	-101.2	116.5	421.0	250.7	287.4	378.9	78.1	-148.8	-189.0	-793.9	1383.8	738.6
Baja Verapaz	-122.3	-136.1	-142.5	-122.9	61.5	496.7	387.9	361.3	475.5	243.9	-6.0	-157.6	-687.3	2020.8	1339.4
Sacatepéquez	-21.5	-21.6	-21.8	-10.9	44.3	116.9	66.4	78.9	104.8	31.0	-24.5	-39.6	-139.9	417.8	302.5
Zacapa	147.0	-157.7	-206.4	-182.5	-10.5	402.5	431.1	433.9	524.0	216.6	18.5	-71.1	-452.2	2016.1	1545.4
Santa Rosa	-232.6	-225.0	-263.5	-184.2	171.7	584.9	356.7	398.2	771.9	397.6	-63.1	-170.6	-1138.9	2618.1	1542.2
Chimaltenango	-86.6	-79.0	-77.1	-22.5	209.1	517.3	311.4	364.5	492.5	192.4	-67.6	-144.5	-477.3	2019.6	1610.0
Petén	42.4	-1247.9	-2341.5	-3121.6	-1865.9	2792.6	2199.1	2049.4	6301.6	4843.5	2301.2	890.0	-3477.5	18621.4	12842.8
Sololá	-51.1	-38.7	-32.8	14.7	164.9	349.6	198.4	251.1	355.7	188.2	18.8	-61.8	-150.9	1526.6	1356.9
Huehuetenango	165.2	7.2	-224.8	-177.5	384.6	2030.4	1810.5	1791.1	2043.6	1199.5	227.8	133.0	130.9	9487.5	9390.6
Izabal	529.9	162.6	-515.8	-512.9	-150.5	1357.6	1908.9	1771.0	1991.7	1342.1	805.8	1041.7	1511.4	9026.6	9732.2
Quiché	360.7	221.6	-60.3	-68.1	493.6	2267.9	2101.1	2083.2	2439.2	1652.1	713.1	565.5	1732.5	11750.3	12769.7
Escuintla	-430.6	-406.9	-420.5	-177.5	596.8	1305.4	835.7	964.0	1734.0	1265.7	135.2	-229.3	-1529.7	6836.8	5171.9
San Marcos	-194.5	-180.5	-96.8	228.7	837.1	1458.3	1012.6	1235.9	1635.4	1185.3	247.4	-170.2	-165.8	7612.1	7198.8
Retalhuleu	-192.2	-187.6	-173.8	-22.9	292.8	607.5	420.5	532.2	800.5	624.5	103.5	-104.6	-577.6	3381.6	2700.4
Quetzaltenango	-121.6	-106.1	-75.6	86.9	416.2	749.1	552.8	667.9	868.5	621.2	128.3	-91.7	-179.7	4004.0	3696.0
Suchitepéquez	-221.8	-192.7	-189.0	-5.1	477.9	929.4	587.1	715.8	1180.9	842.1	162.7	-86.1	-532.0	4895.9	4201.2
Alta Verapaz	682.4	291.5	27.2	-1.4	604.5	2502.8	2734.5	2378.9	2743.4	2204.9	1276.7	937.7	3214.0	14445.6	16383.0

Fuente: Elaboración propia con datos de imágenes satelitales de Global Climate Data -WorldClim-(2015) e INSIVUMEH (2016).

Cuadro 27 Balance Hidrológico (millones de m<sup>3</sup>) mensual y anual por vertiente.

Departamento	Millones de m <sup>3</sup>														
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Época seca	Época lluviosa	Anual
Caribe	531.4	-1,356.1	-2,634.2	-2,295.4	1,636.4	9,212.7	8,820.1	8,429.6	12,082.2	8,189.9	3,180.6	1,155.2	-1,418.5	48,371.0	46,952.5
Golfo México	-344.1	-503.0	-869.1	-524.7	965.2	3,552.5	2,900.6	2,768.7	4,323.5	2,756.2	476.2	-54.5	-1,819.1	17,266.8	15,447.6
Pacífico	-1,792.0	-4,358.0	-6,412.6	-3,339.0	8,675.7	27,893.5	23,088.6	23,491.2	34,417.2	23,141.4	6,025.3	369.5	-9,506.7	140,707.7	133,453.7
<b>Total</b>	<b>-1,604.7</b>	<b>-6,217.1</b>	<b>-9,915.8</b>	<b>-6,159.0</b>	<b>11,277.3</b>	<b>40,658.8</b>	<b>34,809.3</b>	<b>34,689.6</b>	<b>50,822.9</b>	<b>34,087.6</b>	<b>9,682.1</b>	<b>1,470.2</b>	<b>-12,744.4</b>	<b>206,345.4</b>	<b>195,853.8</b>

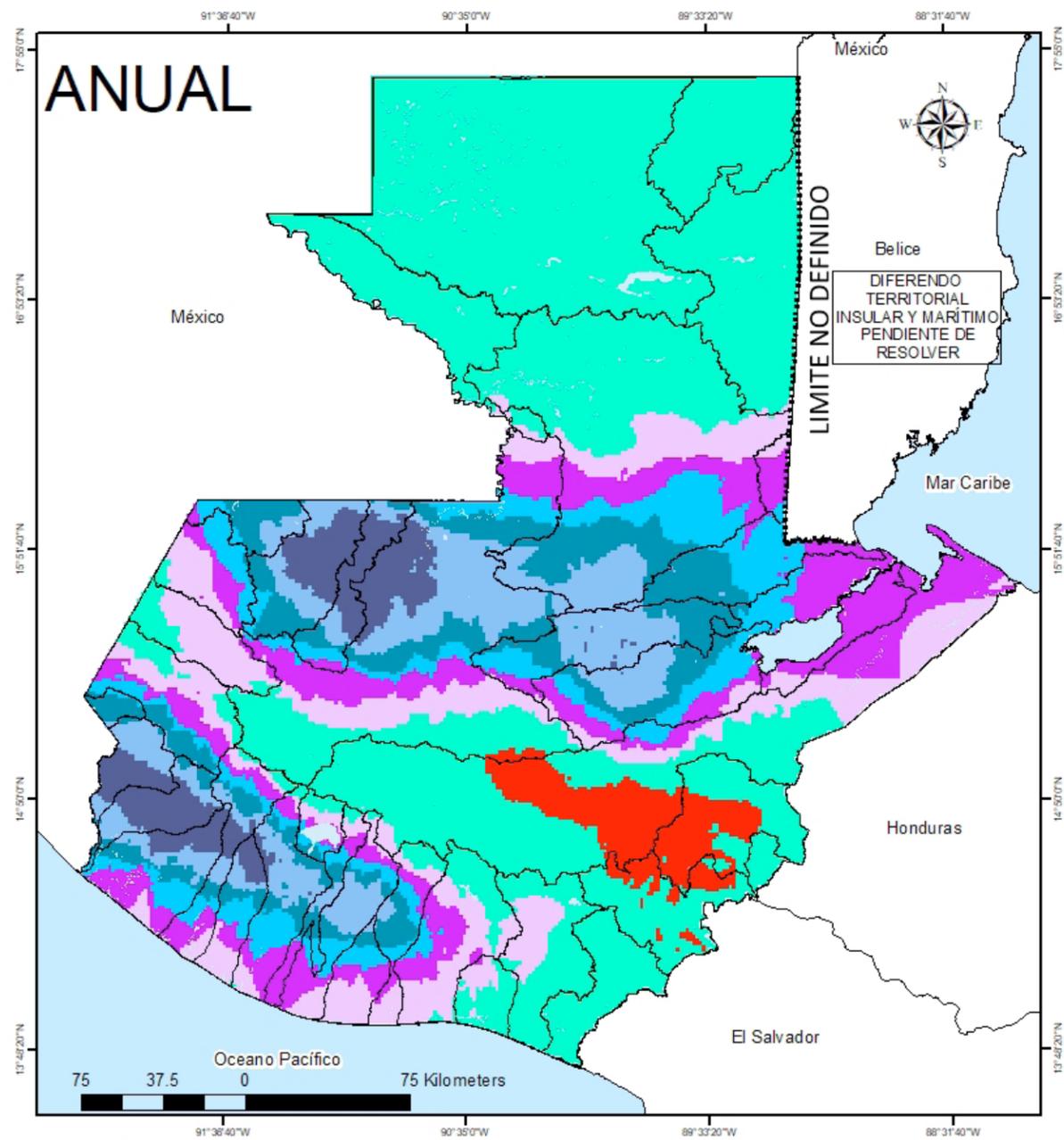
Fuente: Elaboración propia con datos de imágenes satelitales de Global Climate Data -WorldClim-(2015) e INSIVUMEH (2016).

Cuadro 28 Balance Hidrológico (millones de m<sup>3</sup>) mensual y anual por cuenca

Vertiente	Millones de m <sup>3</sup>												Dic	Nov	Oct	Sep	Ago	Jul	Jun	May	Abr	Mar	Feb	Ene	Época lluviosa	Época seca	Anual									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov																									
Caribe	Lago de Izabal-Río Dulce	-116.5	-96.6	-76.1	2.1	276.9	670.9	361.1	459.5	654.4	293.1	-11.8	-164.5	-463.2	2715.9	4505.4																				
	Río Cahabón	196.2	83.7	-139.4	-145.0	-50.0	369.4	538.5	491.7	562.6	389.1	244.1	352.3	591.9	2301.1	2893.0																				
	Río Grande de Zacapa	-179.7	-169.5	-169.6	-52.1	370.1	777.5	483.4	569.2	888.9	554.8	6.7	-152.0	-71.6	3643.8	2927.8																				
	Río Hondo	-338.4	-323.1	-338.4	-165.9	355.7	840.9	588.0	638.9	1160.7	929.2	107.7	-163.4	-122.1	4493.4	3272.0																				
	Río Moho	32.3	17.5	0.4	1.2	38.0	148.3	158.3	135.4	144.1	105.7	56.2	38.6	146.1	729.8	875.9																				
	Río Mopán Belice	-238.3	-240.7	-63.2	311.9	1033.3	1803.6	1228.4	1429.6	1779.8	1292.2	215.8	-293.1	-307.6	8566.9	8259.3																				
	Río Motagua	-984.7	-847.9	-864.6	-76.0	2218.1	4448.3	2876.6	3271.8	5390.3	3512.7	347.5	-710.4	-3136.1	21717.7	18581.7																				
	Río Polochic	-150.9	-145.6	-109.7	20.5	375.3	846.9	559.7	648.0	811.4	458.9	-25.8	-220.7	-632.4	3700.2	3067.8																				
	Río Sarstún	-137.1	-140.6	-179.7	-153.8	-23.8	242.3	14.0	171.1	265.9	60.1	-61.9	-94.5	-767.5	729.5	-38.0																				
	Río Culico	-59.3	-103.8	-142.9	-206.2	-135.4	79.8	167.0	18.3	295.6	261.8	135.6	78.2	-298.4	687.1	388.7																				
	Río Ixcán	268.6	152.2	2.9	-2.1	155.7	763.4	807.0	770.1	820.8	543.5	227.9	257.7	907.3	3860.6	4767.9																				
	Río La Pasión	322.0	-214.2	-539.0	-676.6	-63.7	1778.7	2041.8	1709.9	2711.1	2249.5	1309.5	557.9	759.7	10427.3	11186.9																				
	Río Nentón	-108.6	-105.0	-124.8	-88.9	79.9	287.2	175.7	199.8	356.8	165.5	-45.4	-88.8	-561.4	1264.9	703.5																				
	Río Pojóm	-63.9	-54.6	-53.2	-6.5	129.9	281.8	168.7	197.9	333.6	200.7	18.4	-52.7	-212.5	1312.7	1100.1																				
Río Salinas	856.5	-849.2	934.8	-546.9	1139.6	2931.9	1710.3	1975.1	3446.9	1859.7	-210.0	-770.0	-4167.4	13063.5	8896.1																					
Río San Pedro	1158.9	-3.2	-594.1	-712.0	-127.8	1947.9	3012.0	2556.7	2830.9	2347.8	1654.8	1312.7	2817.2	12567.5	15384.7																					
Río Selegua	17.1	-46.8	-91.7	-130.4	-78.4	56.2	55.1	46.0	195.6	176.1	103.4	36.2	-112.2	450.7	338.5																					
Río Usulután	-74.4	-119.0	-200.8	-178.3	12.9	432.3	371.2	385.2	494.9	208.4	-15.0	-37.5	-625.0	1905.0	1280.0																					
Río Xacab	-104.1	-91.1	-82.9	4.5	246.3	487.2	298.9	367.7	594.9	406.1	79.5	-48.1	-242.2	2401.0	2158.8																					
Lago de Atitlán	-27.8	-25.3	-15.8	41.8	141.9	246.2	179.4	221.2	296.7	32.6	57.5	-12.3	18.0	1117.9	1136.0																					
Río Achiguate	-12.6	-29.9	-52.5	-49.1	35.1	320.7	275.1	272.4	318.9	190.3	27.2	-0.5	-117.5	1412.5	1295.0																					
Río Acomé	-84.1	-80.0	-69.1	9.6	157.4	318.4	233.9	290.7	416.0	323.6	65.7	-42.5	-200.4	1740.1	1539.6																					
Río Coatlán	-19.0	-19.7	-25.5	-20.9	-0.5	36.2	19.7	23.5	36.7	7.4	-11.3	-12.2	-108.6	123.1	14.5																					
Río Coyalte	-124.5	-123.1	-154.6	-127.4	9.6	229.4	116.4	144.1	221.3	70.5	-91.0	-110.3	-730.8	791.3	60.5																					
Río Los Escobos	-216.7	-208.5	-238.9	-168.7	124.2	446.6	270.8	298.6	673.1	397.8	-16.8	-125.9	-975.6	2211.2	1235.6																					
Río Madre Vieja	-64.3	-63.2	-76.4	-60.5	14.7	120.8	72.1	91.9	163.5	74.8	-26.7	-45.8	-336.8	537.7	200.9																					
Río María Linda	258.5	146.1	-66.1	-72.8	90.5	780.3	836.4	780.6	810.9	570.9	204.6	305.3	775.7	3869.8	4645.5																					
Río Nahuatlare	22.1	-6.5	-63.8	-48.8	118.9	555.0	694.8	603.1	614.0	350.8	128.6	29.5	61.1	2936.5	2997.7																					
Río Naranjo	40.5	15.1	-9.3	-10.9	61.4	83.5	235.0	93.4	302.2	231.4	113.5	66.0	214.8	1006.9	1221.8																					
Río Ocosito	-144.1	-133.4	-112.8	24.9	353.9	661.5	146.4	170.4	766.9	538.7	82.4	-118.1	-401.2	2637.8	2236.6																					
Río Olopa	-1.2	-13.1	-22.6	-31.4	-23.4	20.9	88.2	8.6	55.2	38.3	14.3	6.4	-47.4	182.9	135.5																					
Río OstúnCujija	180.9	-90.9	-86.5	-90.2	42.8	489.0	679.9	564.2	612.8	417.4	237.1	285.5	435.9	2806.2	3242.1																					
Río Paso Hondo	-28.1	23.4	-38.6	-30.0	30.4	170.7	114.8	124.2	163.0	76.9	-15.1	-37.1	-125.5	679.9	554.4																					
Río Paz	-177.3	-162.6	-159.4	83.1	299.9	592.7	386.2	478.2	777.7	598.8	113.0	-64.3	-367.6	3133.4	2765.8																					
Río Samalá	-79.2	-68.5	-29.7	139.9	444.4	713.7	496.5	606.8	813.1	617.0	150.7	-56.6	56.5	3691.6	3748.1																					
Río Sis-icán	-10.7	-28.4	-82.8	-99.4	-57.0	105.6	73.7	86.6	210.8	143.7	42.6	17.6	-161.1	563.4	402.3																					
Río Suchiate	114.2	73.9	6.4	0.2	70.9	357.5	372.2	361.1	396.4	276.8	134.5	147.6	476.8	1834.9	2311.7																					
total	-1790.6	-4091.8	-5999.5	-3311.1	7867.6	25443.4	20882.1	21261.5	31388.3	20972.6	5348.1	70.4	-9774.5	127815.4	120293.7																					

Fuente: Elaboración propia con datos de imágenes satelitales de Global Climate Data -WorldClim- (2015) e INSIVUMEH (2016).

Figura 65 Balance hidrológico anual



Legenda

Balance Hidrológico Anual (mm)

- -246.14 - 0
- 0 - 546.43
- 546.43 - 897.25
- 897.25 - 1,261.05
- 1,261.05 - 1,624.86
- 1,624.86 - 1,975.67
- 1,975.67 - 2,352.47
- 2,352.47 - 3,067.09
- Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital: GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas GTM, Esferoide WGS84  
Año: 2016



Fuente: Elaboración propia con datos de imágenes satelitales Global Climate Data -WorldClim- (2015) e INSIVUMEH (2016).

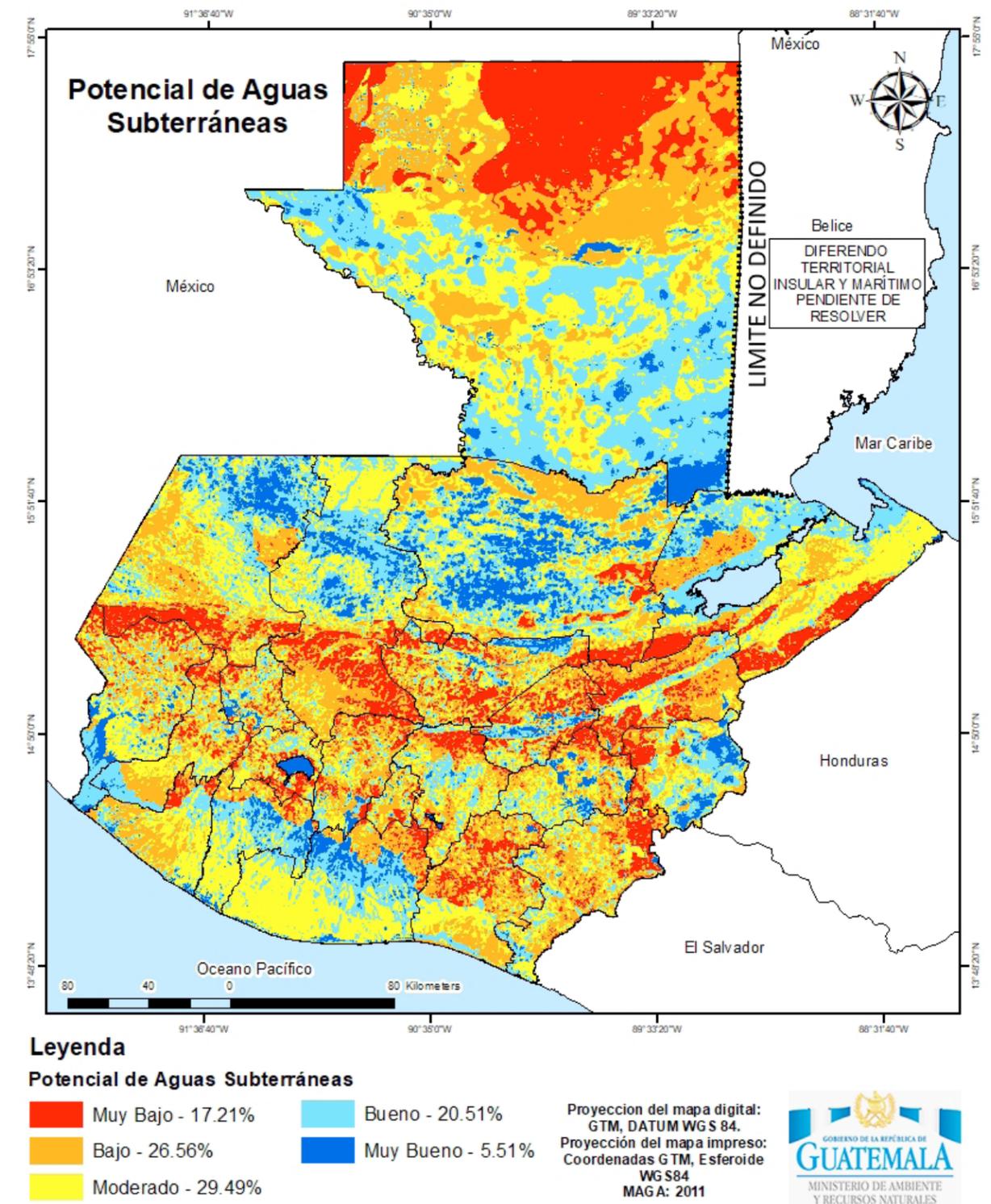
## Administración del agua en el país

Una forma para entender la escasez de agua es a través del Índice de Pobreza Hídrica (IPH), el cual está definido por factores biofísicos, sociales, económicos e institucionales que relacionan agua y pobreza. Dichos factores están vinculados entre ellos por medio de un índice compuesto único. Este índice se apoya sobre cinco componentes:

- **Recurso:** disponibilidad física del agua, teniendo en cuenta su variabilidad y calidad.
- **Acceso:** nivel de acceso al agua para uso humano. El acceso hace referencia al uso de agua apta para el abastecimiento humano, doméstico, agrícola e industrial.
- **Capacidad:** eficacia de la capacidad de la población para manejar el agua.
- **Uso:** formas de uso en las cuales el agua se utiliza para diversos propósitos, incluye uso doméstico, agrícola, ganadero e industrial.
- **Ambiente:** evaluación de la integridad ambiental que relaciona el agua con el uso de recurso natural, productividad agrícola y degradación de tierras.

Guatemala está colocada en el rango medio a nivel mundial del Índice de Pobreza Hídrica (IPH), con un valor de entre 56 y 61, según el mapa de IPH adaptado de Lawrence, Meight & Sullivan (2002). El trabajo desarrollado indica que en el Altiplano guatemalteco, para determinar el Índice de Gestión Hídrica basados en el concepto del IPH (evaluando de 1 a 100), reporta que de 129 municipios evaluados 49.6% tiene un índice adecuado ( $\geq 50$ ), el 40.4% índice inadecuado ( $\leq 49.9 \geq 25$ ), y 8.5% un índice deficiente ( $\leq 24.9$ ), (el restante 1.5 % no contó con datos suficientes para el cálculo). Esto indica que a pesar de que el Altiplano es una de las regiones más importantes del país en términos poblacionales y por su producción agrícola, casi la mitad de este territorio tiene un bajo Índice de Gestión Hídrica.

Figura 66 Mapa de potencial de aguas subterráneas.



Fuente: Elaboración propia con datos de MAGA (2011).

## Disponibilidad y acceso al agua

Los cuerpos de agua más importantes, por ser parte de las zonas urbanas departamentales, son los lagos de Amatitlán y Atitlán, que son parte de la vertiente del Pacífico, así como el lago de Izabal, que es parte de la vertiente del Caribe o Atlántico. Y sus cuencas son vitales porque proveen del recurso hídrico a importantes poblaciones, tanto de forma superficial como subterránea. En el cuadro 29 se puede observar el volumen de almacenamiento de los cuerpos de agua más importantes del país.

**Cuadro 29** Cuerpos de agua más importantes por área y volumen de almacenamiento.

Nombre	Área Km <sup>2</sup>	Profundidad Media (m)	Volumen Estimado (Millones de m <sup>3</sup> )
Izabal	590.00	4.0	2360.0
Atitlán	124.00	187.7	23273.0
Petén Itzá	111.53	76.2	8498.6
Golfete	61.80	3.0	185.4
Amatitlán	15.20	18.0	273.6
Güija	14.30	5.0	71.5
Ayarza	14.00	-	-
Chixoy	13.79	50.0	689.5

Fuente: Elaboración propia con datos de GWP (2015).

La población del departamento de Guatemala, para el 2015, se estima en 3 millones de habitantes aproximadamente (Cuadro 30), de los cuales el 90.5% tiene acceso a agua dentro de su domicilio en el año 2014; demandando de la cuenca del lago de Amatitlán 0.4 millones de m<sup>3</sup> de agua anuales, basados en 120 litros por habitante diariamente. Según el INE, 2015a, la cuenca del lago de Amatitlán tiene una cobertura urbana de 26.2%, agrícola de 47.41%, y cuerpo de agua de 0.10%.

En el departamento de Sololá, con un estimado de 491,530 de habitantes, el 97.1% de los hogares tiene acceso a agua domiciliar en el año 2014, y tiene una demanda de 0.06 millones de m<sup>3</sup> anuales de la cuenca del Lago de Atitlán. En Sololá, el 46% de la cuenca es de uso agrícola y agroforestal, 46% es bosque, 7% es el área del lago y tan solo 1% es área urbana. Mientras que el departamento de Izabal presenta una población estimada de 455, 982 habitantes, con un 68.6 % de la población demandando 0.05 millones de m<sup>3</sup> de agua de la cuenca.

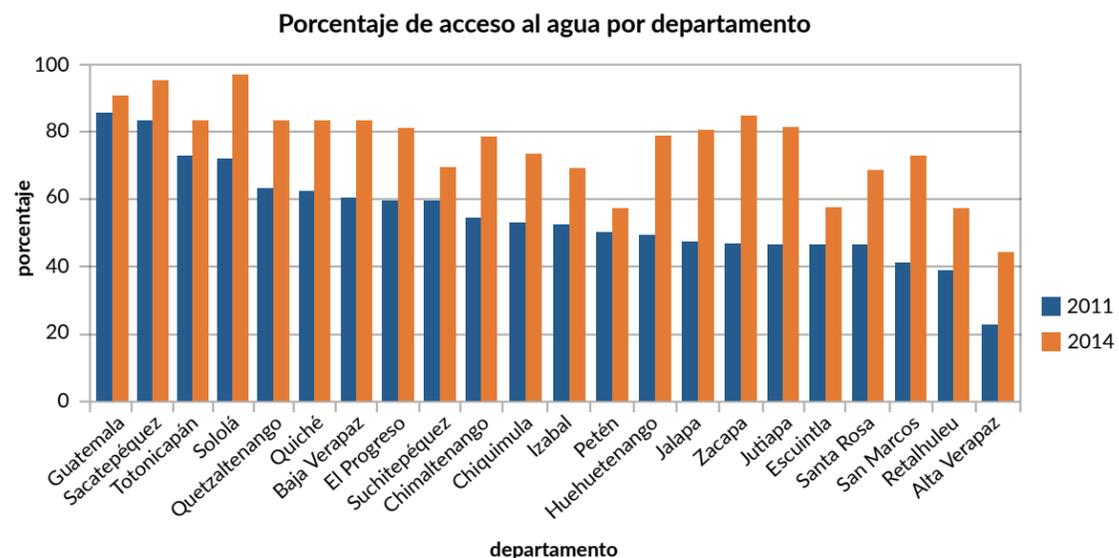
**Cuadro 30** Proyección poblacional y demanda de agua en millones de m<sup>3</sup>

Departamentos	Proyección Poblacional	120 litros/habitante/día	
		Demanda de agua año 2015	
	Año 2015	metros cúbico	millones metros cúbico
Guatemala	3353951	402474.2	0.40
El Progreso	169290	20314.8	0.02
Sacatepéquez	343236	41188.4	0.04
Chimaltenango	685513	82261.5	0.08
Escuintla	761085	91330.2	0.09
Santa Rosa	375001	45000.2	0.05
Sololá	491530	58983.5	0.06
Totonicapán	537584	64510.0	0.06
Quetzaltenango	863689	103642.7	0.10
Suchitepéquez	568608	68232.9	0.07
Retalhuleu	332815	39937.8	0.04
San Marcos	1121644	134597.3	0.13
Huehuetenango	1264449	151733.8	0.15
Quiché	1088942	130673.0	0.13
Baja Verapaz	299432	35931.9	0.04
Alta Verapaz	1256486	150778.4	0.15
Petén	736010	88321.2	0.09
Izabal	455982	54717.9	0.05
Zacapa	236593	28391.2	0.03
Chiquimula	406422	48770.7	0.05
Jalapa	355566	42668.0	0.04
Jutiapa	472304	56676.4	0.06
<b>Total</b>	<b>16176133</b>	<b>1941136.0</b>	<b>1.94</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015a).

Para el 2011, el porcentaje de la población con acceso a agua domiciliar, en más de la mitad de los departamentos, estaba por encima del 50%, y el resto alrededor del 40% (Figura 67). Para el 2014 se nota un avance, pues 15 de los 22 departamentos están por encima del 70%, con excepción de Alta Verapaz, con un 44.1 %; este tiene 377 fuentes de agua que provienen en un 97% de nacimientos de agua, seguido de ríos, y arroyos, en un 24 %.

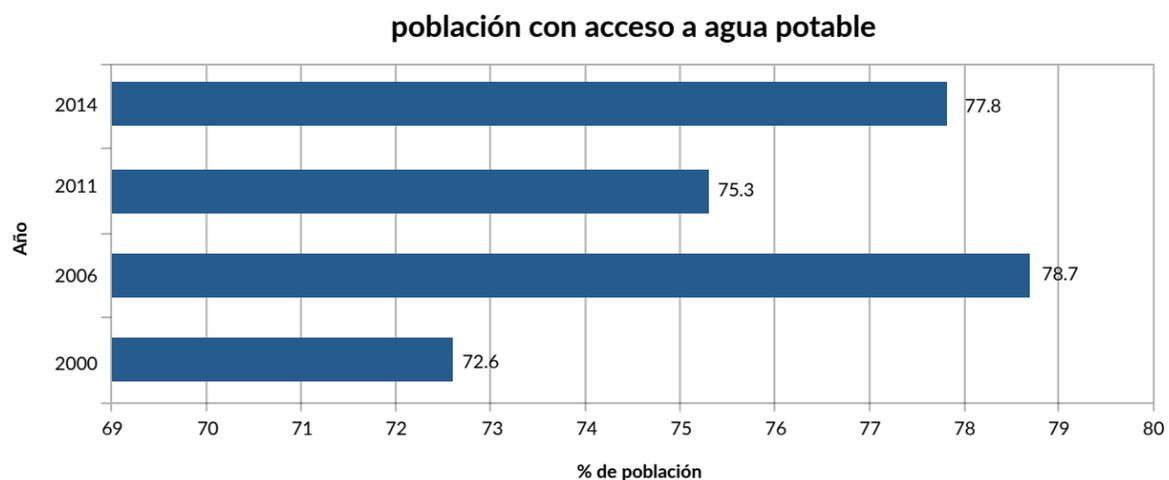
Figura 67 Comparación histórica de población con acceso a agua dentro del domicilio, año 2011-2014 (En Porcentaje)



Fuente: Propia con datos del INE (2015a).

Datos del INE (2015a) indican que el porcentaje de la población con acceso a agua potable, tanto dentro como fuera de la vivienda, aumentó respecto al 2011, pero es más baja con respecto al 2006. Figura 68. De este, 77.8 % de la población, al separarlo entre áreas de residencia, el 89% del área urbana, y el 64.4 % del área rural, tiene acceso a agua domiciliar.

Figura 68 Registro histórica de población con acceso a agua dentro del domicilio, año 2014 (En Porcentaje)

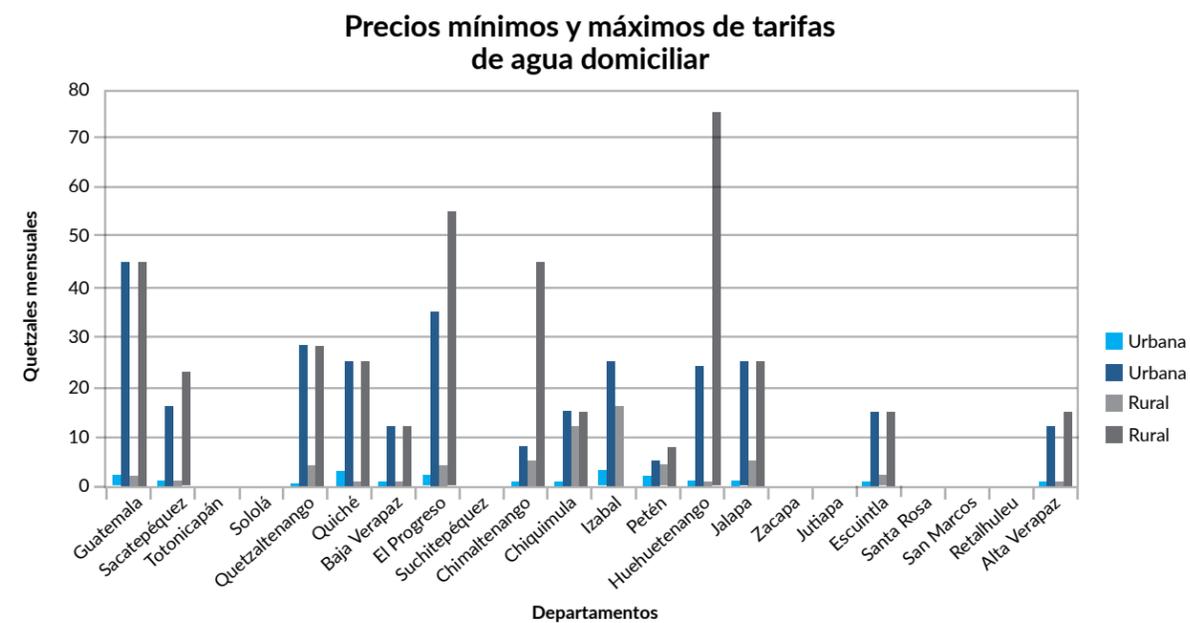


Fuente: Propia con datos del INE (2015a).

### El precio del agua

Existe una gran diferencia en el costo del servicio de agua domiciliar entre el área urbana y el área rural de los departamentos; en la primera el precio mensual del servicio va desde Q1 hasta Q45 (en los municipios de Chinautla, en el departamento de Guatemala, y San Martín Jilotepeque, en Chimaltenango), a diferencia con el precio de la tarifa en el área rural que va desde Q1 en la mayoría de los departamentos, hasta Q75 en el municipio de Tectictán, del departamento de Huehuetenango, siendo El Progreso el segundo departamento con la tarifa más alta en el área urbana con Q35 y Q55 en el municipio de San Antonio la Paz; en el área rural (para más detalles sobre las tarifas ver Figura 69) que es de resaltar que ocho de los veintidós departamentos no reportan información acerca de los precios del servicio de agua domiciliar<sup>124</sup>.

Figura 69 Comparativo de precios mínimos y máximos de tarifas de agua domiciliar municipal mensual para el año 2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2015a).

La producción de energía renovable a través del recurso hídrico, en el 2016, fue del 29.92%, generando un total de 3,968.12 GWH, y para el 2014 fue de 4852.9 GWH<sup>125</sup>.

124- INE (2015)  
125- Giga Watt Hora

## Calidad del agua

Estimar este dato para todo el país es una tarea aún pendiente, sin embargo, se puede estimar la calidad del agua en Guatemala tomando en cuenta el estado de algunos de los cuerpos de agua más icónicos e importantes del país. En el país existen cuatro grandes lagos: el Atitlán, Petén Itzá, Izabal y Amatitlán, respectivamente, según su volumen de agua estimado<sup>126</sup>.

El INE (2015a) indica que el 90.5% de la población del departamento de Guatemala recibe agua domiciliar, siendo el área urbana con mayor presión sobre el recurso hídrico para uso doméstico.

En el área Central 4 a municipios de Sacatepéquez y 9 de Guatemala vierten sus aguas residuales domiciliarias e industriales, a la cuenca del lago de Amatitlán (el más pequeño de los cuatro lagos más importantes del país). En esta cuenca también se ubica el 23% de las industrias del país. El lago de Amatitlán tiene un volumen de agua estimado en 273.6 millones de m<sup>3</sup>. (GWP, 2015), siendo una cuenca exorreica<sup>127</sup> que drena sus aguas a través del río Michatoya hacia el río María Linda, de la vertiente del Pacífico.

Esta cuenca es monitoreada por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca del lago de Amatitlán -AMSA-, en cumplimiento con el Acuerdo Gubernativo 186-99. En el Cuadro 31 se reportan los datos de parámetros físico-químicos de siete ríos que tributan a la cuenca.

**Cuadro 31** Parámetros físico-químicos de los ríos monitoreados hasta agosto 2015

No.	Río	pH	T	TDS	O <sub>2</sub>	
		Unidades	°C	mg/L	mg/L	%
1	Pansalic/Panchigua	7.83	23.7	422	2.83	39.7
2	Río Platanitos	7.26	26.4	473	0.58	7.6
3	Río Villalobos	7.31	27.3	452	0.61	9.4
4	Río Pampumay C.B.	7.7	26.2	92	6.5	90.1
5	Río Frutal/Zacata	7.65	30.5	458	1.02	27
6	Río Pinula/Guadron	7.74	27.9	470	0.5	8.07
7	Río San Lucas	8.24	28.7	504	4.3	64

Fuente: *Elaboración propia con datos de AMSA (2015)*

El río Villalobos es el mayor tributario hacia el lago, y el río El Frutal recibe el 80% de las descargas industriales de la ciudad. El pH de los ríos monitoreados tiene un promedio general de 7.67, este se encuentra en rangos aceptables para el cuerpo de agua siendo el límite máximo permisible de 6.5 a 8.5 unidades, según las normas de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). La temperatura de los afluentes se encuentra entre el rango permisible de TCR +/- 7, teniendo en cuenta que el lago ha presentado temperaturas promedio de 25°C en el último bienio, es de observar que el río El Frutal presentó temperatura de 30.5 °C, probablemente por la actividad industrial.

Desde hace varios años se ha monitoreado el río Villalobos y el río Michatoya como referentes en el comportamiento del agua en la cuenca. Entre 1,969 y 2,008 el promedio general de pH fue de 8.32 sin una tendencia. Es decir, que varían durante los años subiendo y bajando dependiendo de la temporada en la que fue tomada la muestra. Este parámetro ha bajado hasta un promedio general de 7.67 al 2015. La temperatura fue de 24.12°C y mostró una tendencia a aumentar su magnitud, hasta llegar a 26.7°C en promedio con algunas excepciones.

126- GWP (2015)

127- cuenca exorreica es aquella que vierte sus aguas al mar o al océano.

La conductividad eléctrica del agua, que evidencia la erosión del suelo de la cuenca, indica que las cifras han oscilado en el último bienio (2014-2015), en el rango entre los 580-730 (2014), y 570-770 (2015),  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , apreciándose un aumento en la cantidad de sólidos provenientes del río Villalobos hacia el lago de hasta 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en promedio.

La turbidez es de 23.8 NTU y la norma COGUANOR 29001 rige para conductividad 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para turbiedad 5-15 NTU<sup>128</sup>. Los TDS o sólidos totales disueltos indican el contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas dentro del agua, reflejando que la mayoría están por encima del límite aceptable de 400 mg/L, únicamente el río Pampumay, ubicado en el municipio de Villa Canales, está por muy por debajo de este límite.

El oxígeno disuelto es un indicador de la calidad del agua, y entre más altos sean los valores mayor es la calidad del agua. Para el caso de los ríos se requiere de un mínimo de 5-6 mg/L para sostener vida acuática. Mediciones  $\leq 3$  mg/L es dañino para cualquier especie acuática y  $\leq 2$  mg/L, ya que produce hipoxia o muerte de las especies por falta de oxígeno disponible.

En el caso de los afluentes de la cuenca seis de los siete ríos principales del lago de Amatitlán están por debajo del límite mínimo, a excepción del río Pampumay y San Lucas, que presentan promedios aceptables. Es de resaltar que el río Michatoya presenta promedios de 8.1 mg/L (2014) y 13.5 mg/L (2015), que propician el hiperdesarrollo de algas. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán, 2015).

El oxígeno disuelto tenía un promedio general de 6.25 mg/L con mucha variabilidad a través de los años, pero ha disminuido drásticamente hasta límites dañinos para la biodiversidad, mientras que el oxígeno disponible, con un promedio de 93.71%, con leve tendencia a aumentar con los años. Pero en la actualidad es mucho menor a los rangos biológicos necesarios.

Respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), que es una medida de la cantidad de materia orgánica "oxidable químicamente", presente en el agua, la norma establece menos de 200 mg/L como límite máximo permisible. En 2015, el mínimo se midió en el del río Michatoya, siendo de 90 mg/L, y el máximo en el punto del este-central, siendo de 135 mg/L. Este parámetro está relacionado con la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), teniendo normalmente una relación de 2:1 para aguas servidas domésticas. Esto significa que el valor de DQO es aproximadamente el doble que el de DBO. Esta es una medida de la cantidad de materia orgánica "fermentable" u oxidable biológicamente presente en el agua y para el lago de Amatitlán se reporta en el río Michatoya de 32 mg/L, mientras que el máximo en el río Villalobos es de 54 mg/L.

Los valores de nutrientes presentes en las muestras tomadas en el año 2015 en la desembocadura del río Villalobos fue de 4.3 mg/L, Michatoya 4.8 mg/L, y en el lago fue de 8.6 mg/L, mientras que la norma 236-2006 rige 25 mg/L. En fosfatos las lecturas fueron de 0.6 mg/L en Villalobos, 0.3 mg/L en Michatoya, y 4.7 mg/L en el lago cuando la norma rige 15 mg/L. Ambos parámetros están por debajo de los límites máximos permisibles.

Para las coliformes fecales, el dato obtenido en los monitoreos del río Villalobos, el mayor de los tributarios, fue de 24X104/100ml. En Guatemala no existe una norma que establezca los límites máximos permisibles de cuerpos de agua natural, y debido al origen de las aguas (aguas residuales) se utiliza la norma vigente (Acuerdo Gubernativo 236-2006) que define un número más probable de 1x104/100mL para tener una referencia; también cabe mencionar que para consumo humano debe de aplicarse la norma COGUANOR 29001 (1 microorganismo/100 ml), para lo cual los valores reportados no son aceptables<sup>129</sup>.

128- NephelometricTurbidityUnits = Unidades Nefelométricas de Turbidez.

129- AMSA (2015).

El INE (2015a) indica que el 97.1.1 % de la población del departamento de Sololá recibe agua domiciliar. Esta cuenca, que es monitoreada desde 2012 por la Autoridad del Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE- tiene un volumen estimado de agua en el lago de 23,273 millones de m<sup>3</sup>, según GWP (2015). Por su importancia ecológica, social y turística está sujeta a su propia norma de saneamiento, el Acuerdo Gubernativo 12-2012 "Reglamento de descargas de aguas residuales en la cuenca del lago de Atitlán"

En esta área se monitorean once plantas de tratamiento en toda la cuenca, diseñadas para sedimentación y degradación de la materia orgánica expresando su eficiencia en reducción de DBO. Los afluentes que desembocan en el lago son: Santa Cruz la Laguna, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán. Las demás son plantas de tratamiento en la parte media de la cuenca (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, AMSCLAE -2015a-) (para más detalles ver cuadro 32).

**Cuadro 32** Parámetros físico-químicos monitoreados en época seca 2015

No.	Río	pH	T	TDS	O <sub>2</sub>	
		Unidades	°C	mg/L	mg/L	%
1	Sta. Catarina Palopó	7.6	22	5.3	SD	SD
2	San Lucas Tolimán	7.3	22.3	167.4	SD	SD
3	Novillero	9	21.7	118	SD	SD
4	Ma. Tecún	7.3	19.5	26.5	SD	SD
5	Barrio Sn. Bartolo	7.8	20.2	20.2	SD	SD
6	Barrio Sn. Antonio	7.3	20.5	12.55	SD	SD
7	San Jorge la Laguna	7.4	21.6	83.75	SD	SD
8	Panajachel	7.5	24.9	SD	SD	SD
9	Santa Cruz la Laguna	7.5	21.7	109.7	SD	SD
10	San Andrés	7.6	21.2	55.3	SD	SD
11	Santiago Atitlán	9.3	25.7	59	SD	SD
<b>(SD: sin dato); Parámetro histórico entre 2,013- 2015</b>				<b>8.5</b>		

Fuente. Elaboración propia con datos de AMSCLAE (2015a).

El pH medido en las plantas de tratamiento está dentro de los rangos permisibles a excepción de las plantas El Novillero y Santiago Atitlán, que están en el rango máximo permisible; la temperatura se encuentra entre los rangos permisibles a excepción de Santiago Atitlán, de 25.7°C, levemente por encima del rango aceptable de 25°C.

La conductividad del agua en la cuenca se encuentra en un rango variable, durante el año 2015 de 475-500 μS/cm con una variación entre años similar a la de la cuenca de Amatitlán. No reportan datos de turbidez, pero la transparencia del lago ha disminuido a través de los años desde 1,969 en 19 m a 12 m en 2015. Probablemente por la cantidad de sedimentos acarreados por la escorrentía superficial. Los TDS para el caso del lago de Atitlán, según la norma (60 mg/L), San Lucas, Novillero, San Jorge y Santa Cruz están por encima de la norma<sup>130</sup>.

130- AMSCLAE (2015b).

El oxígeno disuelto en la capa superficial (0-30 m) osciló entre los 6 y 8.5 mg/L. con un promedio de 7 mg/L en el período de 2013 a 2015. En cuanto a la demanda química de oxígeno, San Lucas Tolimán, San Jorge y Santa Cruz la Laguna exceden casi el doble de lo establecido en el art. 19 del Acuerdo Gubernativo 236-2006 de 200mg/L a cuerpos receptores.

En cuanto a la demanda química de oxígeno, diez de las once plantas monitoreadas por AMSCLAE sobrepasan LMP de DQO establecidos por la norma, y en la demanda biológica de oxígeno ocho de las once plantas están por encima de los LMP que la norma establece; alrededor del 50% de las plantas de tratamiento logró una remoción mayor al 60% de DQO y DBO del caudal recibido tanto en época seca como en época lluviosa.

Los nutrientes reportados en la cuenca tienen promedio de 40 mg/L de nitrógeno y la norma específica para la cuenca (Acuerdo Gubernativo 12-2011) indica 10 mg/L mientras que en los fosfatos tienen un promedio de 12 mg/L y la norma indica 5 mg/L. ambos parámetros exceden lo regido por la norma específica.

En cuanto a las coliformes fecales los resultados de todas las plantas de tratamiento a excepción de la planta de Panajachel, son mayores al LMP de la norma específica y por lo tanto tampoco cumplen con la norma para agua potable.

Existen también en la cuenca diversidad de puntos de contaminación, 288 puntos contabilizados, como basureros no autorizados y descarga de aguas residuales sin previo tratamiento, descarga de aguas pluviales y servicios sanitarios, así como lavaderos públicos que arrojan sus aguas a los cuerpos de agua y la actividad de los lancheros de los diversos pueblos alrededor de las playas públicas<sup>131</sup>.

En el departamento de Izabal se encuentra el lago de Izabal y río Dulce. Datos del INE 2015a indican que el 52.1% la población recibe agua domiciliar. Esta cuenca es monitoreada por Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Izabal y río Dulce -AMASURLI-, la cual fue establecida desde 1998.

Este lago y sus tributarios son monitoreados desde el año 2005, en 33 puntos de distintos. La cuenca la integran 19 municipios de Alta Verapaz, Baja Verapaz e Izabal y tres subcuencas: la del río Polochic, la del río Cahabón y la del lago de Izabal y río Dulce, siendo el mayor tributario el río Polochic, que aporta aproximadamente el 70% del agua que ingresa al lago. Es una cuenca exorreica hacia el mar Caribe a través del río Dulce<sup>132</sup>.

Los parámetros medidos en el período del 2005 al 2011 se presentan de la siguiente manera (Cuadro 33). El pH tiene un promedio general de 8.3, el cual no excede los rangos aceptados, aunque ninguno presenta el ideal de la norma a 7 unidades de pH; la temperatura excede los 25°C del rango aceptable a excepción del Polochic, con 24.2 °C, y la demanda bioquímica no excede los rangos establecidos.

La cuenca presenta una contaminación reducida, teniendo en cuenta que el 70% del ingreso de agua proviene del río Polochic, el cual está dentro de los rangos permitidos para los parámetros de interés, y los puntos críticos provienen de pequeñas zonas urbanas como El Estor y Playa Dorada.

131- AMSCLAE (2015).

132- Robledo Hernández (2014).

Cuadro 33 Parámetros físico-químicos monitoreados en época seca 2005-2011

No.	Río	pH	T	TDS	O <sub>2</sub>	
		Unidades	°C	mg/L	mg/L	%
1	Río Dulce	8.2	26.3	70.4	SD	SD
2	Finca Paraíso	8.4	27.9	67.5	SD	SD
3	Estor	8.5	27.7	85.3	SD	SD
4	Polochic	8.1	24.2	76.5	SD	SD
5	Chapín	8.3	26.6	74.7	SD	SD
6	Playa Dorada	8	26.5	70.9	SD	SD
7	Punta Brava	8.5	26.7	64.9	SD	SD
8	Centro II	8.5	26.5	78.4	SD	SD
(SD: sin dato); Parámetro histórico entre 2005-2012				6.3		

Fuente: Elaboración Propia con datos de Robledo Hernández (2014).

La conductividad en el lago de Izabal en el período de 2005 al 2011 es de 150-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . No se reportan datos de turbidez, siendo la transparencia hasta 5 m, los sólidos totales tienen un promedio general de 73.5 mg/L presentando la desembocadura del río Polochic los valores más altos, aunque no excede las normas establecidas.

El oxígeno disponible en el período 2005 al 2011 es de 6.3 mg/l en promedio, estando por encima del rango adecuado para el desarrollo de vida en el cuerpo de agua. La DQO es de 86.35 mg/l y DBO 7.3 mg/l no exceden la norma establecida. Los parámetros de nutrientes solo reportan fósforo total de 0.29 mg/l no excede la norma de 15mg/l.

Los datos de presencia de microorganismos no reportan cifras concretas en el período de 2005 al 2011 únicamente se indica la presencia Escherichiacoli para todos los puntos monitoreados.

La cuenca del río del Motagua es el cauce más largo en Guatemala, tiene una extensión de 12,670 km<sup>2</sup>, cubriendo 95 municipios de 14 departamentos desde el occidente hacia el oriente del país (8.5 % del territorio nacional). Nace en Quiché y recorre 190 km hasta desembocar en el mar Caribe, con una profundidad entre 2-5m y ancho de 60-200m, con un largo total de 486 km, con un caudal estimado de 6,500 millones de m<sup>3</sup> anuales. Monitoreados a través de dos estaciones del INSIVUMEH, uno en puente Orellana, Gualán, y otro en Concuá, con datos del 2002, 2003, y 2006 siendo el pH en estas estaciones de 8.2, rango aceptable para de acuerdo al Reglamento 236-2006 (6-9), pero excede el LMA (7-7.5) de la norma para consumo humano, COGUANOR 29001. La temperatura promedio del cauce es de 25.3 °C excede el LMA de la norma para consumo humano (15-25°C).

La conductividad del cauce es de 328  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no excediendo lo establecido por la norma. La turbidez excede los límites tanto aceptables como permisibles de la norma COGUANOR, y los sólidos totales disueltos son de 200 mg/L, éstos no exceden la norma para consumo humano.

En cuanto a la materia orgánica, el río Motagua es el cauce que presenta los mayores valores promedio de nutrientes de todos los ríos; según INE 2014, los nitratos son de 9 mg/L y fosfatos de 1.2 mg/L no superando la norma 236-2006 ni la norma COGUANOR 29001.

La cuenca del lago Petén Itzá es monitoreada por la Autoridad para el Manejo y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del lago Petén Itzá -AMPI-, creada por el Acuerdo Gubernativo 697-2003. El lago tiene una extensión de 1064 km<sup>2</sup> y área de influencia de 615 km<sup>2</sup>, en la cual habitan 68,837 personas distribuidas en 6 municipios. El monitoreo es realizado cada 2 meses en tres puntos estratégicos para tener referencia de la influencia de la zona urbana sobre la calidad del agua, otro como punto de control y otro para el monitoreo de las fuentes tributarias<sup>133</sup>.

El pH del punto de monitoreo en el área urbana fue de 8.6, llegando al límite fijado por el reglamento 236-2006 y excediendo el LMA de la norma para consumo humano. La temperatura presentó un promedio de 29.2°C, excediendo la norma para consumo humano.

La conductividad tiene un promedio de 606  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no excediendo la norma 236-2006, la transparencia del lago llega hasta 6.5 m, los sólidos totales disueltos que se reportan en un rango de 475 y 750 mg/L, excediendo la norma para agua potable, pero no cumple los límites para la norma 236-2006 de aguas residuales y son medidos únicamente en los arroyos dentro del área urbana y en plantas de la Empresa Municipal de Agua -EMAPET-.

## Sistema Biótico

En el año 1992, durante la celebración de la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas, se estableció que la variabilidad entre los organismos vivos, incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los cuales forman parte, sería definido como "Diversidad Biológica" (PNUMA, 1992). Dicha diversidad es resultado de la interacción de factores históricos y geográficos, y especialmente topográficos y climáticos (CONAP, 2008).

En el marco de la Convención de la ONU sobre Diversidad Biológica (CPO10), Guatemala fue incluida como un país "megadiverso", reconociendo de esta forma su alta diversidad biológica y rica multiculturalidad<sup>134</sup>. Dicho reconocimiento sitúa a Guatemala dentro del grupo de 19 países, a nivel mundial, que poseen este calificativo, el cual establece que dentro de cada uno de estos países se encuentra el 70% de la diversidad biológica global, incluyendo vida terrestre, marina y de aguas dulces.

Guatemala posee una gran diversidad cultural vinculada a sus distintos pueblos 1) **Maya** (incluye las comunidades lingüísticas: Achi', Akateko, Awakateko, Ch'orti', Chuj, Itza', Ixil, Jakalteko, Q'anjob'al, Kaqchikel, K'iche', Mam, Mopan, Poqomam, Poqomchi', Q'eqchi', Sakapulteko, Sipakapense, Tektiteko, Tz'utujil, Uspanteko, Chalchiteko), 2) **Xinca**, 3) **Garifuna** y 4) **Ladino-mestizos**. Estos pueblos tienen una larga tradición de conocimiento, uso y manejo de la biodiversidad que han modelado y dado carácter único al paisaje natural del país<sup>135</sup> (CONAP, 2006).

A pesar de no poseer una superficie extensa, Guatemala posee un terreno de gran complejidad reflejado en los variados hábitats que la conforman y, por ende, su particular diversidad de formas de vida (CONAP, 2011). Esto le ha valido al país para ocupar el tercer lugar, a nivel latinoamericano, en abundancia de flora por unidad de área, asimismo, se sitúa en el segundo lugar en Centroamérica, solo por detrás de Costa Rica, por el número total de especies de mamíferos, reptiles, anfibios, aves y plantas; y es primer lugar, dentro de la región centroamericana, en diversidad ecorregional debido a las siguientes características (CONAP, 2006):

133- AMPI (2016).

134- CONAP (2016a).

135- CONAP (2016a).

Posee 7 biomas, 14 ecoregiones, 14 zonas de vida, así como 7 humedales de importancia mundial incluidos en Ramsar-Laguna Lachúa, La Chorrera-Manchón Guamuchal, Laguna del Tigre-Río Escondido, Yaxhá-Nakum-Naranjo, Punta de Manabique, Bocas del Polochic y Río Sarstún (CONAP, 2016b); además, según el Inventario Nacional de Humedales, existen otros 245, entre lagos, lagunas, ríos, pantanos, etc. Más del 13% de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios, aves y plantas son endémicas.

El país tiene 7,754 especies de plantas registradas (IARNA-URL, 2006). Del total, las divisiones Magnoliophyta y Pinophytas agrupan 75 órdenes y 206 familias, de las cuales:

- 15 están integradas por 100 especies, 24 por una especie, 20 por dos especies 20 por tres especies.
- Guatemala registra un total de 1,171 especies vegetales endémicas
- Especies de Pinophytas 28 nativas y 29 exóticas (Véliz, M. et al, 2,007)
- Posee la mayor diversidad de salamandras apulmonadas en el mundo (familia Plethodonitidae), con 41 especies, de las cuales 19 son endémicas.
- Estudios recientes dan cuenta que en Guatemala existen 724 especies de aves formalmente reportadas, pertenecientes a 77 familias y 398 géneros (IARNA/URL). Aunque una actualización de CONAP indica que existen 81 familias, 396 géneros y 726 especies (CONAP).
- Existen 192 especies de mamíferos nativos,
- Nueve familias y 27 géneros de anfibios, siendo la más numerosa la familia de los anuros (sapos, sapillos y ranas) con 83 especies.
- Forma parte del Centro de Origen del Maíz (*Zea mays*) (Boege, 2,008-2009, CONAP, 2,008). Guatemala también destaca por ser Centro de Origen del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*), Frijol Píloy (*Phaseolus coccineus*), Güisquil (*Sechium edule*), Ayotes (*Cucurbitaspp.*), Chiles (*Capsicum spp.*), Aguacate (*Persea americana*), Tabaco (*Nicotianatabacum*), Algodón (*Gossypium spp.*), Bledo (*Amaranthusspp.*), Güicoy (*Cucurbita pepo*), Hierbamora (*Solanum spp.*) y otras especies cultivadas. Nikolai I. Vavilov consideró a Guatemala como uno de los centros de diversidad genética más ricos del mundo (CONAP, 2006).

En el Cuadro 34 se muestra la riqueza de diversidad biológica que posee el país, haciendo una clasificación a nivel de familia, género y especies de los protistas, hongos, briofitas, plantas vasculares y fauna que han sido identificados en el territorio nacional, según las últimas actualizaciones realizadas por el CONAP.

**Cuadro 34** Número de familias, géneros y especies de protistas, hongos, briofitas, plantas vasculares y fauna reportadas para Guatemala.

Grupo/Taxón	Diversidad Total		
	Familias	Géneros	Especies
Protistas	10	14	20
Hongos	65	164	367
Briofitas	Sin dato	Sin dato	514
Plantas vasculares	409	2,732	11,806
Fauna	441	2,288	5,691
<b>Total</b>	<b>925</b>	<b>5,198</b>	<b>18,398</b>

Fuente: elaboración propia con datos del CONAP (2015)

En datos porcentuales, el 0.11% de la diversidad reportada es del grupo o taxón protista, 1.99% son hongos, 2.79% son briofitas, 64.17% son plantas vasculares, y 32.40% corresponde a fauna, para obtener un total reportado de 18,398 especies.

De la diversidad de fauna reportada en el país, la cual se observa en el Cuadro 35, el 67.07% de las especies son del grupo o taxón invertebrados y 32.93% son vertebrados, reportándose un total de 5,681 especies.

**Cuadro 35** Diversidad de fauna reportada para Guatemala.

Grupo/Taxón	Diversidad Total		
	Familias	Géneros	Especies
Invertebrados	173	1,379	3,810
Vertebrados	259	910	1,871
<b>Total</b>	<b>432</b>	<b>2289</b>	<b>5681</b>

Fuente: elaboración propia con datos del CONAP (2015)

El mayor grupo de diversidad de vertebrados son las aves, con 39.03% del total de las especies, y los peces cartilagosos son el menor grupo, con 1.12%. Además, se reportan 26.31% de peces óseos, 12.94% de reptiles, 12.19% de mamíferos y 8.61% de anfibios; en total se reportan 1,870 especies. La diversidad potencial de vertebrados coloca a los peces óseos como el grupo con la mayor representatividad, abarcando el 38.08% de especies, mientras que los peces cartilagosos representan el menor grupo, con 2.24%. Además, se reportan 31.02 de aves, 11.66% de reptiles, 10.29% de mamíferos y 6.71% de anfibios; en total se reportan 2,634 especies (Cuadro 36).

**Cuadro 35** Diversidad de fauna reportada para Guatemala.

Grupo/Taxón	Diversidad Total		
	Familias	Géneros	Especies
Actinopterygii - peces óseos (aletas radiadas)	140	446	1,003
Chondrichthyes - peces cartilagosos (tiburones y rayas)	16	28	59
Amphibia (anfibios)	13	41	177
Reptilia (reptiles)	34	112	307
Aves	85	408	817
Mammalia (mamíferos)	38	138	271
<b>Total</b>	<b>326</b>	<b>1173</b>	<b>2634</b>

Fuente: elaboración propia con datos del CONAP (2015)

Dentro de la diversidad de invertebrados, son las mariposas el grupo que presenta mayor cantidad de especies, abarcando el 40.97% del total de la fauna guatemalteca, mientras los grupos megalóptera y plecóptero tienen la menor aportación con 0.02 %. En total se reportan 3,810 especies de invertebrados divididas en 14 grupos o taxones

La riqueza biológica guatemalteca es comprendida como el resultado de varios factores. Se puede establecer que dicha riqueza se comporta como un sistema en el cual ocurren interacciones, siendo la extinción o desaparición de especies un proceso normal en los sistemas naturales, sin embargo, cuando el balance en dicho sistema es alterado, principalmente por la acción humana, el proceso de extinción se acelera, haciendo necesaria la protección de especies, razón por la cual se les otorga el estatus de especies amenazadas y su utilización es autorizada únicamente bajo el cumplimiento de ciertas normas y regulaciones.

### Especies amenazadas en Guatemala

A pesar de que su diversidad biológica es asombrosa por la cantidad de especies que abarca, también es vulnerable, y debido al uso inadecuado o desmedido, así como la degradación de los ecosistemas por parte de la actividad humana, sumado al cambio de las condiciones ambientales propias del cambio climático, muchos de los recursos biológicos guatemaltecos han sido catalogados como “especies amenazadas”.

*Atendiendo al concepto de Badii et al. (2015), una especie amenazada es aquella que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*

*Tellería (2,013), haciendo referencia a la pérdida de la biodiversidad, cita a Frankel (1974), quien es considerado uno de los padres de la biología de la conservación, al comentar que desde hace más 40 años Frankel ya advertía que “las especies salvajes, crecientemente amenazadas por la pérdida de los hábitats, dependerían de una organizada protección de supervivencia. A largo plazo, esto es sólo posible si se las mantiene en continua evolución dentro de sus comunidades naturales”.*

A lo largo de la historia, el catálogo de perturbaciones humanas responsables de la desaparición de las especies ha presentado mínimas variaciones, sin embargo, sí se han presentado cambios en la importancia relativa de dichas perturbaciones, así como en la progresiva acumulación de sus efectos y la constante aparición de sinergias dañinas, las cuales no siempre son evidentes (WWF, 2010; Sutherland et al, 2009; citado por Tellería, 2,013).

El estudio realizado por Gutiérrez (2,013) establece que las poblaciones de especies silvestres de vertebrados, a nivel mundial, disminuyeron en casi un tercio (31%) entre el período de 1,970 a 2006. Actualmente, el 14% de las aves, 31% de los anfibios, 22% de los mamíferos y el 35% de las gimnospermas sufren riesgo de extinción. Basado en información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -IUCN- Gutiérrez (2,013) indica que hacia 2009 a nivel mundial habían sido evaluadas 47,677 especies, de las cuales el 36% está amenazado. Además, de las 12,055 especies vegetales evaluadas, el 70% se encuentra con algún grado de amenaza y el 23 % está al borde de la extinción.

Guatemala no está exenta de los procesos de extinción de especies, por tal razón cuenta con un listado de especies amenazadas de flora y fauna (Cuadro 37). Este listado sirve como base para la autorización para el aprovechamiento y comercialización de la diversidad biológica del país, así como lo establece la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre -CITES-.

Este listado emplea criterios de clasificación para la correcta categorización de las especies, incluyendo en la “Categoría 1” a todas aquellas especies en peligro de extinción, “Categoría 2” a las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat, también conocidas como endémicas, y “Categoría 3”, que incluye a las especies que podrían llegar a presentar riesgo de extinción de no regular su aprovechamiento.

**Cuadro 37** Resumen del Listado de Especies de Flora y Fauna Amenazadas de Guatemala.

Grupo	No. Familias	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Sin Categoría	Total
Hongos silvestres	9	0	15	7	0	22
Helechos	16	5	10	16	0	31
Gimnosperma	1	2	4	0	3	9
Dicotiledóneas Plantas Superiores	84	0	396	232	0	628
Monocotiledóneas	15	26	82	548	0	656
Coníferas	5	6	5	1	0	12
Dicotiledóneas	62	34	134	70	7	245
Corales y anémonas marinas	6	0	0	0	6	6
Moluscos	4	0	2	1	2	5
Artrópodos	8	11	83	44	1	139
Peces agua dulce	8	3	6	20	0	29
Peces agua salada	6	0	0	2	4	6
Anfibios	8	13	30	50	0	93
Reptiles	25	8	36	116	0	160
Aves	38	5	36	152	1	194
Mamíferos	30	0	73	35	0	108
<b>Total</b>		<b>113</b>	<b>912</b>	<b>1294</b>	<b>24</b>	<b>2343</b>

Fuente: elaboración propia con datos de CONAP (2009).

Este listado evidencia la amenaza de extinción a la que están sometidas una gran cantidad de especies guatemaltecas, pero no representa una solución, razón por la cual deben existir herramientas que atiendan a la conservación de la diversidad biológica del país, como lo es el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP- y a pesar que la descripción de dicho sistema corresponde a una respuesta del Estado, al cumplimiento de la protección de la diversidad biológica del país, es incluido en esta sección debido a la importancia del tema; sin embargo, el análisis de su efectividad se encuentra desarrollado en la sección de respuestas.

Debido a la falta de programas sólidos de investigación científica, a la escasez de especialistas y limitados recursos económicos, no se conoce con certeza el número real de especies amenazadas en el país. Las universidades del país, el CONAP y otras instituciones hacen esfuerzos enormes para monitorear, catalogar y verificar la salud de las poblaciones de la inmensa riqueza natural del país. No es entonces descabellado pensar que el número de especies amenazadas en el país sobrepase con creces los actuales registros publicados por el CONAP.

## CONDICIONES DE PROTECCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL PAÍS

### Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP)

Las áreas protegidas, parques nacionales, reservas naturales y otras áreas son una herramienta clave para la conservación de la diversidad biológica y procesos ecológicos. Dichas áreas también han sido utilizadas como elementos clave para estimar la pérdida de diversidad biológica a nivel mundial, según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2,004).

Además, las áreas protegidas salvaguardan lugares de singular riqueza biológica, belleza escénica e importancia cultural

- Ayudan a mantener los procesos ecológicos de los cuales depende la vida en La Tierra
- Protegen especies y recursos vitales para satisfacer necesidades humanas
- Pueden dar hogar a comunidades con culturas y conocimientos tradicionales únicos
- Tienen un significativo valor científico, educacional, cultural, recreacional y espiritual
- Proveen beneficios importantes a las economías locales

(McNeely, 1994) citado por CONAP (2011).

En Guatemala, a través de la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), el Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SIGAP- tiene sus orígenes y se establece que dicho sistema está conformado por el conjunto de todas las áreas legalmente protegidas e integra a todas aquellas instituciones u organizaciones públicas o privadas que las administran; siendo la conservación, rehabilitación y protección de la diversidad biológica y de los recursos naturales del país su tarea principal; teniendo al CONAP como el órgano rector máximo de este sistema.

Para 2016, el SIGAP cuenta con 334 áreas protegidas, las cuales abarcan un total de 3,472,018.73 ha del territorio guatemalteco. De este total, cerca del 97% corresponde a áreas terrestres y el 3% a áreas marinas. Se estima que cerca del 15% de la totalidad del SIGAP cuenta con un plan maestro (Biofin, 2016) en el cual se establecen las actividades permisibles y no permisibles dentro de dichas áreas. La superficie incluida dentro del SIGAP representa casi un tercio del territorio nacional (Cuadro 38).

**Cuadro 38** Datos Oficiales del departamento de Unidades de conservación de la secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegidas

Cantidad de áreas Protegidas	334
Superficie total del SIGAP (ha)	3,472,018.73
Total del SIGAP terrestre	3,369,429.73
Total del SIGAP marítimo	102,589.00
Porcentaje de la superficie terrestre del país dentro del SIGAP	30.94%

Fuente: Departamento de Unidades de Conservación, CONAP (2016).

La composición del SIGAP, con base en las categorías de manejo, las cuales son descritas brevemente en el cuadro 39, indica que la categoría Tipo VI, en la que se incluye las Reservas de Biosfera, es la que tiene un mayor aporte con una representación del 74.65% dentro del SIGAP, seguida la categoría Tipo III de Refugio de Vida Silvestre con un valor de 9.64%, mientras que el aporte de la categoría Tipo IV de Reserva Forestal Municipal y Parques Recreativos Municipales, es el más bajo de todos con valores muy cercanos a 0% (Cuadro 40).

**Cuadro 39** Categorías de manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SIGAP.

Categoría	Descripción
Tipo I	Incluye los Parques Nacionales y las Reservas Biológicas. Ecosistemas con especies de flora y fauna de alto valor científico.
Tipo II	Incluye los Biotopos, Monumentos Naturales, Monumentos Culturales y los Parques Históricos. Áreas con rasgos naturales sobresalientes, vestigios arqueológicos e históricos.
Tipo III	Incluye las Áreas de Usos Múltiples, Reservas Protectoras de Manantiales, Reservas Forestales y Refugios de Vida Silvestre. Hay actividades económicas y sociales, así como a la educación y la recreación.
Tipo IV	Incluye las Áreas Recreativas Naturales, los Parques Regionales y las Rutas y Vías Escénicas. La alteración del paisaje es permisible, pero se intenta minimizar el impacto en los recursos y el ambiente.
Tipo V	Incluye las Reservas Naturales Privadas. Destinadas a la conservación y protección de hábitats para flora y fauna.
Tipo VI	Incluye las Reservas de Biosfera. Áreas de importancia mundial en términos de sus recursos naturales y culturales.

Fuente: elaboración propia con datos de CONAP (2011).

Cuadro 40 Situación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.

Tipo	Total	No. De Áreas	Nombre Categoría de Manejo	Incluye Aps dentro de Aps (Valor Unitario)	Total suma oficial (sin estar dentro de otra área)	Ha por Categoría de Manejo	% Por Categoría de Manejo
I	22	21	Parque Nacional	735,480.78	32,462.78	93,340.78	2.6883
		1	Reserva Biológica	60,878.00	60,878.00		
II	10	6	Biotopo Protegido	118,804.06	7,248.29	73,611.69	2.1201
		3	Monumento Cultural	6,315.00	64,649.40		
		1	Monumento Natural	1,714.00	1,714.00		
III	16	6	Refugio de Vida Silvestre	227,180.45	334,805.05	576,927.65	
		5	Área de Uso Múltiple	170,145.66	170,145.66		
		1	Reserva Protectora de Manantiales	47,433.00	47,433.00		
		2	Reserva Forestal Municipal	158.50	158		
		1	Reserva hídrica y forestal	19,013.44	19,013.44		
		1	Reserva forestal Protectora de Manantiales	5,372.00	5,372.00		
		66	Parque Regional Municipal	46,736.23	43841.4677	46,552.75	1.3407
		1	Parque Regional y Área Natural Recreativa	2,673.00	2,673.00		
		1	Parque Recreativo Natural Municipal	38.28	38.28		
		183	Reserva Natural Privada	65715.484	33,049.91	33,049.91	0.9518
5	Reserva de Biosfera	2,591,806.45	2,591,806.45	2,591,806.45	74.6484		
30	Zona de Veda	71,874.41	56,729.50	56,729.50	1.6339		
334		4,171,338.74	3,472,018.73	3,472,018.73	100.00		

Fuente: Departamento de Unidades de Conservación -CONAP- (octubre 2016).

En la estimación de la superficie de Áreas Protegidas (Cuadro 41), por categoría de manejo, sobresale la alta cantidad de áreas catalogadas como Reservas Naturales Privadas, con 183 áreas, y las de las municipalidades, con 71 áreas; sin embargo, el aporte en el porcentaje del SIGAP es mínimo, con 0.95% y 1.34% respectivamente.

Cuadro 41 Administración de las áreas protegidas

Agrupación de Administradores	Cantidad de Áreas Protegidas	(Total Suma Oficial) EXTENSIÓN (ha)	% Del SIGAP en Ha
CONAP	55	2,969,640.55	85.5306
CONAP/ONG	6	311,499.00	8.9716
CECON/USAC	7	10,048.29	0.2894
CONAP/Instituciones del Estado	7	103,286.73	2.9748
Propietarios Privados	183	33,049.91	0.95
Otras Instituciones del Estado	5	205.00	0.0059
Municipalidades	71	44,289.24	1.2756
<b>TOTAL</b>	<b>334</b>	<b>3,472,018.73</b>	<b>100</b>

Fuente: Departamento de Unidades de Conservación -CONAP- (octubre 2016).

La administración de las áreas protegidas está a cargo de una agrupación institucional comprendida por el CONAP, oenegés, CECON/USAC, propietarios privados, otras instituciones del Estado y las municipalidades, siendo el CONAP la entidad que tiene a su cargo la mayor extensión, con un 85% de estas áreas. El número de áreas protegidas, así como la extensión total administrada por cada agrupación, puede ser consultado en el Cuadro 38. La inclusión de nuevas áreas al SIGAP (Cuadro 42), en el período comprendido del 2010 al 2014 presentó un aumento de 31 áreas protegidas terrestres, sin embargo, en el mismo período de análisis no se ha incluido ninguna área correspondiente a las zonas marinas y costeras del país, lo que evidencia una tendencia al manejo inadecuado de los recursos y biodiversidad de estas zonas.

Cuadro 42 Registro histórico de las Áreas Protegidas del SIGAP (2010-2014)

Año de declaratoria	Áreas marinas (acumulada)	Áreas terrestres (acumulada)	Incremento anual		Total				
			No.	Ha	Incremento anual		Acumulado		% SIGAP
2010	No.	ha	No.	Ha	No.	ha	No.	ha	% SIGAP
2010	1	102,589	297	3,378,935.99	16	3265.9	297	3,478,524.99	101.199
2011	1	102,589	307	3,380,131.70	10	1,195.70	307	3,482,795.61	101.234
2012	1	102,589	318	3,380,206.61	11	74.91	318	3,482,795.61	101.236
2013	1	102,589	322	3,381,609.55	11	1,402.94	322	3,484,198.55	101.277
2014	1	102,589	328	3,337,673.74	13	-43,935.81	328	3,440,262.74	100.000

Fuente: CONAP (2015)

### Ecorregiones de Guatemala

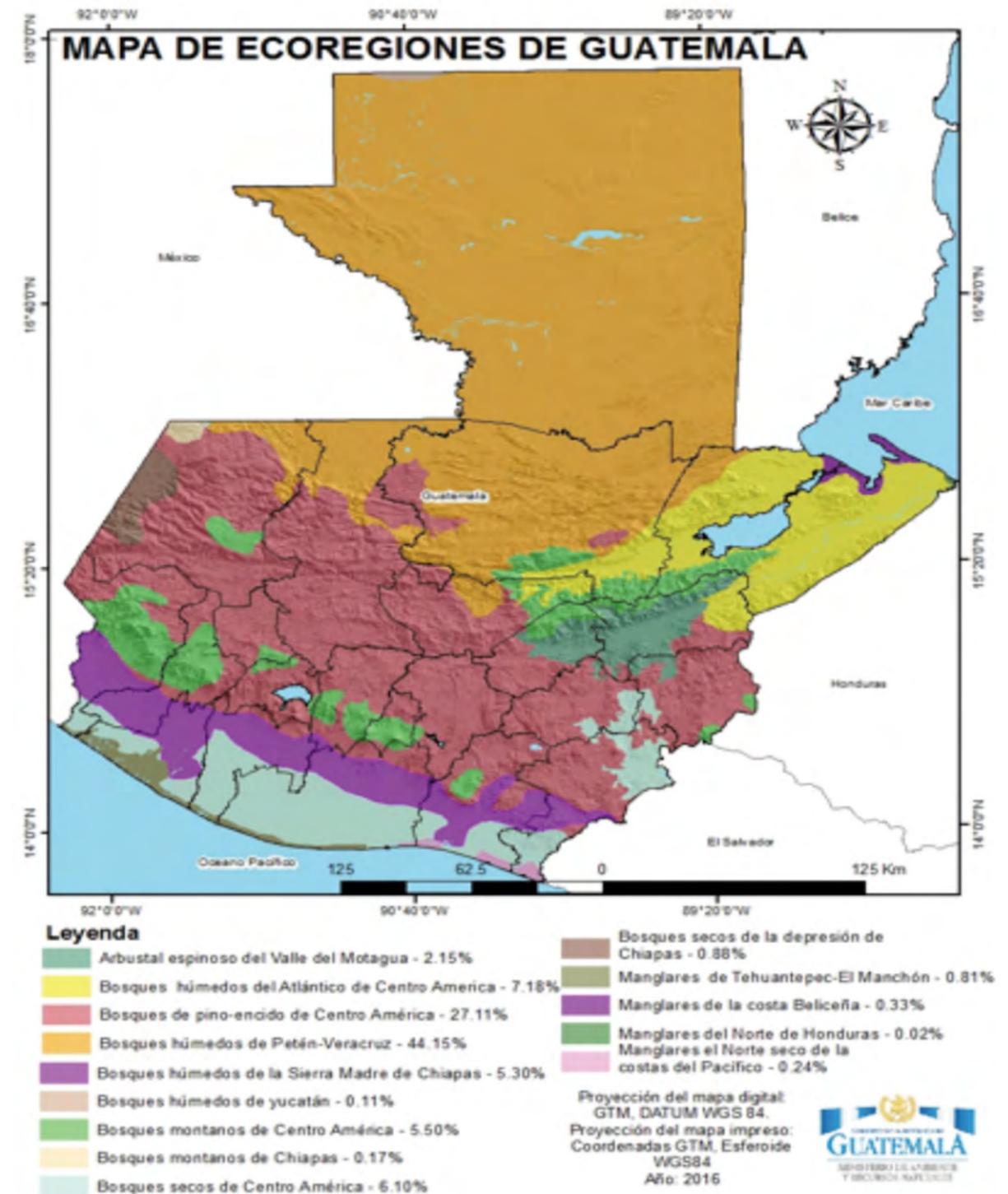
El CONAP (2011) ha organizado al país en siete regiones fisiográficas, producto de la variedad de formas terrestres y edáficas. Basado en procesos de diferenciación ecológica, estos sistemas naturales han sido categorizados en 14 ecorregiones terrestres (Cuadro 43 y Figura 70).

Cuadro 43 Ecorregiones presentes en Guatemala.

Ecorregión	Área (km²)	%	Descripción
Bosques húmedos del Atlántico centroamericano	7,800	7.24	Importante centros de biodiversidad. Localizada la ruta migratoria de aves denominada ruta del caribe.
Bosques montanos centroamericanos	5,670	5.26	Presencia de bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Hábitat del pavo de cacho ( <i>Oreophasisderbianus</i> ) y el quetzal ( <i>Pharomachusmocinno</i> ).
Bosques montanos de Chiapas	201	0.19	Formado por bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Refugio de especies endémicas localizadas en Guatemala y México.
Bosques húmedos de Petén - Veracruz	47,876	44.43	Predominan los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Precipitación pluvial 7 meses al año. Límite natural de la vegetación tropical.
Bosques húmedos de la Sierra Madre de Chiapas	5,680	5.27	Una de las ecorregiones con mayor biodiversidad de la tierra. Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales.
Bosques húmedos de Yucatán	166	0.15	Presencia de un corredor biológico de intercambio de especies entre los bosques del norte de Yucatán y bosques del sureste. Poca variabilidad térmica.
Bosques secos centroamericanos	6,520	6.05	Formado por bosques latifoliados secos tropicales y subtropicales. Escasas muestras intactas. Zona de transición hacia hábitats xéricos.
Bosques secos de la depresión de Chiapas	910	0.84	Bosques latifoliados secos tropicales y subtropicales. Posible encontrar hasta 1000 especies adaptadas a condiciones cálidas y secas.
Bosques de pino - encino centroamericanos	29,195	27.09	Bosques de coníferas tropicales y subtropicales. Al menos 7 especies de pino y 10 orquídeas. Una de las ecorregiones más ricas del mundo.
Arbustal espinoso del valle del Motagua	2,323	2.16	Ecorregión más seca de Centroamérica. Presencia de cactus espinosos, arbustos espinosos y acacias. 75 especies de aves identificadas.
Manglares de la costa beliceña	385	0.36	Estrecha relación con el arrecife coralino mesoamericano, pastos marinos y lagunas costeras. Zona de resguardo de muchas especies como el manatí ( <i>Trichenchusmanatus</i> ), aves, peces y reptiles.
Manglares del bosque seco de la costa del Pacífico	150	0.14	Caracterizada por estuarios y pantanos salinos. Cerca de 200 especies de aves, reptiles, mamíferos. Gran cantidad de peces y crustáceos.
Manglares de Tehuantepec-El Manchón	853	0.79	Refugio de aves migratorias en invierno. Diversidad de aves, peces y crustáceos. Presencia de Cocodrilos, tortugas, así como el pejelagarto ( <i>Atractosteuspatula</i> )
Manglares del norte de Honduras	23	0.02	Clima tropical. Refugio natural de aves migratorias, mamíferos, primates, delfines y reptiles como cocodrilos, tortugas e iguanas.
<b>Total</b>	<b>107,752</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de: CONAP (2011).

Figura 70 Mapa de ecorregiones de la República de Guatemala



Fuente: Elaboración propia con datos del IGN (2000).

### Zonas de vida

#### Ecosistemas

La actualización de los ecosistemas de Guatemala, realizada por Pérez et al (2016), tomando como base el sistema de clasificación de Holdridge, revela que el país posee trece diferentes ecosistemas que se ubican en seis pisos altitudinales, siete provincias de precipitación y nueve provincias de humedad, siendo el bosque húmedo tropical (bh-T) el más extenso ocupando un 31.75% del territorio, seguido por el bosque seco tropical (bs-T) que ocupa el 19.24%.

Según Aguilar et al (2010) un ecosistema puede definirse como una comunidad de organismos (animales, vegetales y el hombre) que interactúa mutuamente y con el ambiente físico químico dentro de una extensión territorial dada, por lo cual posee características geográficas específicas, un clima específico local, donde existe una determinada vegetación, que a su vez sirve de sustrato a otra determinada comunidad biótica y donde se incluye al hombre trabajando la tierra o haciendo alguna actividad específica para su subsistencia.

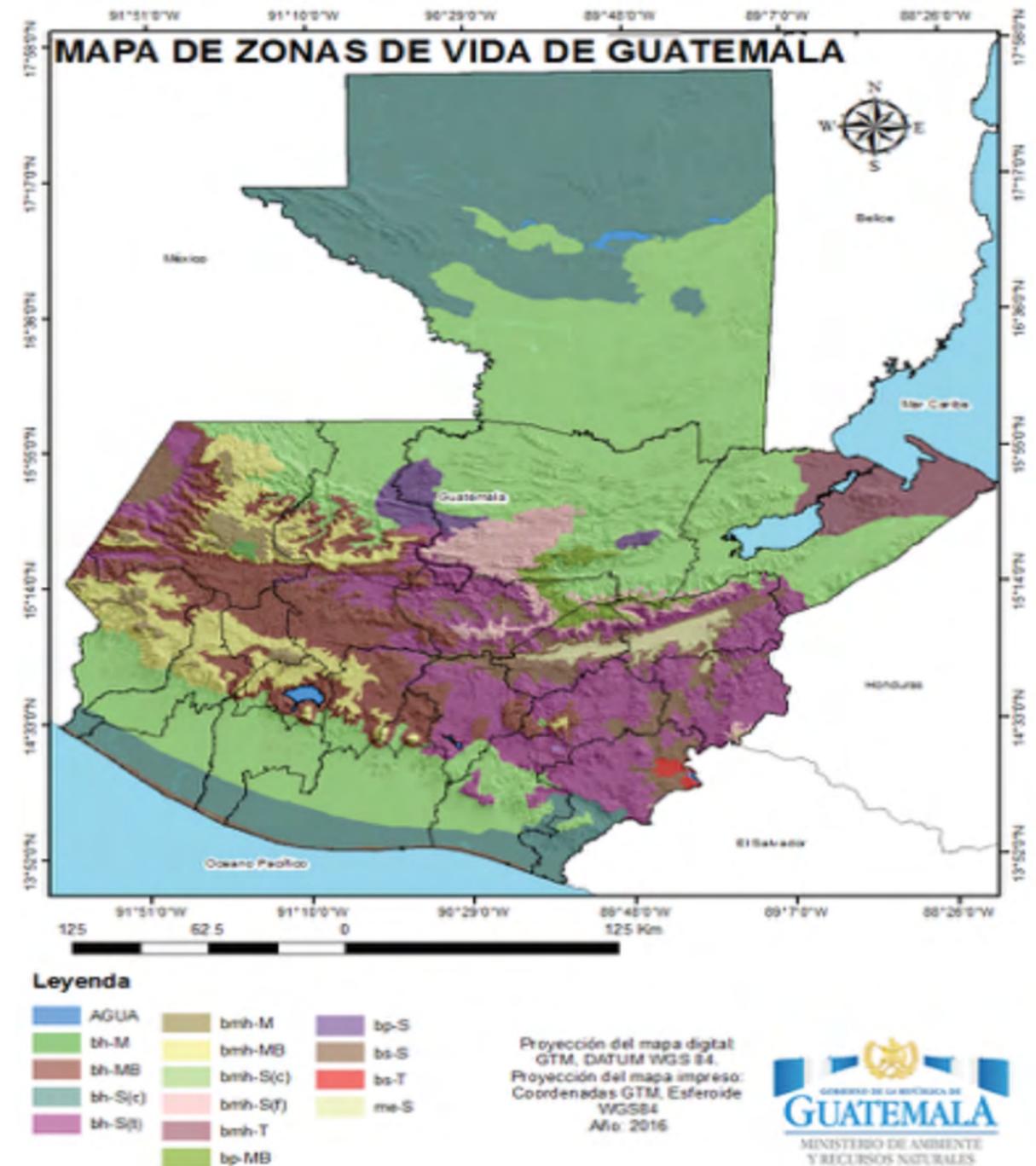
Ambos ecosistemas son los más representativos dentro del piso altitudinal basal. El resumen de datos climáticos, así como la extensión y representación territorial de cada ecosistema puede ser consultado en el Cuadro 44 y Figura 71.

**Cuadro 44** Extensión, representación territorial y características climáticas de los ecosistemas de Guatemala.

Piso altitudinal	Ecosistema	Extensión	Representación territorial (%)	Biotemperatura C		Precipitación (mm)	
				Mín	Max	Mín	Max
Basal	bms-T	81,888	0.76	22.19	23.97	577	878
Basal	bs-T	2,079,179	19.24	21.13	24.46	942	1803
Basal	bh-T	3,432,445	31.75	20.80	24.52	1865	3409
Basal	bmh-T	614,139	5.68	21.67	24.46	3833	4769
Premontano	bs-PMT	479,743	4.44	18.67	23.98	701	1156
Premontano	bh-PMT	1,579,851	14.62	17.50	24.52	1042	2296
Premontano	bmh-PMT	821,184	7.60	17.42	24.45	2010	4577
Premontano	bp-PMT	30,320	0.28	18.50	21.58	4184	5375
Montano bajo	bh-MBT	1,206,960	11.15	10.83	17.69	920	1998
Montano bajo	bmh-MBT	250,699	2.32	10.75	17.67	1830	3410
Montano	bmh-MT	228,441	2.11	3.42	13.25	1238	2110
Montano	bp-MT	2,609	0.02	5.75	10.92	1948	2573
Subandino	bp-SAT	3,180	0.03	3.42	6.42	1762	2110

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez et al (2016).

**Figura 71** Mapa de los Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge



Fuente: Elaboración propia con datos de MAGA (2003).

El ecosistema de bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) es el más extenso dentro del piso altitudinal premontano, ocupando el 14.62% del territorio nacional, con 1,579,851 hectáreas, mientras que el bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT) es de menor representatividad, ocupando tan solo 0.28% del territorio guatemalteco.

En el caso del piso altitudinal montano bajo, es el bosque húmedo montano bajo tropical el ecosistema que ocupa mayor territorio con 1,206,960 hectáreas, que representan el 11.15% del territorio nacional. Dentro de las condiciones altitudinales denominada montano, es el bosque muy húmedo el que ocupa la mayor extensión con 228,441 hectáreas. Finalmente, el bosque pluvial subandino tropical representa<sup>136</sup> solo el 0.03% del territorio nacional.

### Ecosistemas Marino-Costeros

La zona denominada como marino-costera tiene la particularidad de incluir ecosistemas en tierra y mar, y en algunos casos puede darse una fusión de ambos. Ecosistemas como lacustres y terrestres también están incluidos en esta zona (FAO, 2012a).

En Guatemala se consideran recursos marinos a aquellos que se localizan entre la línea de costa, definida como la marea más baja, y el límite de la zona económica exclusiva de Guatemala, a 200 millas de la costa. En tanto que los recursos costeros en el país, están comprendidos entre la línea de costa y la zona de influencia de la salinidad en el litoral, hasta un máximo de 10 km tierra arriba (IARNAR-URL 2012).

La longitud de la línea costera del territorio nacional se extiende a lo largo de 402 km. Dicha región está comprendida por 7 departamentos, 17 municipios y cerca de 300 comunidades asentadas directamente en dicha zona. Se estima que alrededor de 300 mil personas se encuentran asentadas en los municipios costeros. Todo esto en un marco de alta diversidad social, ambiental y cultural. La Zona Económica Exclusiva y el Mar Territorial del país tienen una extensión superior a los 116,658 km<sup>2</sup> (MARN, 2009).

En cuanto al manejo de la riqueza natural guatemalteca, el enfoque ha sido hacia el ámbito terrestre, dejando poca importancia a los recursos marinos y costeros, los cuales presentan alto potencial de desarrollo. Guatemala cuenta con el litoral del Caribe y el litoral del Pacífico, los cuales albergan una enorme riqueza natural debido a su privilegiada ubicación geográfica (FAO, 2012a).

Por otro lado, alberga varios de los ecosistemas más productivos del país, conteniendo aproximadamente 261 km<sup>2</sup> de manglares y 1 km<sup>2</sup> de arrecifes de coral, como puede observarse en el Cuadro 45, en el que se presentan las características biofísicas de esta zona, lo que representa una importancia vital para la biodiversidad y el equilibrio ecológico, como para las comunidades humanas que dependen de los beneficios que estas zonas proveen (FAO, 2012a).

<sup>136</sup>- El bp-SAT presente en Guatemala es una categoría nueva desarrollada por Pérez et al en la obra "Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge" en la cual, con nuevos parámetros de biotemperatura, incluyen este piso altitudinal.

**Cuadro 45** Características biofísicas de la zona marino-costera de Guatemala.

Aspecto biofísico	Cuantificación
Territorio Nacional Km <sup>2</sup>	108,889
Longitud de la costa (km)	402
Longitud de la costa pacífica (km)	254
Longitud de la costa caribe (km)	148
Tasa costa/territorio	0.004
Plataforma continental a -200 m (km <sup>2</sup> )	15,856.12
Plataforma continental pacífico (km <sup>2</sup> )	14,009.20
Plataforma continental caribe (km <sup>2</sup> )	1,846.92
Área de la ZEE	120,229.59
ZEE pacífico	110,944.70
ZEE caribe	9,284.89
Área de manglares (ha) 2013	18, 840.08
Arrecifes de coral (km)	1.00
Área vertiente del Pacífico	22.3
Área vertiente del Caribe	31.00

Fuente: FAO (2012a). Tomado de *Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su conservación. Documento Técnico 69 (02-2009)*

Desde 1950, se estima que el país ha perdido una extensión cercana a las 26,000 ha de manglares, lo que representa el 70% del área histórica para ese período. Esta pérdida juega un papel en contra para efectos de mitigación de impactos de desastres, como los ocasionados por el huracán *Mitch* y la tormenta tropical *Stan*, reducción de potencialidades de uso como fuente de alimentos e impactos negativos sobre recursos pesqueros que cumplen parte de sus ciclos de vida en esta zona. El manejo inadecuado de los recursos marino costeros significará la pérdida de los mismos, impidiendo así el aprovechamiento de una fuente de bienes y servicios que pueden contribuir al desarrollo del país y ser empleados como una alternativa viable e inmediata ante el acecho de los problemas de seguridad alimentaria (FAO, 2012a).

### Extracción de recursos marinos

#### Pesca

Para Vásquez (2014), la pesca representa una contribución de U\$D46 millones a la economía guatemalteca, generando empleo para 10,000-12000 personas, muchas de ellas de manera parcial. La participación del sector pesquero representa el 0.2 % del PIB naciona; además estima que el consumo per cápita anual es de menos de 500 g.

FAO (2012b), indica que en Guatemala se realiza una pesca dedicada, principalmente, a la extracción del recurso camarón, producto pesquero más demandado en el mundo. El país aporta al mercado internacional 0.023 toneladas (Organización del sector pesquero y acuícola de Istmo Centroamericano, 2010), siendo los principales destinos de exportación la Unión Europea (51%), México (27%), Estados Unidos (17%) (MAGA/ Unidad de normas y regulaciones, 2004) citado por Vásquez (2014).

Según DIPESCA (2012) para el año 2011 se presentaron 440 desembarques provenientes de la costa del Pacífico y Atlántico, los cuales representaron una extracción de 989,929.86 libras de camarón, 1,926,629.84 libras de chacalín, 530,386.97 libras de peces, 19,068.71 libras de moluscos y 16,763.46 libras de crustáceos.

### Lista de áreas marinas y costeras protegidas de Guatemala

Dentro del SIGAP existen siete áreas protegidas ubicadas en las zonas marinas y costeras del litoral Pacífico y Caribe, en el cuadro 46 se muestra información de la extensión de cada una de las áreas protegidas, así como la ubicación por departamento y la categoría de uso. Cabe mencionar que la mayor extensión de áreas protegidas se encuentra localizada en el litoral Caribe.

**Cuadro 46** Lista de áreas marino costeras protegidas

Litoral	Nombre	Categoría de manejo	Departamento	Área (ha)
Pacífico	Monterrico	Área de Uso Múltiple	Santa Rosa	2,800
	Sipacate-Naranjo	Parque Nacional	Escuintla	2000
	La Chorrera-Manchón Guamuchal	Reserva Natural Privada	Retalhuleu, San Marcos	1,243
Caribe	Río Sartún	Área de Uso Múltiple	Izabal	35,202
	Punta de Manabique	Refugio de vida silvestre	Izabal	151,878.45
	Bahía de Santo Tomás	Zona de veda definitiva	Izabal	1,000
	Cerro San Gil	Reserva Protectora de Manantiales	Izabal	47,433
<b>Total</b>				<b>241,556</b>

Fuente: FAO (2014).

### Ecosistema Manglar

Los manglares son muy variables en su composición y estructura, y conforman una zona de transición entre mar y tierra. Entre su valor ecológico resalta la producción de hojarasca, detritos y compuestos orgánicos solubles, los cuales son aprovechados por los organismos que componen las complejas redes alimentarias, constituyendo de esta manera el hábitat de una variada fauna permanente como transitoria por efecto de las migraciones (Báez, 2009).

Báez (2009) también menciona que a nivel mundial, el ecosistema manglar se encuentra seriamente amenazado, principalmente por actividades como la acuicultura de camarón, la cual requiere la tala del bosque manglar para su establecimiento, el turismo a gran escala, y la construcción de infraestructura, las cuales, en conjunto, han acelerado el ritmo de degradación de este ecosistema, teniendo implicaciones negativas a escala social y ambiental.

A pesar de los beneficios que le brinda este ecosistema a las zonas costeras del país, los cuales son mencionados por Báez (2009), su importancia social, ambiental y económica no ha sido reconocida en su totalidad y sus servicios naturales no han sido valorados apropiadamente. Por tal motivo, muchos de esos valores no se incluyen en la toma de decisiones, provocando el deterioro de una importante fuente de riqueza para el país (FAO, 2014).

El bosque manglar ocupa el 0.17% de la totalidad del territorio guatemalteco. La mayor cobertura de mangle se localiza en la costa del Pacífico con más del 90% del bosque manglar, mientras que la costa caribe posee únicamente un 6% de este recurso como se muestra en el Cuadro 47.

**Cuadro 47** Cobertura de mangle en Guatemala

Cobertura de mangle	Hectáreas	%
Costa del Pacífico	17,670.56	93.79
Costa del Caribe	1,169.52	6.21
<b>Total</b>	<b>18,840.08</b>	<b>100</b>

Fuente: MARN/CATHALAC (2013).

Las especies de mangle presentes en Guatemala son el mangle colorado (*Rhizophora mangle*) la que predomina con una cobertura de 63.63% del total del bosque manglar, mangle blanco (*Langunculariaracemosa*), mangle negro (*Avecennianitida*) y mangle botoncillo (*Conacarpuserectus*), el cual representa la especie con menor cobertura en el país con un 0.32% del total de este recurso.

En la actualidad, el estudio de Báez (2009) menciona los siguientes beneficios que se ofrece el ecosistema manglar:

- Mantenimiento de hábitat a variedad de especies.
- Sirve de refugio a especies en sus etapas juveniles.
- Es fuente de recursos.
- Contención de erosión costera.
- Conservación de biodiversidad, al ser hábitat temporal de especies importantes.
- Captura o almacenamiento de carbón atmosférico con efectos globales.
- Reducción del daño causado a población y su infraestructura por eventos climáticos como tormentas, ciclones y huracanes.

### Bosques

Guatemala es un país que se encuentra en un proceso de generar información para cumplir con los acuerdos de París respecto a los bosques y de sus distintos indicadores biofísicos en cada zona de vida, esto para ser inventario de GEI, mapeos a escala de semi-detalle y diferentes productos de utilidad para la toma de decisiones.

Uno de los principales problemas es que no hay una definición clara de bosque, lo que dificulta determinar cuál debe de ser los valores estadísticos para analizar, ya que el IPCC, toma variables como cobertura en ha, altura de las especies de análisis, área mínima del dosel, etc.

Es útil para comprender que una de las variables a considerar de un bosque es la medida en que se conserve y proteja.

### Ecorregiones de especies maderables y no maderables en Guatemala

La ecorregión con mayor cantidad de toneladas de suelo que podría perderse es la de los bosques de pino y encino de Centroamérica (46.8%), seguida por la de los bosques húmedos de Petén-Veracruz (27.8%)<sup>137</sup>.

Se puede interpretar que los bosques están en una constante dinámica con distintos factores del sistema, el clima está relacionado con el tipo de especie de bosque de una zona de vida específica, al igual que la fisiografía y topografía, por lo que la alteración de estas variables afectará a la fauna y flora de dicho dosel.

137- FAO, Situación actual y tendencias del sector forestal, 2004.

## ¿Cuánto bosque hay en Guatemala?

La cobertura forestal nacional estimada en el Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010, indica que en ese período, la superficie nacional con cobertura forestal era de 3, 722,595 hectáreas, es decir el equivalente a un 34% del territorio Nacional. Es importante mencionar que es necesario volver a realizar un análisis de cobertura forestal, considerando la misma metodología; sin embargo el presupuesto o financiamiento externo, muchas veces no cubre de forma periódica, este procedimiento, por el valor económico que representan las imágenes satelitales, personal de campo y analistas de sistemas de información geográfico y referencial.

Las estadísticas del año 2012, en su informe de la situación actual y tendencias de los bosques de Guatemala generan los siguientes valores:

- 3,722,595 hectáreas (equivalentes al 34.57% de territorio nacional) cubiertas con bosques diversos y puros, que se encuentran representados en unidades mayores de 500 hectáreas (unidad mínima de mapeo)<sup>138</sup>;
- 1,173,887 hectáreas (equivalentes al 10.76% del territorio nacional) de áreas boscosas asociadas con cultivos, o sea, áreas de bosques que no llegan a la unidad mínima de mapeo (500 has), encontrándose junto a áreas de cultivos u otros usos de la tierra<sup>139</sup>.

Cuando se analiza la cobertura forestal total, con relación a los diferentes tipos de bosques presentes, es posible observar que los bosques latifoliados, son los más abundantes, seguidos por los bosques secundarios/ arbustales.<sup>93</sup> Es importante notar que la mayor área con cobertura forestal de Guatemala está representada por bosques latifoliados, los que representan el 57.31% del total. Un 21.20% del total de la cobertura corresponde a bosques secundarios y/o arbustales.

Tomando como base la utilización de los recursos forestales, los bosques de coníferas (227,183 has.) y los bosques mixtos (819,080 has.), son los que generan la mayor cantidad de productos forestales aprovechados en Guatemala, en contraste de la productividad de los bosques latifoliados (2, 44,432 has.)<sup>140</sup>.

Cerca de un 80% se concentra en cinco departamentos: Petén, Alta Verapaz, Quiché, Izabal y Huehuetenango. En relación a tipos de bosques, el Inventario Forestal Nacional de Guatemala<sup>141</sup> señala que un 30.6% de los bosques son latifoliados, 3.7% de bosques coníferos y el 2.9% de bosque mixto. En términos de administración de los bosques existentes, un 48% son competencia de la administración del INAB y el resto (52%) los administra el CONAP por encontrarse dentro del SIGAP<sup>142</sup>.

Mientras que la cantidad de bosque dentro de áreas protegidas, es mayor en términos absolutos y relativos con respecto a la cantidad fuera de áreas protegidas. El SIGAP, a diciembre 2016, representaba el 30.94% del territorio nacional y contenía hacia esa fecha el 51.9% de los bosques del país, lo que es lo mismo que decir que dentro de áreas protegidas la cobertura de bosque es del 59%<sup>2</sup>, mientras que fuera de ellas el valor es de 24%. Además, es razonable afirmar que es muy probable que sin las áreas protegidas, el país pudiera tener mucho menos bosque que lo que tiene actualmente.<sup>143</sup>, a lo cual aporta el dato de que la tasa anual neta para el periodo 2006-2010 se estimó en -33 mil ha y -8 mil ha para dentro y fuera de áreas protegidas, respectivamente.

139- INAB, CONAP, UVG y URL (2012).

140- INAB y FAO (2,004).

141- INAB y FAO (2,004).

142- INAB-FAO (2,004).

143- NAB, CONAP, UVG y URL (2012).

Los valores de ganancia de cobertura forestal a través de regeneración o reforestación se estimaron en 16 mil ha y 76 mil ha dentro y fuera de áreas protegidas, respectivamente para el mismo período. Este fenómeno de diferenciación tan marcado de las tasas de ganancia de bosque merece ser estudiado con más atención en un futuro análisis con énfasis en la identificación de las causas del mismo.

## Gobernanza y participación en el sector forestal

La gobernanza y la participación en el sector forestal de Guatemala han mejorado en los últimos 20 años, derivado del interés de los distintos actores en que sus demandas grupales y sectoriales sean atendidas por el Estado<sup>144</sup>. Este grupo está conformado por El Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), creado a partir del Artículo 8 de la Ley Marco de Cambio Climático, es el órgano regulador y supervisor que facilita y promueve entre otros, la vinculación de la Estrategia Nacional REDD+ con el marco de políticas anteriormente mencionadas<sup>145</sup>.

El sector forestal está conformado por dos plataformas principales de gobernanza: el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) para el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y la Junta Directiva para el Instituto Nacional de Bosques (INAB). El CONAP tiene representación de gobierno (MARN, MAGA, MICUDE/IDAEH, INGUAT), gobiernos locales (Asociación Nacional de Municipalidades - ANAM-) y ONG. La Junta Directiva de INAB está conformada por representantes de los sectores público (MAGA y Ministerio de Finanzas Públicas), sector privado (Cámara de Industria y Gremial Forestal), gobiernos locales (ANAM), ONG (Asociación de Organizaciones No Gubernamentales de Recursos Naturales y Medio Ambiente) y academia (Escuela Nacional Central de Agricultura y Universidades que imparten estudios forestales y conexos dentro de las profesiones afines<sup>146</sup>.

Estos cuentan con representación de los sectores indígena, comunidades locales, mujeres y otros grupos vulnerables. Es por ello que la población es más consciente de los efectos de la deforestación y se preocupa que los mecanismos para atender la recuperación de la cobertura forestal se hagan efectivos. De igual manera hay una mayor preocupación por los efectos derivados del cambio climático, tales como derrumbes, inundaciones, sequías, y que impactan en la seguridad alimentaria, la oferta de productos maderables y del bienestar de las personas que viven dentro y fuera de los bosques<sup>147</sup>.

Derivado de esta situación el CONAP, MARN, MAGA e INAB, como institución rectora del sector forestal, han apoyado y facilitando procesos para que la participación ciudadana organizada del sector forestal se fortalezca; sobre todo en la formulación de los procesos o instrumentos de política pública, como los siguientes:

- En el diseño y aprobación de la Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (PROBOSQUE) cuyo objeto es aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del Programa de Incentivos Forestales. En todo el proceso se manifestó la participación de diferentes actores del sector forestal<sup>148</sup>.

144- INAB (2,013a).

145- FCPF (2016).

146- INAB (2,013a).

147- INAB (2015a).

148- INAB (2,013a).

- En el mecanismo de Reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal (REDD+, por sus siglas en inglés) y la elaboración de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación Evitada, que busca fortalecer la política pública y la gobernanza forestal, y con ello ayudar a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y contribuir a nivel global y reducir los efectos del cambio climático<sup>149</sup>.
- Prevención y Reducción de la tala ilegal: INAB a través del Plan Interinstitucional para la Prevención y Reducción de la Tala Ilegal en Guatemala, busca promover la participación responsable de todos los actores relacionados, para desarrollar e implementar estrategias de responsabilidad sectorial que contribuyan a reducir la ilegalidad en el sector forestal<sup>150</sup>.

### Balance comercial 2005-2014

Entre los productos no maderables, los que presentan mayor relevancia en función de los ingresos que generan son: el chicle (*Manilkaraachras*); los xates (*Chamaedoreaspp*) y la pimienta gorda (*Pimienta dioica*). Se mantiene la tendencia histórica de ser éstos los principales productos no maderables; y si bien en los últimos diez años (2004-2014) han surgido nuevos productos, éstos presentan valores poco significativos en relación a los anteriores<sup>151</sup>.

En términos de valor monetario, en el período 2005-2014, tanto las exportaciones como las importaciones de productos forestales han crecido, aún se sigue marcando una clara tendencia a reducir la brecha que durante años el sector ha tenido como déficit en su balance económico, ya que siempre las importaciones han sido mucho mayores a las exportaciones, brecha que se redujo de un 49% en el año 2005, a un 28% registrado en el 2014<sup>152</sup>.

En el período 2011-2012 el balance en dólares americanos fue el más positivo, esto debido a factores como a las grandes cantidades importadas del rubro de papel y cartón, siempre mantuvieron las tendencias negativas para el sector, pero la inclusión de los nuevos rubros de Productos Forestales No Maderables (PFNM), como el látex, caucho natural y los desperdicios de papel y cartón, contrarrestaron fuertemente esa tendencia<sup>153</sup>.

La importación de madera y sus manufacturas en la última década han incrementado de 20.5 millones registrados en el año 2005 a 59.9 millones de dólares registrados en el año 2014. Para el caso de las exportaciones, también se registran incrementos significativos de 41.26 millones de dólares en el año 2005 a 67.99 millones de dólares en el año 2014<sup>154</sup>.

El látex, caucho y gomas naturales; representan para el año 2014 el 36% del total de las exportaciones, y que pasó de tener US\$81.3 millones en el año 2005 a US\$185.55 millones para el año 2014. En el tema de las importaciones es importante establecer que los productos de papel y cartón representan el 42.5% del total del monto de las mismas, para el año 2014<sup>155</sup>.

150- INAB (2,013a).

151- FAO (2,004).

152- INAB (2015a).

153- Guatemala I.i (2,013).

154- Guatemala I.i (2,013).

155- INAB (2015a).

### Incentivos forestales: cobertura forestal, pérdida de cobertura forestal y extensión reforestada

Guatemala por medio del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, ha buscado herramientas que estén en congruencia con la política forestal nacional en un largo plazo, es decir promover la producción sostenible en Guatemala, estimulando así la inversión en la actividad forestal, los mecanismos que se han utilizado son:

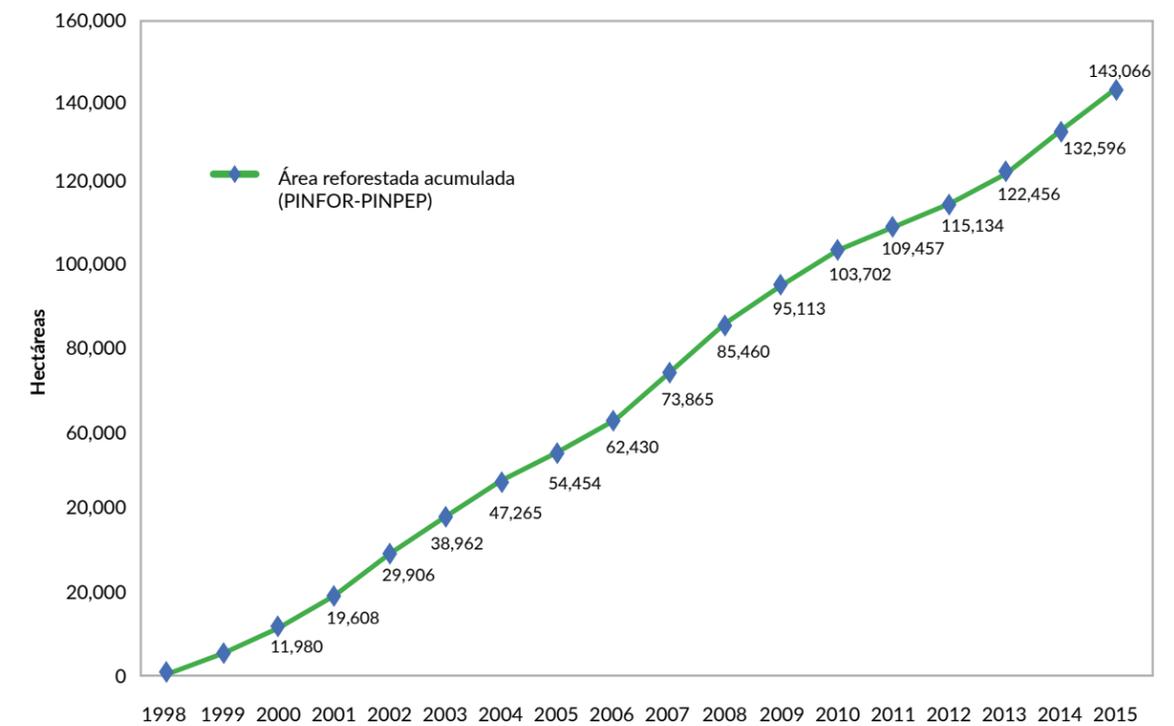
**PINPEP:** es el Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de vocación forestal o agroforestal, conocido como PINPEP, el cual está dirigido a personas que poseen terrenos menores a 15 hectáreas, pagándoles por sembrar árboles o dar manejo a los bosques naturales.

**PINFOR:** los Incentivos son un pago en efectivo que el Estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal, por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales. El incentivo se otorga una sola vez para la misma área de acuerdo al plan de manejo aprobado por el INAB.

Fuente: Descripción de Programas nacionales del INAB (2015a).

Los programas de incentivos forestales PINFOR y PINPEP han logrado durante el período de 1,998 al 2015 recuperar e incorporar a la actividad forestal productiva, lo cual se puede ver en la Figura 72, donde se aprecia que existe un total de 143,066 hectáreas, a través de plantaciones y sistemas agroforestales, cifra que equivale al 4.2% de área de tierras de aptitud preferentemente forestal desprovistas de bosques<sup>156</sup>.

Figura 72 Área recuperada a través de plantaciones y sistemas agroforestales PINFOR y PINPEP en el período 1,998-2015.



Fuente: INAB (2015).

156- INAB (2,013a).

La Figura muestra una tendencia positiva y da una perspectiva que se está generando un adecuado fomento a la reforestación y al manejo de plantaciones forestales. El programa PINFOR ha logrado establecer durante el período crítico de plantaciones un total de 132,189 hectáreas, con una inversión del Estado por un monto de Q1,405.40 millones, que no solo han permitido la recuperación de bosques sino también han contribuido directa e indirectamente a la economía familiar campesina.

El fomento al manejo y conservación de bosques naturales a través de PINFOR y PINPEP y la emisión de Licencias Forestales, permitió que durante el año 2015 se alcanzara un total acumulado de 102,239 hectáreas de bosque natural bajo manejo con fines de protección y producción, logrando con ello un incremento en la provisión de bienes y servicios forestales para las poblaciones vinculadas a esos bosques (Figura 72). El total de bosques naturales que se incorporaron al manejo forestal sostenible en el 2015 a través de los incentivos y Licencias Forestales, fue de 25,603 hectáreas, que representa un 22% menos con relación al área incorporada en el 2014, esto debido principalmente a las limitaciones que se tuvieron en los fondos disponibles para ese fin, en los programas de incentivos Forestales (INAB, Informe de Labores, 2015). Este dato es relevante considerando que mucha de la diversidad biológica se encuentra en los bosques naturales. Se estima que de un 40 a un 50% de estos bosques de protección se ubican en zonas de alta prioridad para la biodiversidad y entre el 60 y 70% se encuentran en zonas de alta importancia para la captación y regulación hídrica.

La recuperación y la protección de bosques naturales lleva implícita, además, la generación de servicios ambientales importantes, como la protección del suelo y fuentes de agua. Un 30.6% de los beneficiarios directos son mujeres y entre los indirectos este grupo poblacional representa el 50.9% de los beneficiarios, este dato refleja la influencia de género en el bosque, ya que en Guatemala, muchos de los hombres, han emigrado a otros países para el sostén de sus familia, o se dedican a la agricultura, tanto en hombres como mujeres, la mayoría de los beneficiarios están en el rango de edad de los 31 a los 50 años<sup>157</sup>.

### Bosques y cambio climático

A nivel mundial existe una preocupación respecto al cambio climático y el bosque es uno de los componentes involucrados en la dinámica ambiental que puede ser significativa al momento de tener un impacto en el aumento de la temperatura o a la estabilidad; a nivel mundial los bosques tienen un estimado de 17.4%<sup>158</sup> de las emisiones totales, este valor proviene de la deforestación que se acumula a lo largo del tiempo.

Esto hace suponer que no existe un problema a nivel mundial con el cambio del uso de la tierra o con la deforestación, ya que los reportes mundiales de los países desarrollados indican que el uso intensivo de fósiles y energía son los principales fuentes de emisiones de GEI, sin embargo, si consideramos a Guatemala, la pérdida de bosques y la dinámica de cambios al suelo, representa hasta un 57% de las emisiones totales de dióxido de carbono, lo que justifica la protección y el buen uso de los mismos, seguido por Transporte (22.9%), Industria Energética (10.9%), Procesos Industriales (6.1%) y otros (2.2%)<sup>159</sup>.

Según la Agenda Institucional de Cambio Climático del INAB (2003-2016) los aspectos bioclimáticos de Guatemala son prioritarios para la preservación de la biodiversidad biológica de las especies; se estima que hasta un 50% del territorio puede sufrir cambios drásticos para el año 2,050, es decir, 34 años a partir del año 2016, esto debido a la pérdida de bosques<sup>160</sup>.

Los bosques actualmente pueden ayudar a reducir la vulnerabilidad de los pueblos y comunidades locales y los riesgos a los impactos asociados al cambio climático y consecuentemente, contribuir a su adaptación.

157- Centeno (2,013).

158- INAB (2,013b).

159- MARN (2012).

160- INAB (2,013b).

Por otro lado, los bosques y la madera que producen, atrapan y almacenan el CO<sub>2</sub> atmosférico, contribuyendo así a mitigar el cambio climático. En contraposición, la destrucción, explotación excesiva o incendios en los bosques liberan CO<sub>2</sub> a la atmósfera<sup>161</sup>.

Con el objeto de comprender el efecto del cambio climático en la diversidad biológica y bosques de Guatemala a corto (año 2,020), mediano (2,050) y largo plazo (2,080), el IARNA elaboró ejercicios de modelación climática a nivel geográfico acorde a las zonas de vida propuestas por la metodología de Holdridge<sup>162</sup>.

El estudio concluyó que las regiones con niveles críticos de cambio, en el corto y mediano plazo serán los cinturones este-oeste en el centro de Petén (Arco de la Libertad), la Franja Transversal del Norte y los valles de las cuencas Motagua-Cuilco y Selegua, así como los sistemas montañosos<sup>163</sup>.

## Sistema Lítico-Edáfico

### Características geológicas y fisiográficas del país

De acuerdo al Compendio Estadístico 2014<sup>164</sup>, "Guatemala es un país con mucha actividad tectónica y volcánica debido a su posición geográfica ya que pertenece al Cinturón de Fuego Circumpacífico. En el país se forma una gran diversidad de ambientes geológicos (Figura 73) debido a la interacción y dinámica de tres placas tectónicas que son:

- Placa de Cocos, en el sur, formando una zona de subducción en la costa del Pacífico.
- Placa del Caribe, la cual ocupa toda la parte central del país. En esta placa se desarrolla todo el vulcanismo del país, y sobre esta placa corre la totalidad del trazo de la línea. La zona de falla del Motagua es parte del límite de esta placa con la de Norte América.
- Placa de Norte América, ubicada en el norte del país.

En el país se registran 324 volcanes, los cuales se ubican en la cadena volcánica que comprende 12 departamentos de la Costa Pacífica. 295 de estos volcanes tienen una altura entre los 369 a 1,980m; 22 entre 2000 a 3,500m, y sólo 9 van desde los 3,500 a 4,220 msnm. Estos últimos, por orden de altura son: Tajumulco (4,220m), Tacaná (4,092m), Acatenango (3,976m), Santa María (3,772m), Agua (3,766m), Fuego (3,763m), Zunil (3,542m), Atitlán (3,537m) y Santo Tomás (3,505m)<sup>165</sup>. Los volcanes más activos han sido Tacaná, Santiaguito, Pacaya y Fuego<sup>166</sup>.

El mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala<sup>167</sup> muestra once regiones fisiográficas geomorfológicas que son (Figura 74): 1) Llanura costera del pacífico, 2) Pendiente volcánica reciente, 3) Tierras altas volcánicas, 4) Tierras altas cristalinas, 5) Depresión del Motagua, 6) Tierras altas sedimentarias, 7) Depresión de Izabal, 8) Tierras bajas interiores de Petén, 9) Cinturón plegado del Lacandón, 10) Montañas Mayas, y 11) Plataforma sedimentaria de Yucatán.

161- FAO (2010).

162- IARNA (2012).

163- IARNA (2012).

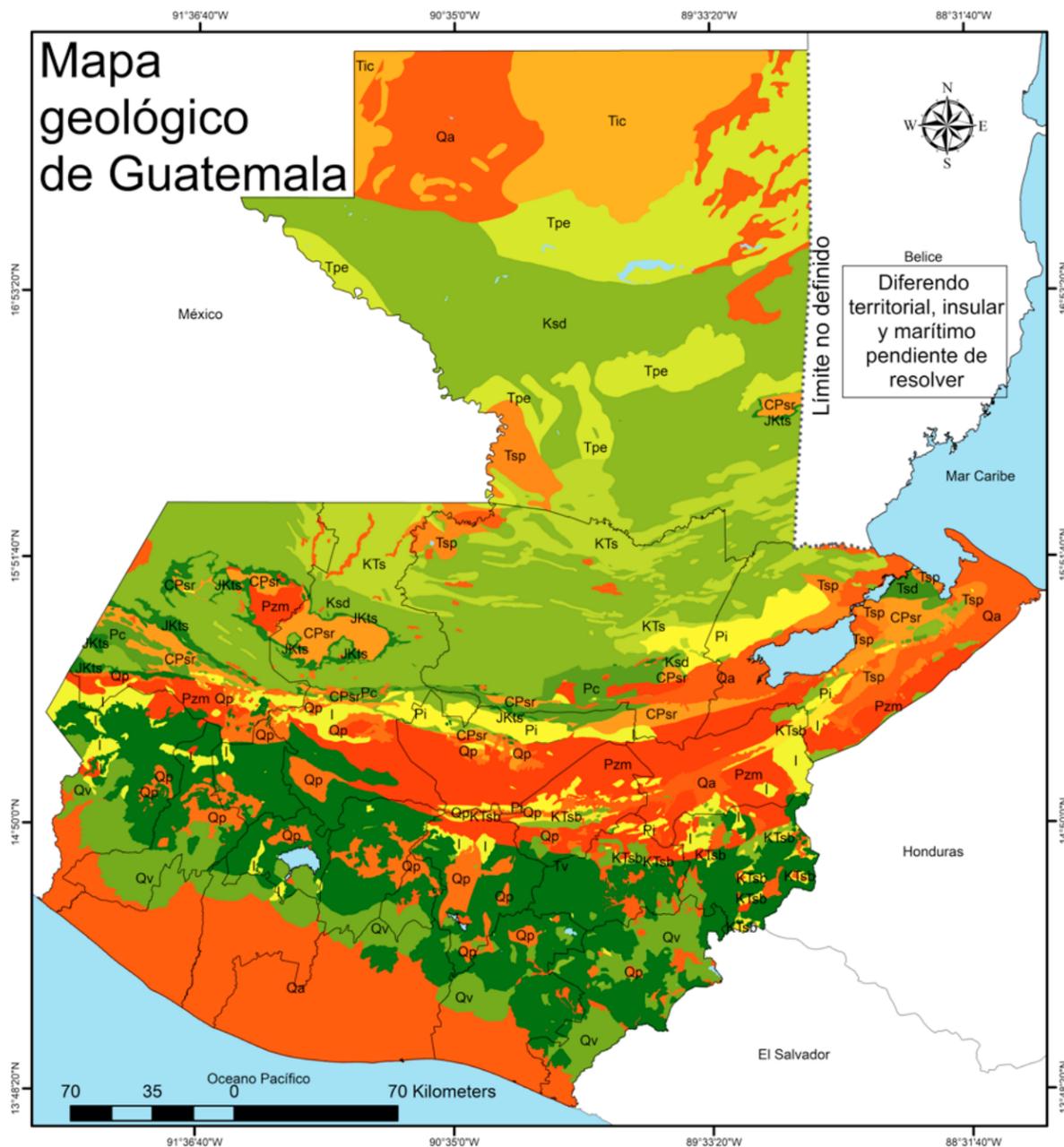
164- INE. (2015a).

165- INE (2015a).

166- CONAP (1,999).

167- MAGA (2001).

Figura 73 Mapa geológico de la República de Guatemala.



**Leyenda**

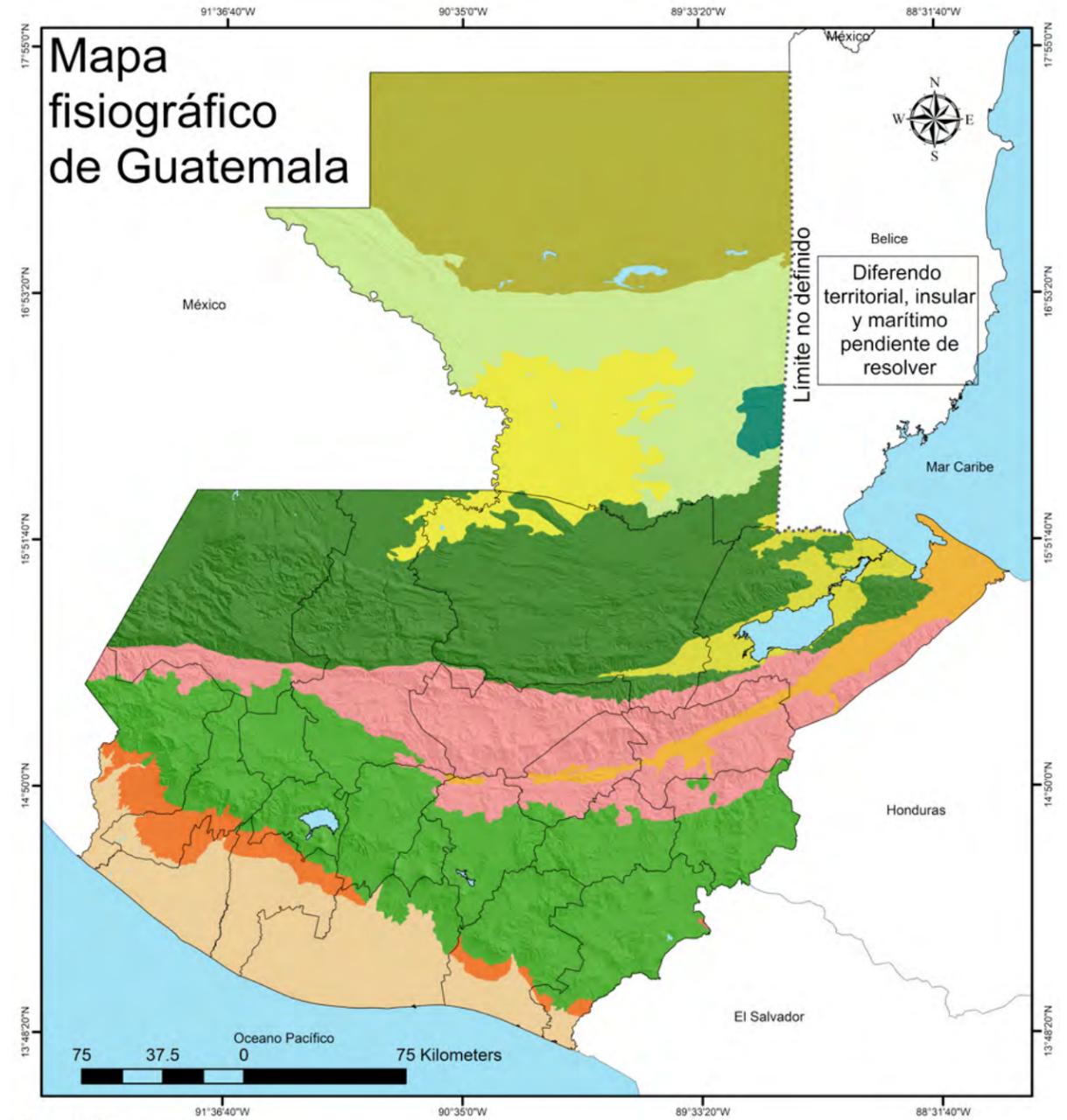
- |      |     |     |                         |
|------|-----|-----|-------------------------|
| CPsr | Ksd | Qp  | Tsp                     |
| I    | Pc  | Qv  | Tv                      |
| JKts | Pi  | Tic | Cuerpos de agua         |
| KTts | Pzm | Tpe | Límites departamentales |
| KTsb | Qa  | Tsd |                         |

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM,  
Esferoide WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Figura 73 Mapa geológico de la República de Guatemala.



**Leyenda Región fisiográfica**

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Límites departamentales       | Montañas Mayas                     |
| Cuerpos de agua               | Pendiente Volcánica Reciente       |
| Cinturón Plegado del Lacandón | Plataforma Sedimentaria de Yucatán |
| Depresión de Izabal           | Tierras Altas Cristalinas          |
| Depresión del Motagua         | Tierras Altas Sedimentarias        |
| Llanura Costera del Pacífico  | Tierras Altas Volcánicas           |
|                               | Tierras Bajas Interiores de Petén  |

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM,  
Esferoide WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

El país está compuesto por siete órdenes de suelos los cuales se listan en la Figura 75 y Cuadro 48, último en el que se puede observar que el 20% de la superficie nacional está cubierta por Entisoles, los cuales están presentes en áreas muy accidentadas como cimas de montañas y volcanes y también en partes planas.

A los Entisoles les siguen los Mollisoles, los cuales ocupan un 18.2% de la superficie nacional y están conformados por horizontes superficiales gruesos, oscuros y generalmente con alto contenido de materia orgánica y alta saturación de bases (mayor del 50%). Estos son suelos bastante fértiles y generalmente son muy buenos para la producción agrícola por sus características físicas y químicas. En cuanto a superficie abarcada le siguen a estos los Inceptisoles, Vertisoles, Alfisoles, Andisoles y Ultisoles, con el 15.0, 14.8, 11.9, 10 y 9.7 %, respectivamente.

**Cuadro 48** Órdenes taxonómicos de los suelos de Guatemala.

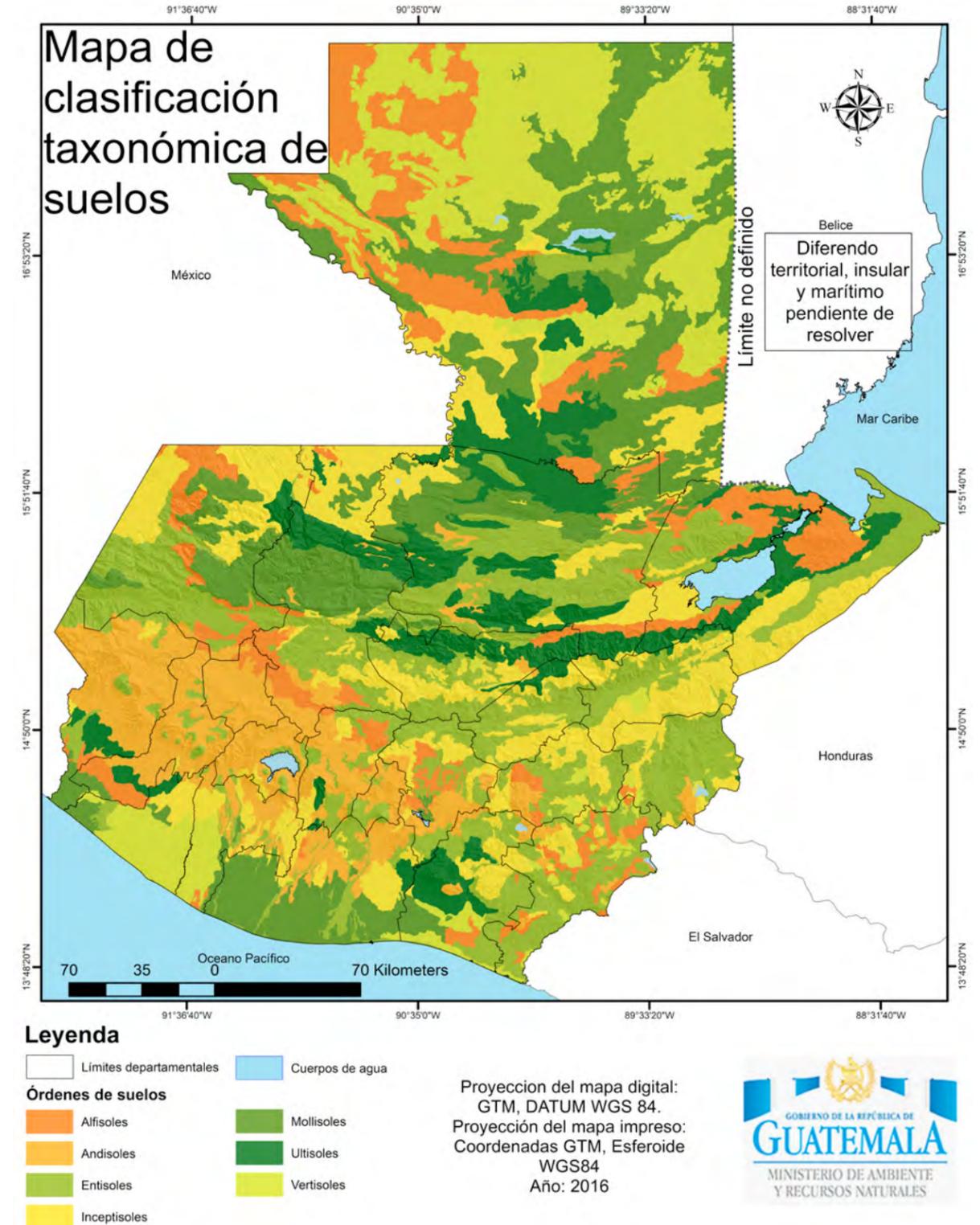
Orden taxonómico	Superficie (km <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Alfisoles	12,920.3	11.9
Andisoles	10,939.4	10.0
Entisoles	21,790.4	20.0
Inceptisoles	16,343.6	15.0
Mollisoles	19,848.8	18.2
Ultisoles	10,608.6	9.7
Vertisoles	16,113.7	14.8
Agua	324.2	0.3
<b>Total</b>	<b>108,889.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: MAGA (2005).

En cuanto a niveles de pendientes, casi la mitad del territorio, es decir el 49.0%, es plano con pendientes menores al 4%. El 7% del territorio es suavemente inclinado (pendientes de 4-8%), el 9% moderadamente inclinado (8-16 % de pendiente), 18.8 % inclinado (16-32%) y el 15.7% fuertemente inclinado (más de 32% de pendiente)<sup>168</sup> (Figura 76). Estos datos extraídos del mapa de pendientes agrupadas, según la metodología de U\$DA elaborado por el MAGA, 2005, indican que la mayor parte de las pendientes planas (4-8%) se encuentra en la región costera del Pacífico y en el departamento de Petén. Las regiones más escarpadas se encuentran en el altiplano guatemalteco.

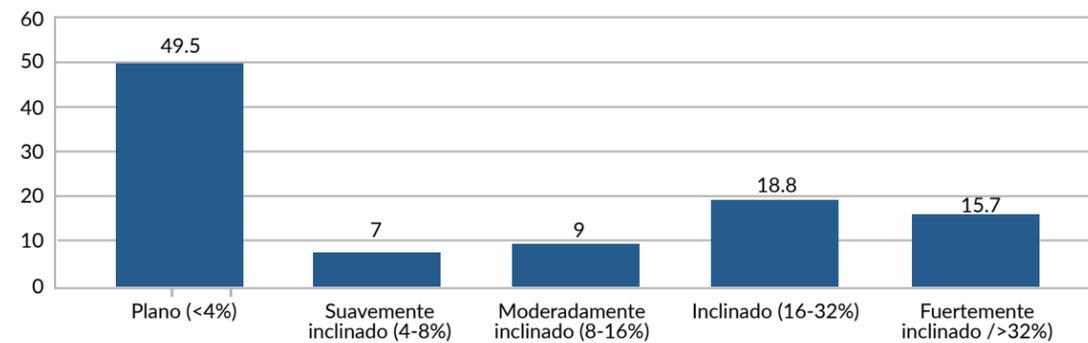
168- MAGA (2005).

**Figura 75** Mapa de clasificación taxonómica de suelos de la República de Guatemala, primera aproximación.



Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Figura 76 Niveles de pendientes de la superficie terrestre de Guatemala.



Fuente: INE (2015a).

### Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra según el sistema de clasificación del INAB<sup>169</sup> (Cuadro 49 y Figura 77) establece que aproximadamente el 33% del territorio nacional tiene la capacidad de producir cultivos agrícolas sin limitaciones o con alguna práctica de conservación de suelos (agrupación de las categorías de agricultura sin limitaciones -A- y agricultura con mejoras -Am-).

Cuadro 49 Capacidad de uso de la tierra según el sistema de clasificación del INAB

Capacidad (INAB)	% Área	Área (ha)	Aptitud de uso	% Área	Área (ha)
Agricultura sin limitaciones -A-	16.02	1,744,564.74	Actividades agropecuarias	32.67	3,557,786.64
Agricultura con mejoras -Am-	16.65	1,813,221.90			
Agroforestería con cultivos anuales -Aa-	17.69	1,926,611.65	Actividades agropecuarias con cobertura forestal	33.11	3,605,031.83
Sistemas Silvopastoriles -Ss-	8.51	926,101.98			
Agroforestería con cultivos permanentes -Ap-	6.91	752,318.19			
Tierras Forestales para Producción -F-	16.92	1,842,139.74	Tierras forestales	32.75	3,565,755.71
Tierras Forestales para Protección -Fp-	4.00	435,043.71			
Áreas Protegidas -App-	11.83	1,288,572.26			
Cuerpos de Agua	1.47	160,325.82	Cuerpos de agua	1.47	160,325.82
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>108,889.00</b>	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>10,888,900.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Por otro lado, para evitar la degradación del suelo, el 34% del territorio necesita mantener la cobertura forestal en cualesquiera de los sistemas recomendados por el INAB (agroforestería o sistemas silvopastoriles) si es que se desea destinar esta área a la agricultura, o bien destinar las áreas a la producción o protección forestal que representan, las cuales abarcan aproximadamente el 32% (34,790 ha) del territorio nacional, según este sistema de clasificación.

169- INAB (2000).

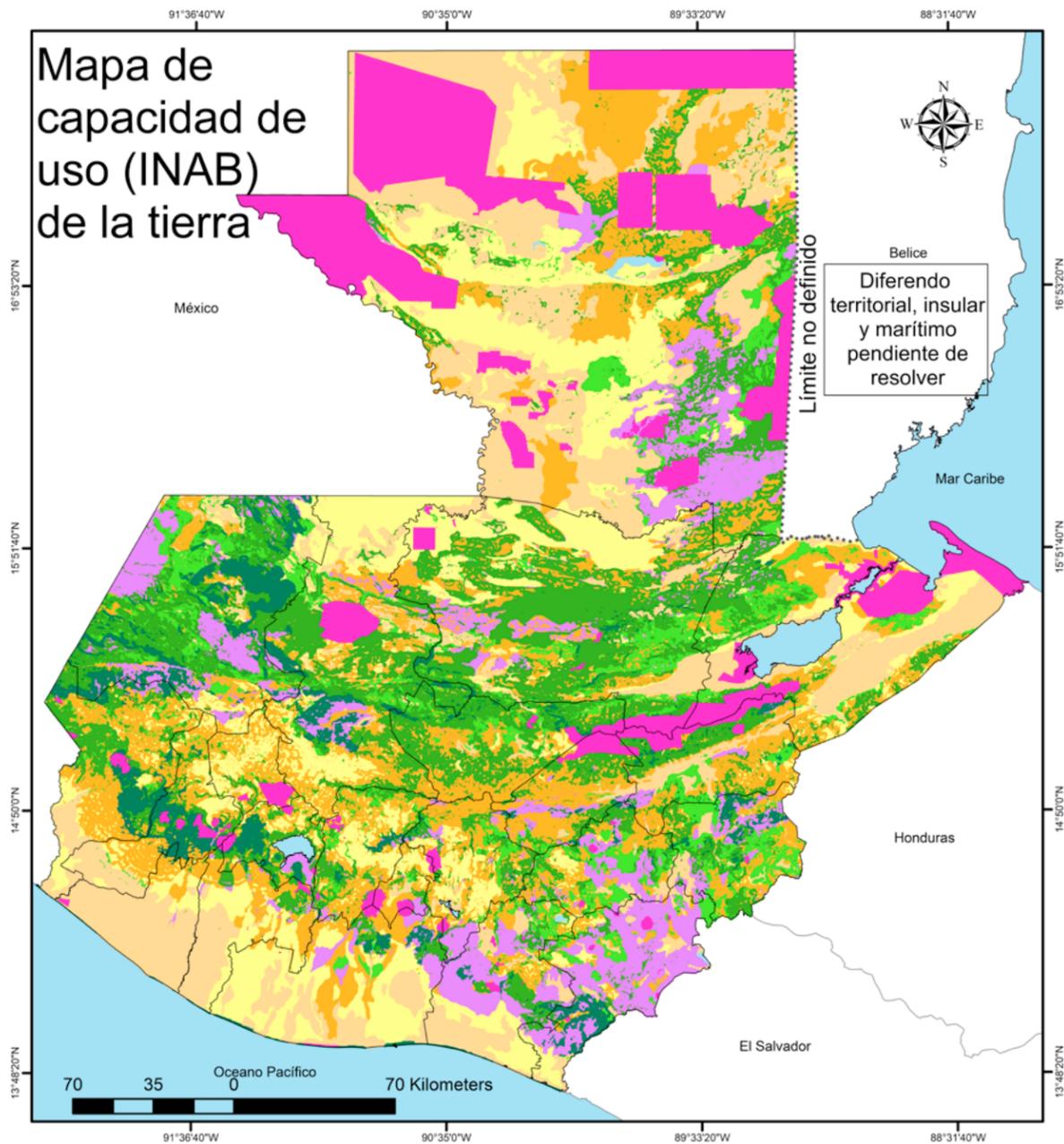
Según la clasificación de tierras por capacidad de uso del U\$DA (Cuadro 50 y Figura 78), el 33.79% del territorio se clasifica en las categorías I, II, III y IV, cuya capacidad de uso es de cultivos agrícolas, tanto sin limitaciones (868,702.25 ha) como con limitaciones (21810,654.93 ha); el 16.64 % del territorio tiene la capacidad de soportar cultivos agrícolas no arables, los cuales se encuentran en las categorías V y VI y su aptitud de uso es pecuario y pecuario/forestal; el 40.96% tiene capacidad para soportar únicamente cultivos forestales y el 7.14% son tierras de protección forestal.

Cuadro 50 Capacidad de uso de la tierra según el sistema de clasificación del U\$DA

Clase de capacidad	Capacidad	Aptitud de uso	Superficie	% Área	Área (ha)
			ha	%	% tipo de uso
I	Cultivos agrícolas	Sin limitaciones	120,456.43	1.11	33.79
II			748,245.82	6.87	
III			1,805,552.35	16.58	
IV			1,005,102.58	9.23	
V		Pecuario	244,863.29	2.25	16.64
VI		Pecuario / Forestal	1,567,019.45	14.39	
VII	Cultivos no agrícolas	Forestal	4,459,669.79	40.96	40.96
VIII	Tierras de protección	Protección	777,664.47	7.14	7.14
	Cuerpos de agua		160,325.82	1.47	1.47
	<b>Total</b>		<b>10,888,900.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Figura 77 Capacidad de uso de la tierra según la metodología del INAB.



**Leyenda**

— Límites departamentales    ■ Cuerpos de agua (1.47 %)

**Categoría de capacidad de uso de la tierra (sistema INAB)**

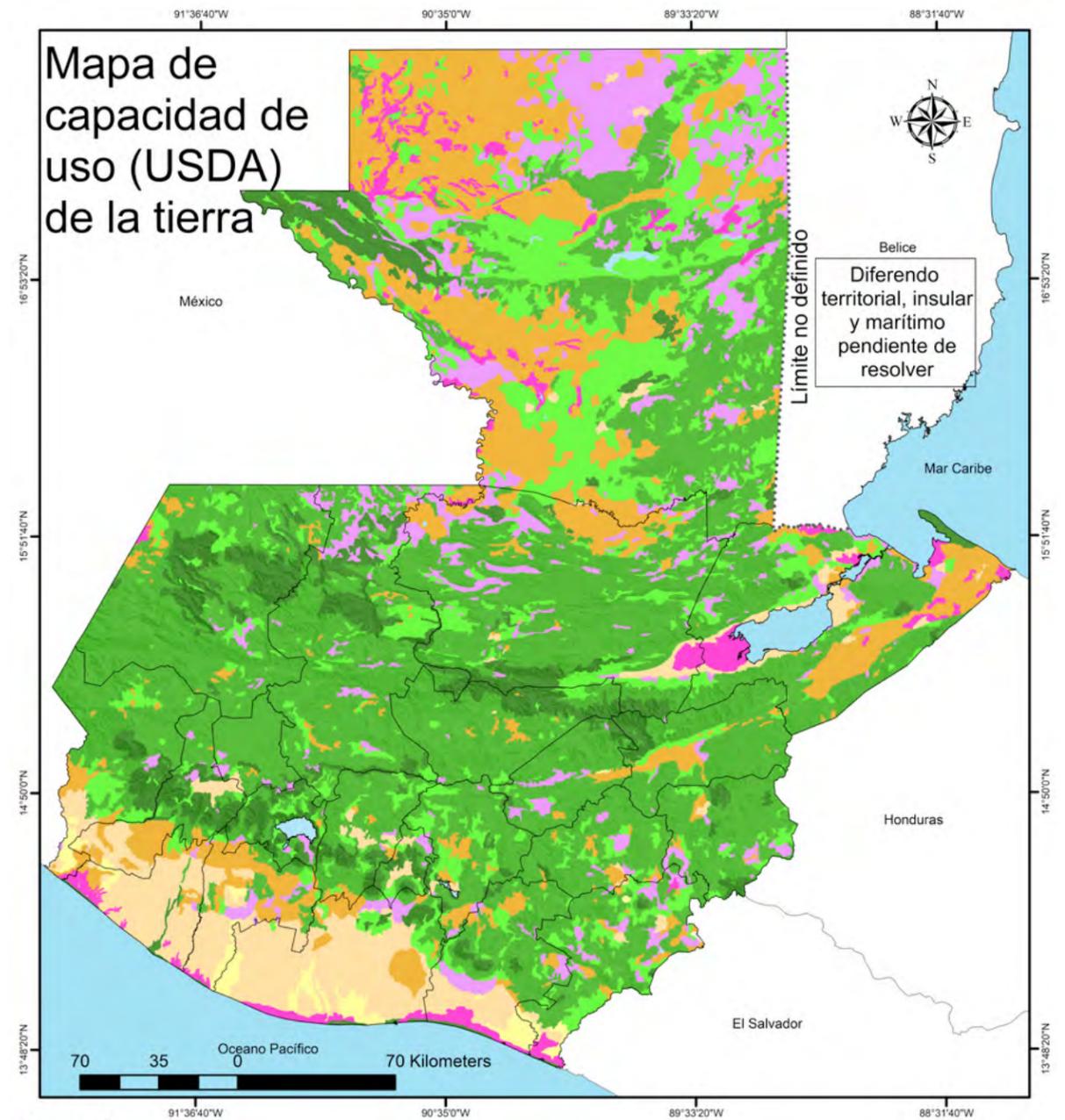
- |   |  |  |
|---|--|--|
| <span style="color: #FFFF00;">■</span> A (16.02 %)  | <span style="color: #FF00FF;">■</span> Ss (8.51 %) | <span style="color: #008000;">■</span> Fp (4.00 %)   |
| <span style="color: #FFD700;">■</span> Am (16.65 %) | <span style="color: #00FF00;">■</span> Ap (6.91 %) | <span style="color: #FF0000;">■</span> App (11.83 %) |
| <span style="color: #FFA500;">■</span> Aa (17.69 %) | <span style="color: #008000;">■</span> F (16.92 %) |  |

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM,



Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Figura 78 Capacidad de uso de la tierra según metodología del USDA.



**Leyenda**

— Límites departamentales    ■ Cuerpos de agua (1.47 %)

**Categoría de capacidad de uso de la tierra (sistema USDA)**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <span style="color: #FFFF00;">■</span> I (1.11 %)    | <span style="color: #FF00FF;">■</span> IV (9.23 %)  | <span style="color: #008000;">■</span> VII (40.96 %) |
| <span style="color: #FFD700;">■</span> II (6.87 %)   | <span style="color: #FF0000;">■</span> V (2.25 %)   | <span style="color: #008000;">■</span> VIII (7.14 %) |
| <span style="color: #FFA500;">■</span> III (16.58 %) | <span style="color: #00FF00;">■</span> VI (14.39 %) |  |

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WGS84  
Año: 2016



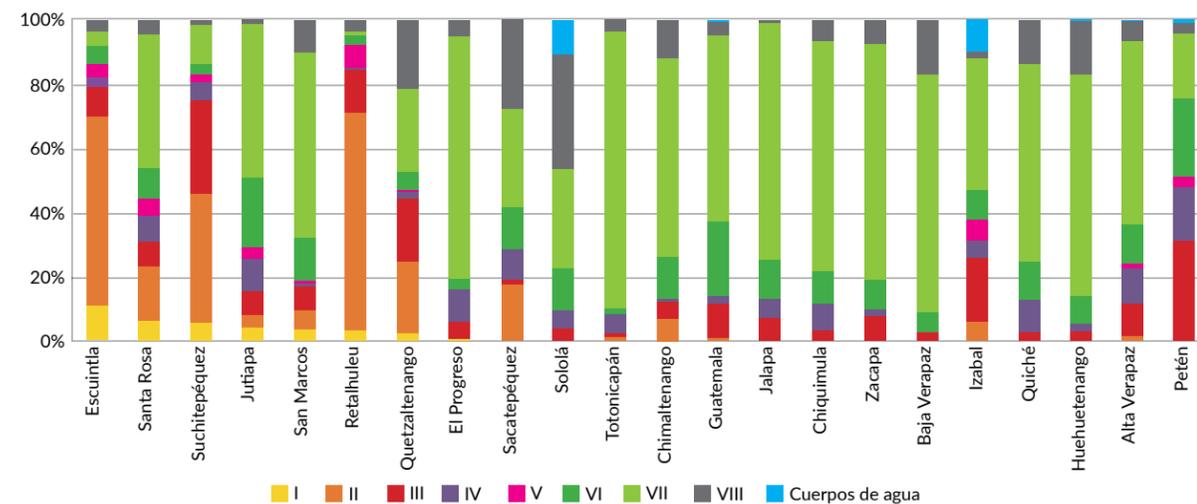
Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2005).

Tal como se puede observar en la superficie apta para una agricultura "sin limitaciones", es decir, la que se categoriza como "I", representa apenas el 1.11% del territorio nacional (120,456.23 ha) y se encuentra distribuida principalmente en la región de la costa del Pacífico del país, en los departamentos de Escuintla, Santa Rosa, Suchitepéquez, Jutiapa, San Marcos, Retalhuleu y Quetzaltenango.

Una mayor superficie abarcan las categorías "II", "III" y "IV", con el 6.87, 16.58 y 9.23%, respectivamente. La categoría "II" se puede encontrar principalmente en la región de la costa del Pacífico, en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos, Quetzaltenango, Santa Rosa y Jutiapa; y en la región norte en Izabal y Alta Verapaz. Las categorías "III" y "IV" se encuentran distribuidas en parches en todo el país, pero se concentra una gran cantidad en Petén e Izabal. Todo esto significa que los departamentos con las mejores aptitudes físicas para sostener cualquier sistema de cultivos son los de la Costa Sur del país, seguidos de Petén e Izabal, últimos que necesitan considerar prácticas de conservación de suelos para evitar su degradación.

Por otro lado, la mayor parte de las tierras con aptitud para bosques (categorías "VII" y "VIII") están concentradas en el altiplano guatemalteco (Figura 79) y tal como se observa en la Figura 79, los departamentos que tienen la mayor concentración de tierras con estas aptitudes son Baja Verapaz, Totonicapán y Huehuetenango (más del 85% de sus territorios tienen estas vocaciones).

Figura 79 Distribución relativa de la capacidad de uso de la tierra por departamento (sistema de clasificación del U\$DA).



Fuente: Elaboración propia con datos de la base del MAGA (2006).

### Cobertura vegetal y uso de la tierra

El análisis de la cobertura vegetal y uso de la tierra dentro del marco del cambio climático es muy importante puesto que los suelos constituyen el mayor almacén de carbono terrestre, y el potencial que tienen de reducir o incrementar la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera está ligado al uso de la tierra y a las prácticas agrícolas que se utilizan en su manejo. Según la FAO (2015), la conversión constante de pastizales y bosques a tierras de cultivo durante los últimos siglos ha representado grandes pérdidas de carbono del suelo, pero mediante la restauración de suelos degradados y la adopción de prácticas de conservación de suelos se puede mejorar la retención de carbono y aumentar la resiliencia ante el cambio climático.

Para el caso de Guatemala, existen diferentes fuentes de información sobre la cobertura vegetal y uso de la tierra que no concuerdan fielmente en sus estimaciones, debido a factores como las metodologías empleadas y criterios de estimación. Sin embargo, los estudios aportan distintos elementos que son necesarios tomar en cuenta para este informe. En el Cuadro 51 y Figura 80 se puede observar la cobertura y uso de la tierra en el territorio nacional durante el año 2010, según el trabajo realizado por el MAGA (2015).

Durante ese año, el territorio nacional se pudo clasificar en las siguientes categorías de cobertura y uso de la tierra: 1) **Territorios artificializados**, los cuales incluyen las zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales, minas y zonas verdes artificiales no agrícolas tales como zoológicos; 2) **Territorios agrícolas**, los cuales incluyen los cultivos anuales, cultivos permanentes, pastos naturales y cultivados y zonas agrícolas heterogéneas, tales como mosaicos de cultivos, sistemas agroforestales, huertos y viveros; 3) **Bosques y medios seminaturales**, los cuales incluyen bosques de coníferas, latifoliadas y mixtos, plantaciones forestales, medios con vegetación arbustiva y/o herbácea y espacios abiertos sin o con poca vegetación (tal como conos de volcanes y otros); 4) **zonas húmedas** y 5) **cuerpos de agua**.

Cuadro 51 Cobertura vegetal y uso de la tierra en el año 2010.

	Uso	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>1</b>	<b>Territorios artificializados</b>	<b>1,431.86</b>	<b>1.31</b>
	1.1. Zonas urbanizadas	1,194.57	1.10
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	162.08	0.15
	1.3. Minas, escombreras y zonas en construcción	33.88	0.03
	1.4. Zonas verdes artificiales, no agrícolas	41.33	0.04
<b>2</b>	<b>Territorios agrícolas</b>	<b>46,574.85</b>	<b>42.77</b>
	2.1. Cultivos anuales	13,881.66	12.75
	2.2. Cultivos permanentes	13,315.24	12.23
	2.3. Pastos naturales y cultivados	18,466.71	16.96
	2.4. Zonas agrícolas heterogéneas	911.24	0.84
<b>3</b>	<b>Bosques y medios seminaturales</b>	<b>57,538.99</b>	<b>52.84</b>
	3.1. Bosques (coníferas, latifoliado, mixto y manglar)	36,805.38	33.80
	3.2. Otras tierras forestales (plantaciones forestales y árboles dispersos)	2,350.83	2.16
	3.3. Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	17,869.84	16.41
	3.4. Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	512.93	0.47
<b>4</b>	<b>Zonas húmedas interiores</b>	<b>1,740.04</b>	<b>1.60</b>
<b>5</b>	<b>Cuerpos de agua</b>	<b>1,603.26</b>	<b>1.47</b>
	5.1. Aguas continentales	1,570.06	1.44
	5.2. Aguas marítimas	33.20	0.03
	<b>Total</b>	<b>108,889.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del MAGA (2015).

También se puede observar que durante el 2010 la mayor cobertura vegetal fue la de bosques y medios seminaturales, la cual ocupó una superficie del 52.84% del total nacional, es decir, la mitad del territorio guatemalteco estaba ocupado por bosques, vegetación arbustiva y espacios abiertos, pero sólo una tercera parte de éste (35.96%) corresponde a bosques, los cuales incluyen un 2.16% de plantaciones forestales de coníferas, latifoliadas y mixtos. El 16.41% del país corresponde a medios con vegetación arbustiva y espacios abiertos sin o con poca vegetación, lo cual incluye las sabanas del norte del país, vegetación arbustiva baja como guamiles, matorrales y árboles dispersos. Los espacios abiertos, que corresponden al 0.47% del territorio nacional hacen referencia a los conos de volcanes, arenas y zonas con pedregosidad.

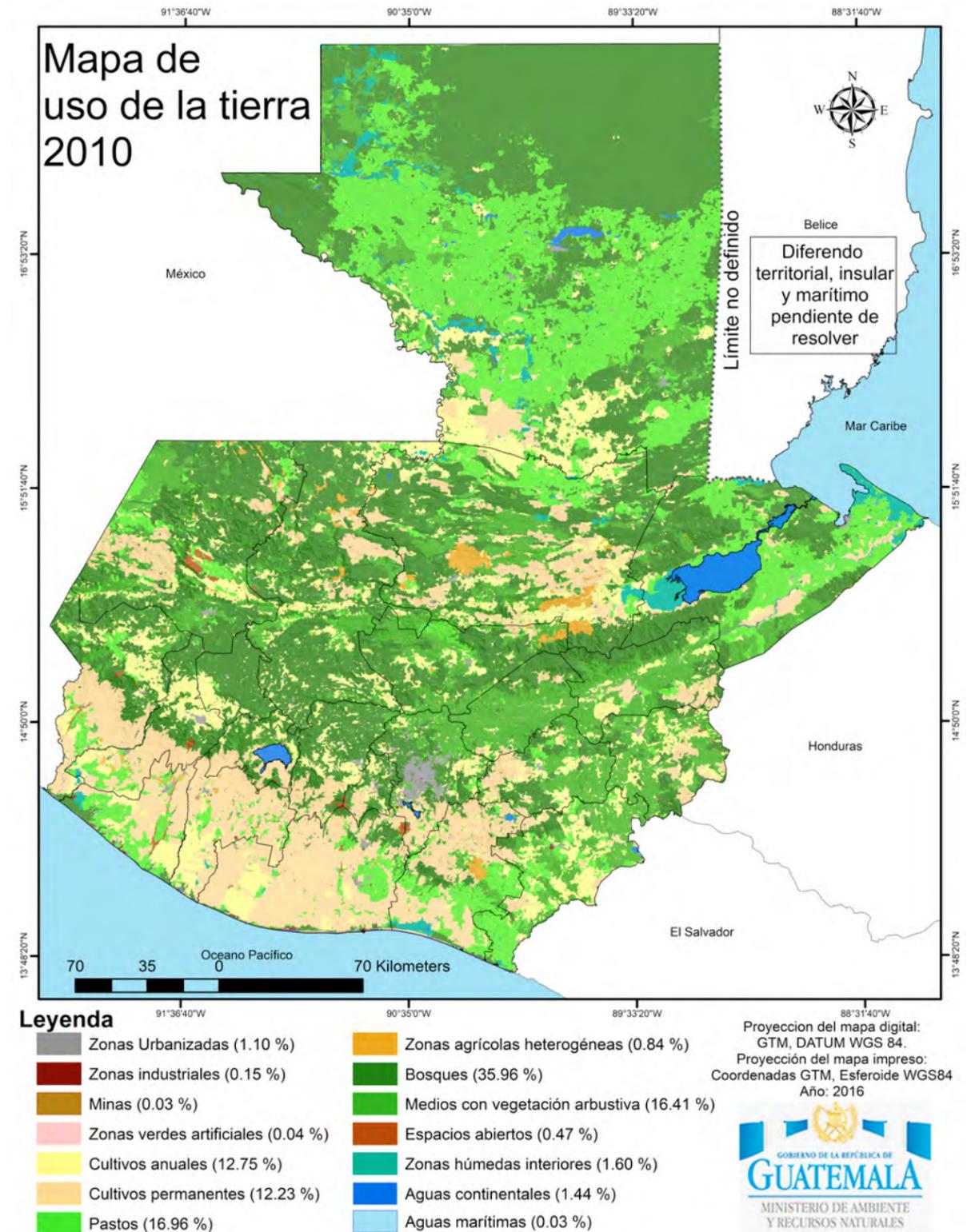
Aproximadamente el 42.77% del territorio nacional es destinado a actividades agropecuarias; entre éstas: cultivos anuales (12.75%), cultivos permanentes (12.23%), pastos naturales y cultivados (16.96%) y zonas agrícolas heterogéneas (0.84%). Si se incluye el 16.88% de la vegetación arbustiva y espacios abiertos sin o con poca vegetación y excluyendo las zonas agrícolas heterogéneas, se puede observar que el 58.81% del territorio está ocupado por actividades agropecuarias, cuando sólo el 33% tiene la capacidad de soportarlas sin incluir alguna clase de cobertura forestal.

Es preocupante ver que más del 42% (46,574.85 km<sup>2</sup>) del territorio nacional esté destinado a la actividad agropecuaria, puesto que las formas de producción en Guatemala no están orientadas a la conservación de los suelos y por lo tanto pueden facilitar su erosión y la pérdida de la materia orgánica, disminuyendo no sólo el potencial agrícola sino también el potencial de retención de carbono, favoreciendo de esta manera al cambio climático. Además, el 16.96% del territorio está destinado a pastos, cuyo principal uso es la producción ganadera, la cual también tiene implicaciones en la liberación de gases de efecto invernadero, como el metano (CH<sub>4</sub>), debido a la rumia (ganadería).

El 1.31% del territorio se encuentra artificializado<sup>170</sup>, lo cual incluye a los asentamientos urbanos, las zonas industriales o comerciales, las minas y las zonas verdes artificiales no agrícolas. Estos son suelos altamente compactados o degradados que no podrán ser utilizados nuevamente para la agricultura. También el 1.59% corresponde a zonas húmedas y el 1.46% a los cuerpos de agua tanto continentales como marítimas.

170- La artificialización es la acción de consumo o de ocupación del suelo para crear viviendas, infraestructuras y equipamientos.

Figura 80 Mapa de Cobertura y uso de la tierra, año 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos delMAGA (2015).

En el Cuadro 52 se pueden observar los cambios de uso de la tierra en el período 2001-2010 según estimaciones hechas por el GIMBOT (2014). En este cuadro se puede observar el decremento de la cobertura forestal del 37.50%, en el año 2001 al 33.48%, en el 2010, es decir, una reducción del 4.02% durante este período respecto al territorio nacional, la cual tiene su explicación principalmente en el incremento de las tierras agrícolas y en menor medida por los asentamientos humanos. Las tierras agrícolas y praderas incrementaron un 3.86% con respecto al total nacional, principalmente por el incremento del territorio para la agricultura anual y pastos, y el incremento del cultivo de hule y palma africana (esta última expandió su superficie más de 4 veces en dicho período). Por otra parte, los asentamientos incrementaron su superficie del 0.36-0.58 %.

Cuadro 52 Cambios en el uso de la tierra.

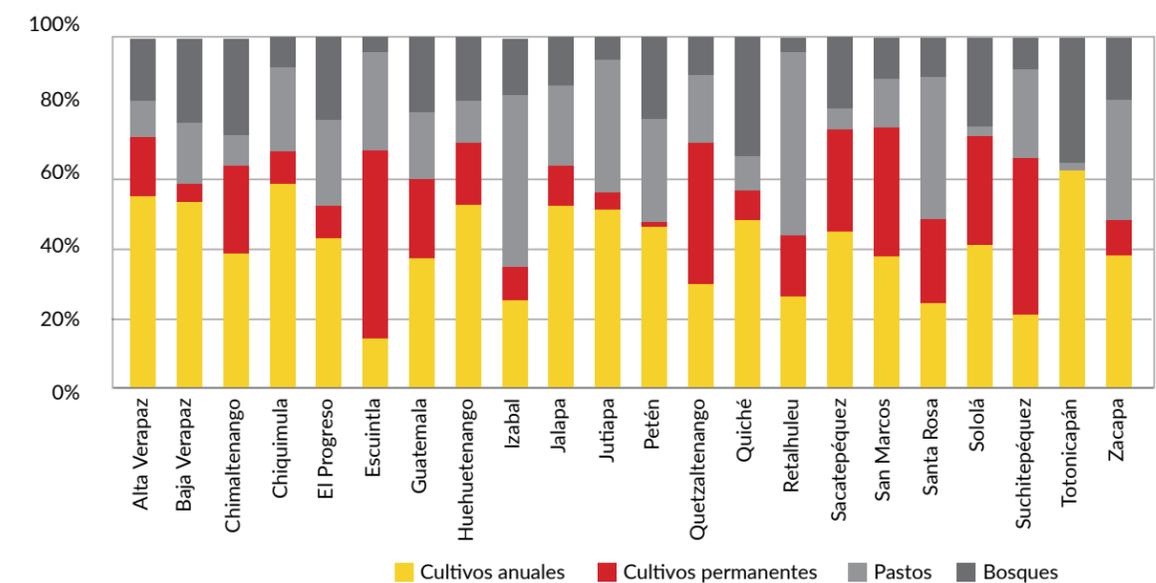
Categoría de uso	Superficie (ha)			Superficie (%)		
	2001	2006	2010	2001	2006	2010
<b>1. Tierras forestales</b>	<b>4,083,833</b>	<b>3,789,098</b>	<b>3,646,006</b>	<b>37.50</b>	<b>34.80</b>	<b>33.48</b>
Bosque Seco	29,756	22,620	19,579	0.27	0.21	0.18
Bosque Montano Seco	151,313	151,882	145,937	1.39	1.39	1.34
Bosque Húmedo con estación seca corta	2,159,464	1,924,139	1,814,719	19.83	17.67	16.67
Bosque Montano Húmedo	639,727	631,847	624,670	5.88	5.80	5.74
Bosque muy Húmedo	1,103,573	1,058,610	1,041,101	10.13	9.72	9.56
<b>2. Tierras Agrícolas y Praderas</b>	<b>6,403,864</b>	<b>6,695,226</b>	<b>6,823,621</b>	<b>58.81</b>	<b>61.49</b>	<b>62.67</b>
Agricultura anual, pastos cultivados y naturales	5,991,044	6,261,194	6,370,859	55.02	57.50	58.51
Agricultura Perenne (Hule)	27,354	33,613	37,220	0.25	0.31	0.34
Agricultura Perenne (Café)	364,758	350,482	331,277	3.35	3.22	3.04
Agricultura Perenne (Palma Africana)	20,708	49,937	84,265	0.19	0.46	0.77
<b>3. Humedales</b>	<b>132,449</b>	<b>133,369</b>	<b>135,262</b>	<b>1.22</b>	<b>1.22</b>	<b>1.24</b>
<b>4. Asentamientos</b>	<b>39,105</b>	<b>51,084</b>	<b>63,570</b>	<b>0.36</b>	<b>0.47</b>	<b>0.58</b>
<b>5. Otras tierras</b>	<b>4,122</b>	<b>4,110</b>	<b>4,366</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>6. Agua</b>	<b>225,093</b>	<b>211,235</b>	<b>211,291</b>	<b>2.07</b>	<b>1.94</b>	<b>1.94</b>
<b>7. Sin información</b>	<b>435</b>	<b>4,780</b>	<b>4,782</b>	<b>0.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>Total</b>	<b>10,888,900</b>	<b>10,888,900</b>	<b>10,888,900</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: GIMBOT (2014).

Estos datos pueden parecer bastante pequeños, pero se debe recordar que son porcentajes respecto a la superficie del territorio nacional y que representan miles de hectáreas. Además, ese 4.02% de reducción de los bosques respecto al territorio nacional representa una reducción del 10.72% respecto a su cobertura en 2001, es decir, una reducción del 1% anual. Si esta tendencia continúa sin ninguna restricción, en cien años a partir del 2001, es decir, para el 2101, ya no existirían bosques en Guatemala. Sin embargo, afortunadamente las tendencias han variado puesto que del 2001-2006 se perdió un 2.7% de bosques respecto al total nacional, mientras que en el período 2006-2010 la pérdida fue de 1.32%. Un caso similar se ve en la tendencia del incremento de las tierras agrícolas y praderas, pero parece ser que el incremento de esta categoría es debido principalmente a la producción de pastos, los cuales, según el Censo Nacional Agropecuario en el año 2003<sup>171</sup>, abarcaban 8,894.7 km<sup>2</sup>, y se incrementaron a 1,894,331 km<sup>2</sup> en el año 2015, según la Encuesta Nacional Agropecuaria<sup>172</sup>, es decir, un incremento de más del 100% o más de 2 veces lo que hubo en el 2003.

En la Figura 81 se puede observar el uso de la tierra agrícola por departamento en el año 2003 y en la Figura 82 se puede observar el uso en el año 2010. En el año 2003, los departamentos que tenían una mayor cobertura de cultivos anuales eran Totonicapán, Chiquimula y Alta Verapaz. Sin embargo, en el año 2010 los departamentos de Alta Verapaz y Totonicapán vieron una disminución en el porcentaje de esta cobertura y un aumento en la cobertura de bosques. Los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez siempre han mantenido un alto porcentaje respecto a su territorio agrícola de cultivos permanentes debido al cultivo de caña de azúcar.

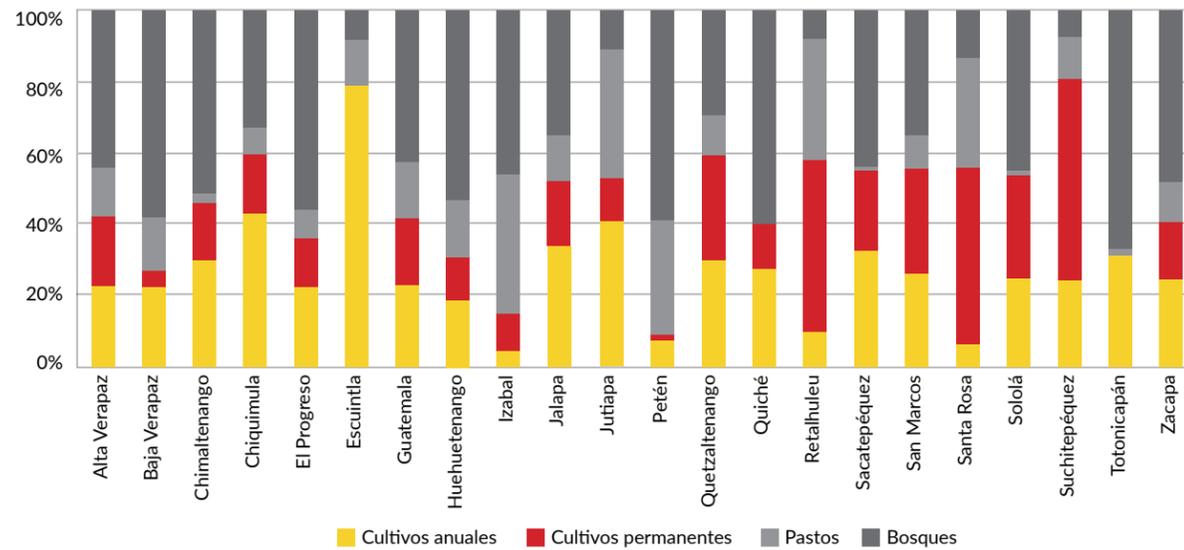
Figura 81 Uso de la tierra por departamento en términos relativos en el año 2003.



Fuente: elaboración propia con datos del INE (2,004).

171- INE (2004).  
172- INE (2016).

**Figura 82** Uso de la tierra agrícola por departamento en términos relativos en el año 2010.



Fuente: elaboración propia con datos del MAGA (2015).

### Cobertura del suelo en las vertientes del país

El país se divide en tres vertientes: 1) la **vertiente del Golfo de México**, que ocupa el 46.7% del territorio (50,851.16 km<sup>2</sup>); 2) la **vertiente del Caribe**, la cual ocupa el 31.0% (33,755.59 km<sup>2</sup>), y 3) la **vertiente del Pacífico**, que ocupa el 22.3 % (24,282.25 km<sup>2</sup>)<sup>173</sup>.

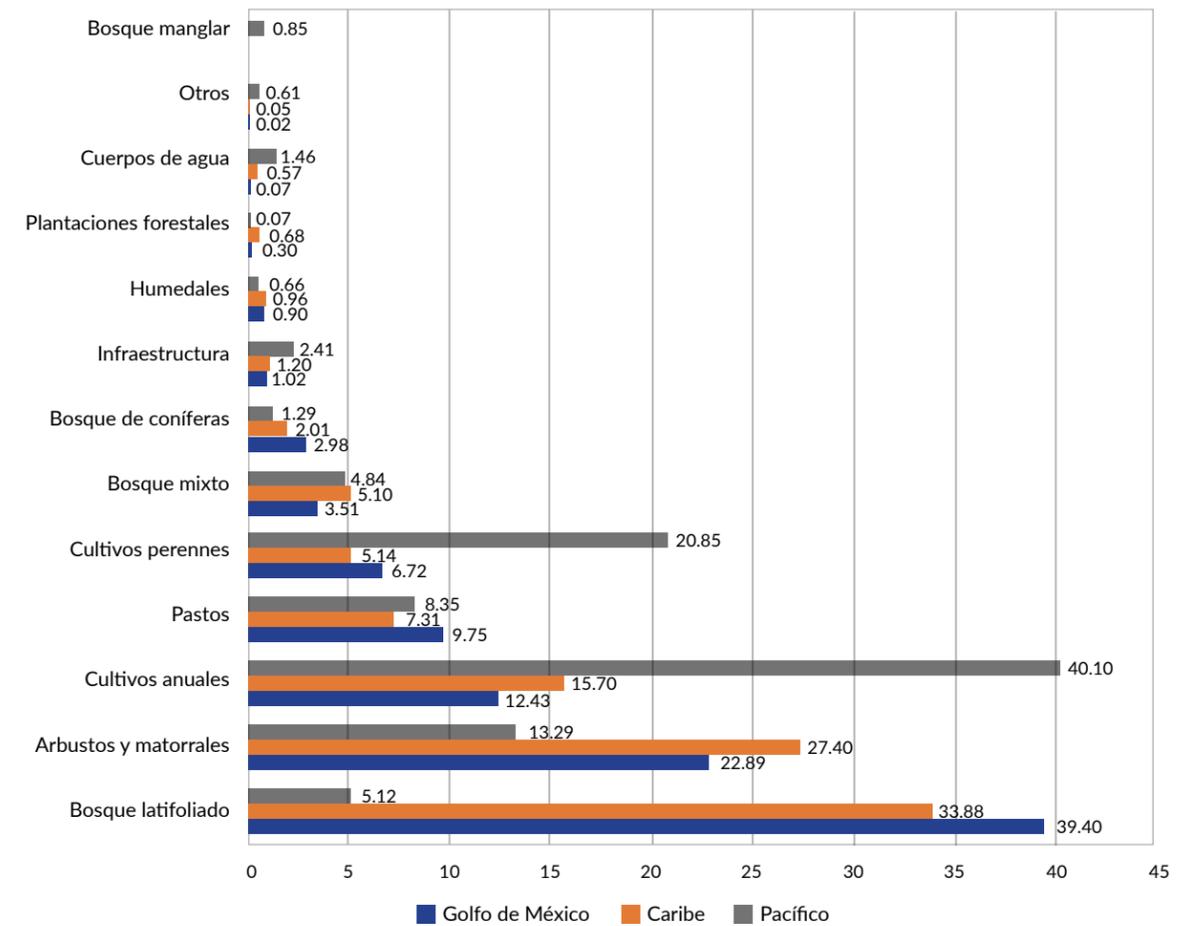
Tal como se puede observar en la Figura 83, la principal cobertura del suelo en la vertiente del Golfo de México en el período 2001-2010 fue el bosque latifoliado, el cual abarca el 39.40% de la vertiente (20,036.49 km<sup>2</sup>); le siguen los arbustos y matorrales, con el 22.89% (11,638.48 km<sup>2</sup>); los cultivos anuales, con el 12.43% (6,322.45 km<sup>2</sup>); pastos, con el 9.75% (4,956.19 km<sup>2</sup>), y el 15.53% restante corresponde a otras categorías que se pueden ver en la misma.

Las proporciones en el caso de la vertiente del Caribe son bastante similares a las de la vertiente del Golfo de México. En este caso la cobertura predominante durante el período 2001-2010 fue también el bosque latifoliado, el cual abarcó el 33.88% de la vertiente (11,459.97 km<sup>2</sup>), a la cual le siguen los arbustos y matorrales, que abarcaron el 27.40% (9,261.64 km<sup>2</sup>), los cultivos anuales con el 15.70% (5,306.64 km<sup>2</sup>), y el 23.02% restante corresponde al resto de categorías que se pueden ver en la Figura 83.

Por otro lado, la cobertura de la vertiente del Pacífico difiere bastante de las otras dos vertientes. En este caso los cultivos anuales abarcaron el 40.10% de la superficie (9,718.05 km<sup>2</sup>), seguido de los cultivos perennes, con el 20.85 % (5,052.20 km<sup>2</sup>), y los arbustos y matorrales, con el 13.29 % (3,220.62 km<sup>2</sup>). Debe recordarse que es en esta vertiente en donde se encuentran las áreas agrícolas más productivas del país y se dan cultivos como la caña de azúcar, el café y en ésta se encuentra la mayor ciudad del país.

173- INE (2015a).

**Figura 83** Cobertura del suelo en las vertientes de Guatemala (porcentaje) del año 2003.



Fuente: elaboración propia con datos del INE (2015a).

### Deterioro físico de la tierra /Erosión

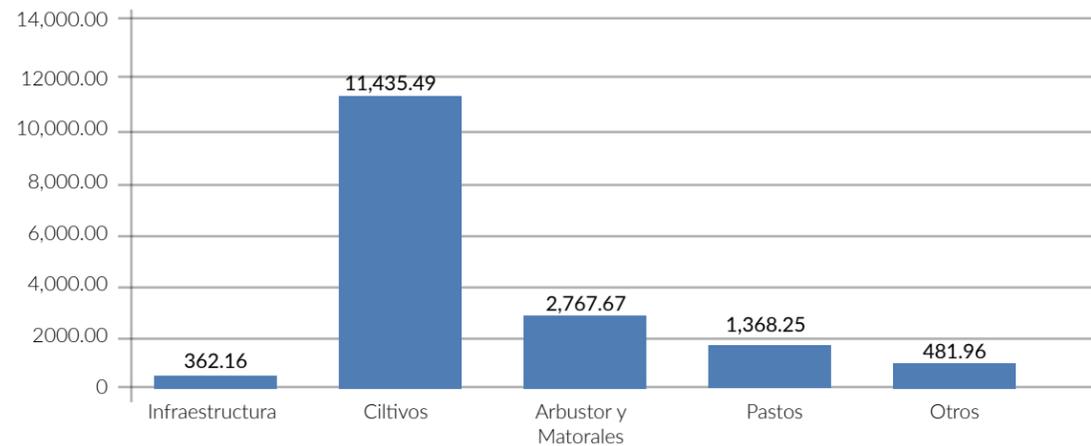
En el caso de la erosión, la vertiente del Pacífico está sujeta a un proceso más acentuado que las otras dos vertientes y se estima que se pueden erosionar aproximadamente 710 t/ha/año, lo cual representa más de dos veces lo estimado para la vertiente del Golfo de México (330 t/ha/año) y casi seis veces más que la vertiente del Atlántico (122 t/ha/año)<sup>174</sup>. Las razones de estas estimaciones están relacionadas con el tipo de cobertura, el grado de pendiente y el uso del suelo. Como se pudo observar en apartados anteriores y en la Figura 83, en la vertiente del Pacífico predominan los cultivos con actividades más intensas que la producción de palma africana o de pastos que se da en el norte del país.

174- INE (2015a).

### Erosión potencial en áreas deforestadas en Guatemala

La mayor erosión en el país ocurre en los suelos con cultivos agrícolas, en los cuales se estima que se erosionan más de 11.44 millones de toneladas de suelo por año, seguidos de las áreas cubiertas por arbustos y matorrales, en donde se erosionan 2.77 millones de toneladas por año, seguidos de las áreas cubiertas por pastos, en donde se erosionan 1.37 millones de toneladas por año y otros (Figura 84)<sup>175</sup>.

Figura 84 Erosión potencial en áreas deforestadas a nivel nacional (miles de toneladas)



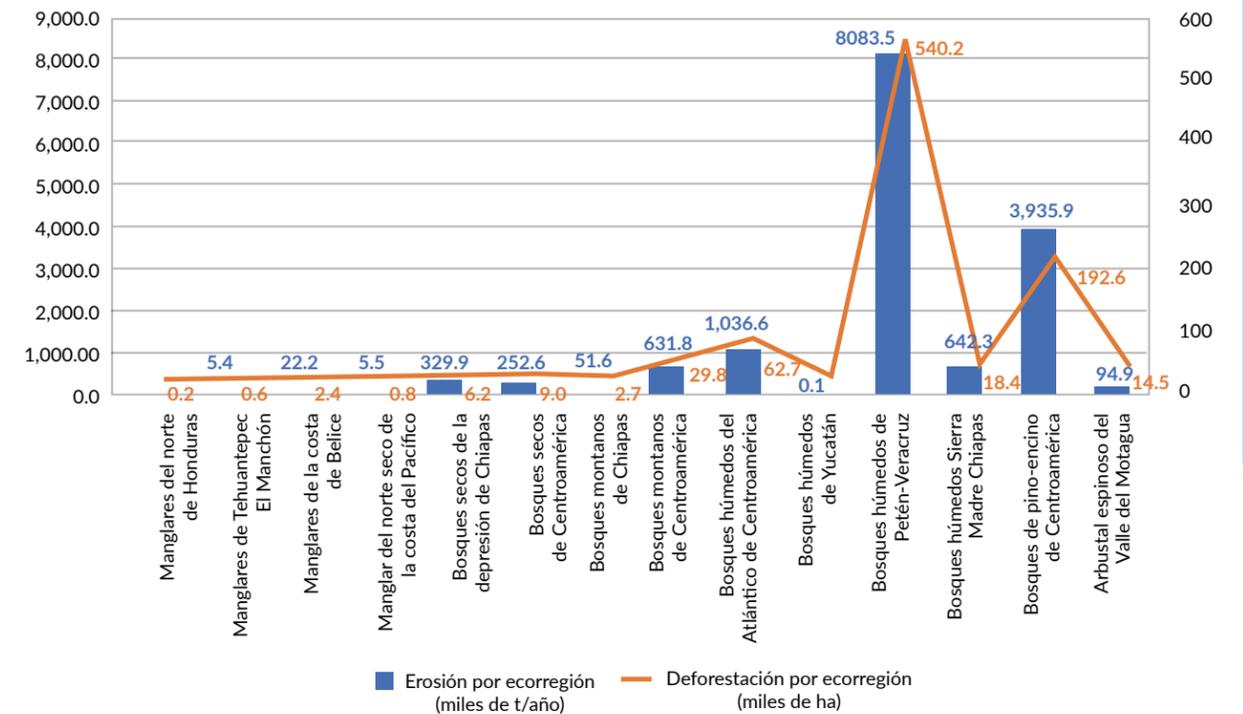
Fuente: INE (2015a).

### Erosión por ecorregión

En la Figura 85 se presenta la estimación de la erosión del suelo por ecorregión para el año 2003, en donde se observa que de las tres ecorregiones la mayor erosión se presenta en los bosques húmedos de Petén-Veracruz, bosques de pino-encino de Centroamérica, y los bosques húmedos del Atlántico, en donde se estima una erosión por año de 8,083.5 t, 3,935.9 t y 1,036.6 t, respectivamente. Estos valores responden de una manera directa a la deforestación dada en las ecorregiones, en donde se puede ver en la Figura 85 que en el mismo orden se perdieron 540.2, 192.6 y 62.7 miles de hectáreas de bosque<sup>176</sup>.

175- INE (2015a).  
176- INE (2015a).

Figura 85 Erosión del suelo en 2003 causada por deforestación y degradación según ecorregión



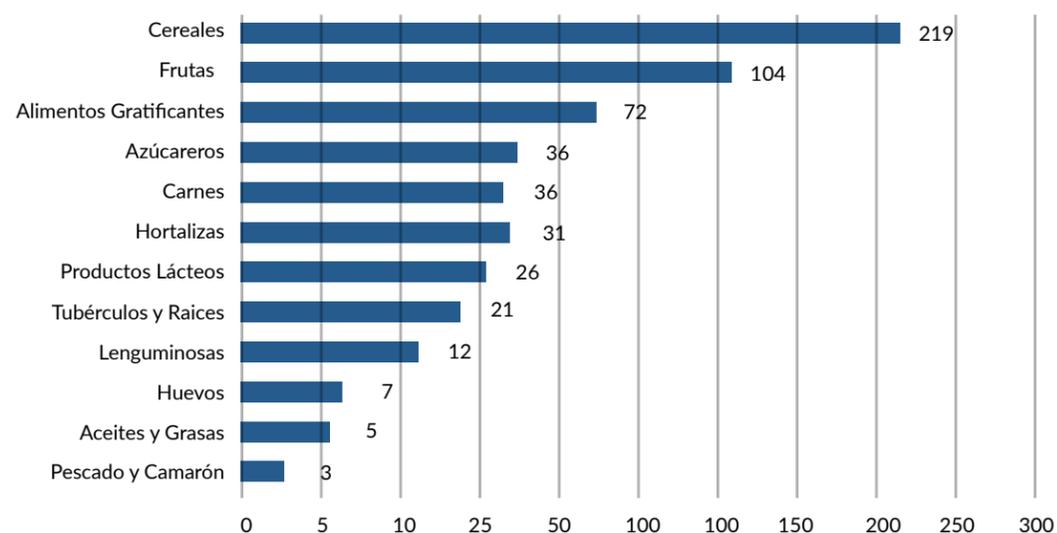
Fuente: INE (2015a).

### Producción de alimentos

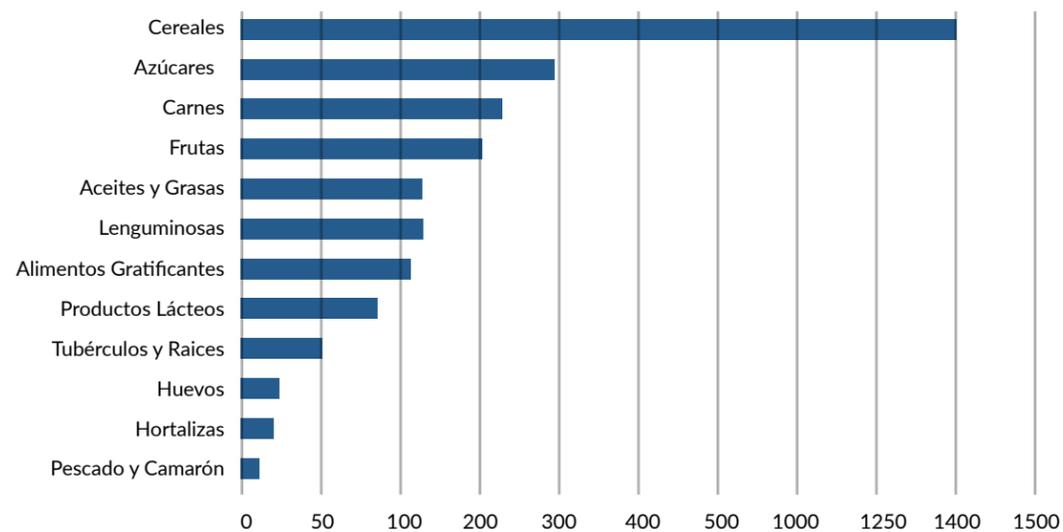
Según la hoja de balance de alimentos del año 2014<sup>177</sup>, los cereales representan el principal suministro anual de alimentos aportando 219 kg per cápita, siendo este más del doble del grupo de las frutas, las cuales figuraron en el segundo lugar, con 104 kg per cápita (Figura 86). Asimismo, los cereales constituyeron el grupo que más calorías aporta a la dieta del guatemalteco (1,399 calorías), lo cual representa más de tres veces y media (3.55 veces) las calorías aportadas por el siguiente grupo, que fueron los azúcares (393 calorías), seguidos de las carnes y frutas (221 y 206 calorías respectivamente) (Figura 87).

Dentro del grupo de cereales, el alimento más importante lo constituye la tortilla de maíz, la cual aporta el 84.5% del suministro de alimento anual por habitante y el 74% de las calorías aportadas por este grupo, lo cual coloca al maíz como el cultivo más importante en la alimentación de los guatemaltecos.

177- INE (2015a).

**Figura 86** Suministro anual de alimentos por grupo en el año 2014 (kg per cápita).

Fuente: INE (2015b).

**Figura 87** Suministro anual de calorías por grupo alimenticio en el 2014.

Fuente: INE (2015b).

Aunque los tubérculos y raíces son considerados como fuentes de alimento que aportan a la seguridad alimentaria de un país, en el caso de Guatemala, estos quedan en el quinto lugar de los grupos alimenticios aportando apenas 21 kg per cápita al año (aproximadamente la décima parte de lo que aportan los cereales) y en el noveno lugar al considerar las calorías (49 calorías per cápita al año). Este grupo está conformado por la papa y la yuca, del cual, el 98.8% del suministro de alimentos lo aporta la papa y esta misma aporta también el 97.8 % de las calorías.

Según Torres (2008), mientras más pobre es una familia, la base de ingestión calórica depende más de la obtención de granos básicos, ya sea por medio de la producción o la compra. Estos granos básicos en el área rural guatemalteca los constituyen principalmente el maíz y frijol, cultivos que, según el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2010 (MAGA, 2015), representan el 11.18% de la superficie total del país y el 87.72% de la superficie cubierta con cultivos anuales.

*Según Torres (2010), una familia típica de 5.5 miembros tendría una necesidad mínima de alrededor de 16 quintales anuales sólo para el consumo de tortillas, y agregando otros usos habituales y pérdidas post-cosechas, se establece una necesidad mínima por familia rural al año de 20 quintales de maíz (sobre la base de una libra por persona al día sin considerar la edad).*

*De las familias que tienen tierra, las que tienen una extensión de menos de una manzana (poco menos de 376,000 fincas, según el censo agropecuario del 2003, los cuales son considerados como productores de infrasubsistencia) generan 9.8 quintales por año, lo cual es inferior al parámetro mínimo de 20 quintales.*

*Según este autor, en el estrato entre 1 y 2 manzanas de extensión total por finca por familia se generan estos 19.8 quintales al año, lo cual sería suficiente para cubrir las necesidades familiares mínimas, pero al considerar años de mala cosecha, épocas del año en que no hay producción, gastos monetarios indispensables, problemas de almacenamiento, alimento de los animales menores, etc., en realidad se necesitan estratos de entre 2 y 5 manzanas de extensión total. Esto indica que 79.6% de los hogares rurales de esa época producían por debajo de lo mínimo necesario anual.*

El MAGA (2016) indica que la superficie cosechada de maíz y frijol ha ido aumentando gradualmente, cosa que incide también en una mayor producción de estos cultivos a nivel nacional, pero los rendimientos parecen mantenerse estables a lo largo de este período, aunque con cierta tendencia al aumento. En el Cuadro 53 se puede observar que el maíz constituye, por mucho, el cultivo más abarcado en el país.

**Cuadro 53** Producción, superficie cosechada y rendimiento de maíz y frijol en Guatemala desde 2005 - 2015.

Año agrícola	Producción (t)			Superficie cosechada (ha)			Rendimiento (t/ha)	
	Maíz	Frijol	Total	Maíz	Frijol	Total	Maíz	Frijol
2005-2006	1,375,993	184,487	1,560,480	589,960	218,750	808,710	2.33	0.84
2006-2007	1,489,612	188,176	1,677,788	578,161	220,500	798,661	2.58	0.85
2007-2008	1,598,440	194,202	1,792,642	689,500	224,000	913,500	2.32	0.87
2008-2009	1,721,608	199,637	1,921,245	855,750	229,206	1,084,956	2.01	0.87
2009-2010	1,625,809	198,114	1,823,923	821,059	235,146	1,056,205	1.98	0.84
2010-2011	1,638,248	209,143	1,847,391	821,268	235,325	1,056,593	1.99	0.89
2011-2012	1,675,233	213,379	1,888,612	838,490	237,033	1,075,523	2.00	0.90
2012-2013	1,721,651	219,788	1,941,439	846,897	241,366	1,088,263	2.04	0.91
2013-2014	1,795,160	227,984	2,023,144	861,823	246,327	1,108,150	2.08	0.93
2014-2015	1,814,763	235,029	2,049,792	868,266	250,380	1,118,646	2.09	0.94

Fuente: elaboración propia con datos del MAGA (2016).

**La producción** es el resultado de la actividad agrícola, del fruto que se produce. Por ejemplo, la producción de maíz en el año agrícola 2014-2015 fue de 1,814,763 toneladas a nivel del país, lo cual no hace referencia a la superficie en la cual se obtuvo esa producción.

**El rendimiento** es la producción obtenida por unidad de superficie. Por ejemplo, en el año agrícola 2014-2015, el rendimiento de maíz fue de 2.09 t/ha, lo cual significa que de una hectárea cultivada con maíz se obtuvo una producción de 2.09 toneladas.

La producción de maíz y frijol se da en todos los departamentos, pero se encuentra distribuida así: Petén (18%), Alta Verapaz (10%), Quiché (8%), Jutiapa (7%), Huehuetenango (6%), San Marcos (5%), Retalhuleu (5%), Santa Rosa (5%), Chimaltenango (4%), Escuintla (4%), Quetzaltenango (4%), y los demás departamentos de la República suman el (24%) restante. En cuanto a la superficie, el 62.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Petén (18.4%), Alta Verapaz (13.1%), Quiché (8.1%), Huehuetenango (7.5%), Jutiapa (6.6%), San Marcos (4.7%), e Izabal (4%) (MAGA, 2016).

En Guatemala, la producción de granos básicos se da en dos estaciones agrícolas principales:

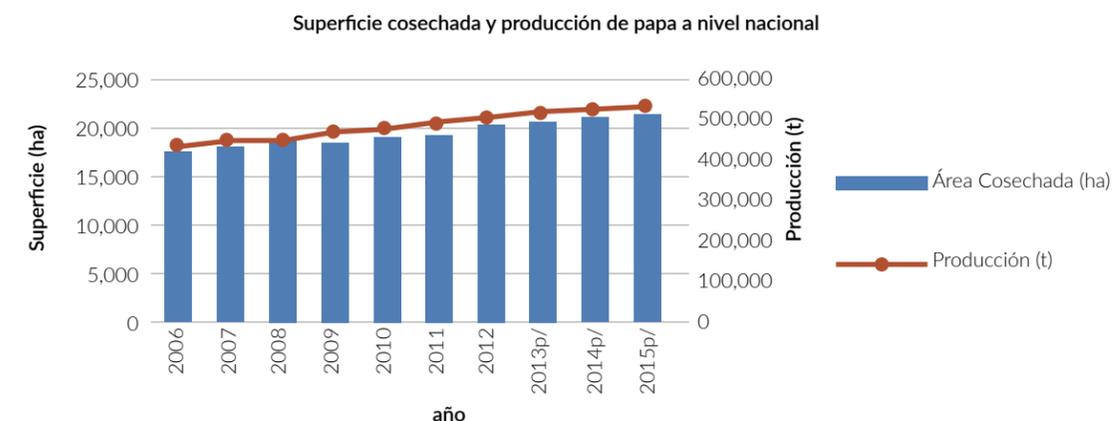
- La estación agrícola "de primera", que empieza en abril-mayo y se cosecha en agosto-septiembre, y
- La campana agrícola "de postrera", que inicia en agosto-septiembre y se cosecha a partir de noviembre.

Esta producción es generada por cuatro topologías de agricultores cuya productividad depende de la extensión, ubicación y calidad de la tierra que cultivan:

- Agricultores de infrasubsistencia: son los que cubren las necesidades familiares de alimento (sobre todo maíz y frijol) trabajando sus pequeñas parcelas de tierra. Complementan lo que producen con la compra en el mercado gracias a los ingresos generados por su fuerza de trabajo.
- Agricultores de subsistencia: logran abastecer las necesidades de alimento familiar (maíz, frijol y sorgo) cultivando sus pequeñas parcelas de terreno.
- Agricultores excedentarios: producen cantidades suficientes para los requerimientos familiares y destinan al mercado los excedentes.
- Agricultores comerciales: destinan la producción de sus parcelas para la comercialización.

Fuente: FAO/PMA (2010).

La papa constituye el principal tubérculo producido en el país. Según el MAGA, 2016, en el año 2014 se cosecharon 525,178 t de 21,034 ha, con un rendimiento de 24.94 t/ha. Tanto la superficie como la producción ha ido aumentando desde el año 2006 (Figura 88) y los rendimientos se han mantenido fluctuando en el rango de 24.30 y 25.52 t/ha.

**Figura 88** Superficie cosechada y producción de papa a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia con datos del MAGA (2016).

## Ciudades Sostenibles

### Estado de la calidad del aire en la ciudad de Guatemala

Según el informe sobre la calidad del aire<sup>178</sup>, es a partir del año 1,970 cuando, en respuesta al marco del proyecto RED PANAIRE, se presenta un registro de información relativa a la calidad del aire en la ciudad de Guatemala; sin embargo, es hasta el año 1,995 cuando, a través del laboratorio de monitoreo del aire de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dicha información es recopilada de forma sistemática.

La importancia en el monitoreo de las partículas en suspensión radica en el efecto dañino que tiene sobre la salud humana. En el caso de aquellas partículas suspendidas en la fracción menor a 2.5 micrómetros, las cuales poseen un ancho 20 veces menor a un cabello, la importancia de su monitoreo es debida a que éstas pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio, pero también son capaces de generar problemas cardíacos, siendo los niños y ancianos los más afectados<sup>179</sup>, además este tipo de material es también un vehículo para otros contaminantes tóxicos, los cuales pueden ser inhalados hacia los pulmones y luego ser absorbido por la sangre y tejidos<sup>180</sup>.

Por otra parte, la OMS establece que la exposición al dióxido de nitrógeno puede provocar irritación del sistema respiratorio, ocular e incluso pueden causar enfermedades cerebrovasculares, mientras que la exposición al dióxido de azufre causa debilitamiento de las defensas pulmonares y en altas concentraciones pueden llegar a provocar la muerte<sup>181</sup>.

178- USAC-MARN (2013).

179- García (2015).

180- State and Territorial Air Pollution Program Administrator, citado por García (2015).

181- Laboratorio de Monitoreo de la Calidad del Aire de Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

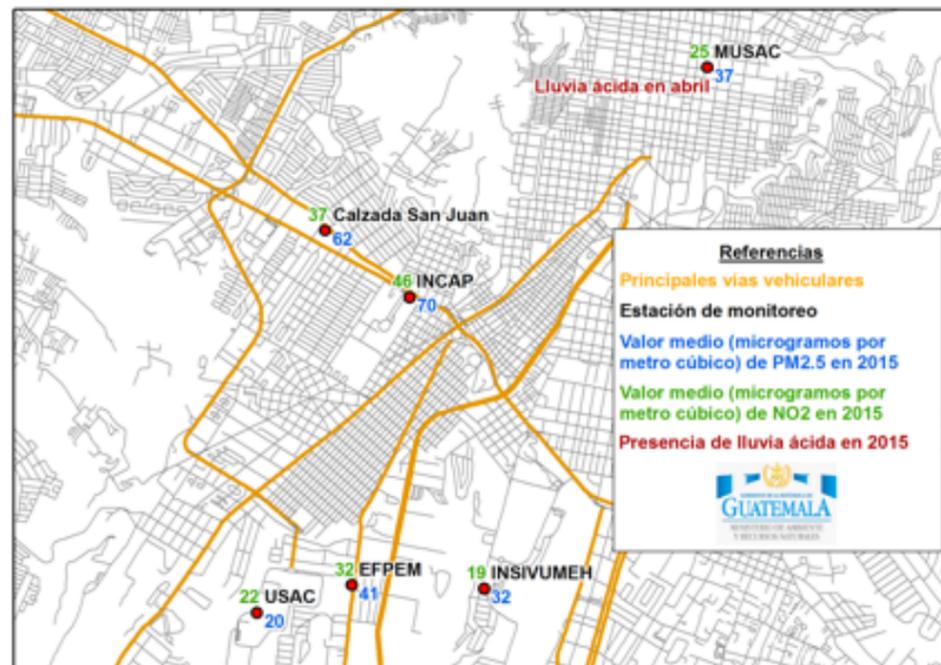
Actualmente, la evaluación de la calidad del aire se realiza a través de 6 estaciones de monitoreo, las cuales se encuentran ubicadas en diversos puntos de la capital guatemalteca. Dichas estaciones recaban datos de partículas totales en suspensión, partículas menores de 5 y 10 micras de diámetro, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y presencia de lluvia ácida. Las estaciones que se encargan del monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Guatemala, así como la ubicación, altitud y parámetros medidos se muestran en el Cuadro 54. Gráficamente se puede observar su ubicación en la Figura 89.

**Cuadro 54** Estaciones de monitoreo de la calidad del aire

Nombre de la estación	Ubicación	Coordenadas	Altitud msnm	Parámetros medidos
Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP-	Calzada Roosevelt	N 14°36.968' W 90°32.393'	1527	PM2.5, NO <sub>2</sub> y sedimentación ácida
Centro Histórico de la Ciudad	Museo de la Universidad de San Carlos	N 14°38.326' W 90°30.657'	1508	PM2.5, NO <sub>2</sub> y sedimentación ácida
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media -EFPEM-	Avenida Petapa	N 14°35.264' W 90°32.731'	1504	PM2.5 y NO <sub>2</sub>
Calzada San Juan CSJ	Calzada San Juan	N 14°37.362' W 90°32.885'	1540	PM2.5 y NO <sub>2</sub>
Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-	Zona 13	N 14°35.243' W 90°31.959'	1516	PM2.5, NO <sub>2</sub> y sedimentación ácida
Universidad de San Carlos de Guatemala	Edificio T10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	N 14°35.101' W 90°33.284'	1522	PM2.5, NO <sub>2</sub> y sedimentación ácida

Fuente: USAC-MARN (2013).

**Figura 89** Principales vías vehiculares, estaciones de monitoreo, valores medios anuales de PM2.5, NO<sub>2</sub> y presencia de lluvia ácida en la ciudad de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con datos del Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

En el Cuadro 55 se puede observar el registro de partículas en suspensión menores a 2.5 μm/m<sup>3</sup> en las estaciones de monitoreo dispuestas en la ciudad de Guatemala por parte de la Universidad de San Carlos. En este cuadro se puede observar que la estación del INCAP, ubicada en la zona 11 capitalina, es la que presenta el mayor promedio anual de partículas con un valor de 70 μg/m<sup>3</sup>.

**Cuadro 55** Datos de partículas en suspensión menores a 2.5 μm/m<sup>3</sup> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.

# Estación	1	2	3	4	5	6	Promedio mensual
Lugar	USAC (zona 12)	INCAP (zona 11)	INSIVUMEH (zona 13)	MUSAC (zona 1)	EFPEM (zona 12)	Calzada San Juan (zona 7)	
Febrero	14	71	58	48	32	59	47
Marzo	18	57	15	23	56	52	37
Abril	41	64	38	50	64	82	57
Mayo	42	56	46	54	57	56	52
Junio	17	82	22	22	40	80	44
Julio	17	61	26	33	39	68	41
Agosto	18	37	10	29	32	64	32
Septiembre	18	65	71	17	25	71	45
Octubre	9	177	24	53	38	47	58
Noviembre	19		12		45		25
Diciembre	11	31			18	45	26
<b>Media anual</b>	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>62</b>	<b>44</b>
<b>Valor máximo</b>	<b>42</b>	<b>177</b>	<b>71</b>	<b>54</b>	<b>64</b>	<b>82</b>	<b>82</b>
<b>Guía OMS 24 horas</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Guía OMS anual</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

\*Valores en rojo superan la guía de la OMS.

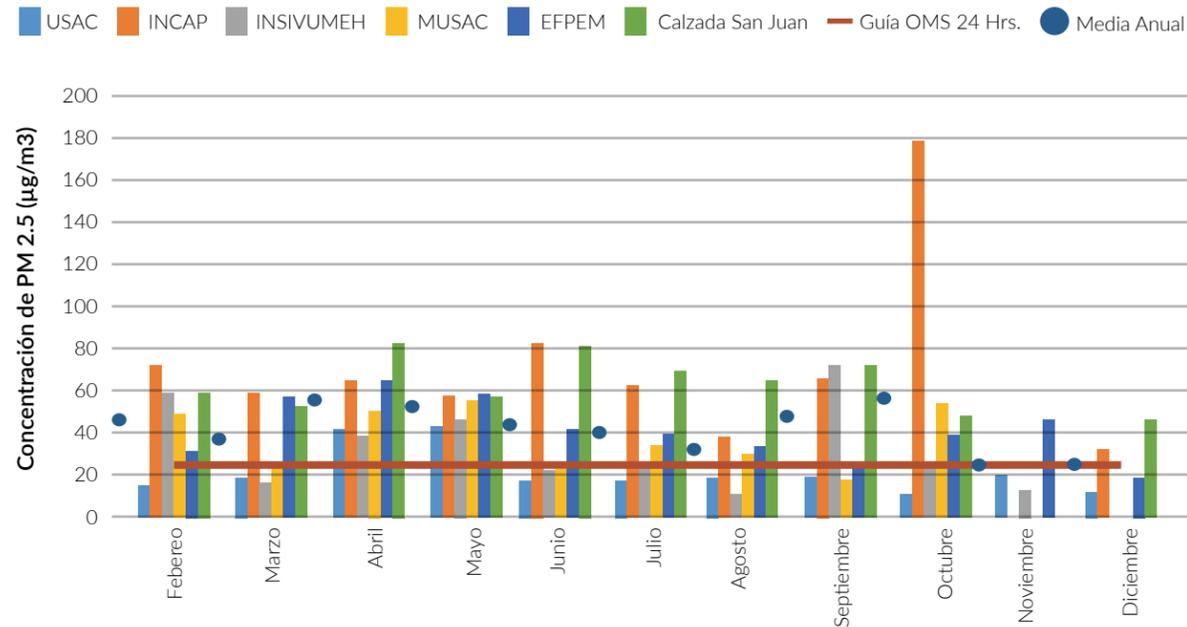
Fuente: elaboración propia con datos del Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

El segundo punto con mayor concentración de partículas en suspensión, con un valor de 62 μg/m<sup>3</sup>, corresponde a la estación ubicada en la calzada San Juan, área por la cual también se presenta una alta carga vehicular diaria por representar una de las principales vías de acceso a la ciudad capital para la población proveniente de la región noroccidente. Seguidamente, se encuentra la estación del EFPEM, con un valor de 41 μg/m<sup>3</sup>; la estación MUSAC, con un valor de 37 μg/m<sup>3</sup>; la estación INSIVUMEH, con un valor de 32 μg/m<sup>3</sup>, y finalmente la estación USAC, con un valor de 20 μg/m<sup>3</sup>.

Haciendo una comparación entre las estaciones que presentan valores por encima de 40 μg/m<sup>3</sup> y aquellas que presentan valores por debajo de dicho valor, es claro que aquellos puntos de monitoreo situados en las cercanías de las principales rutas de acceso y/o movilización a la capital, presentan una alta concentración de material particulado en suspensión, derivado principalmente de los procesos de funcionamiento en los motores de combustión interna. Las estaciones ubicadas en el INSIVUMEH y la USAC, por estar ubicadas en zonas que no constituyen vías de alta carga vehicular, presentan los valores más bajos de material particulado con respecto a los demás puntos de monitoreo de la ciudad capital.

Como puede observarse en la Figura 90, la OMS establece un valor crítico de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas, sin embargo, únicamente la estación ubicada en la USAC se encuentra por debajo de dicho valor, mientras que el resto de estaciones presentan valores superiores a lo largo del año, presentando valores máximos alarmantes de hasta 177  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación INCAP, lo cual evidencia el alto nivel de contaminación del aire en las zonas de monitoreo de la ciudad capital.

**Figura 90** Datos de partículas en suspensión menores a 2.5  $\mu\text{m}/\text{m}^3$  en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.



Fuente: elaboración propia con datos del Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

### Resultados del monitoreo de óxido nítrico

En el Cuadro 56 se presentan los datos de óxido nítrico obtenidos de las estaciones de monitoreo ubicadas en diferentes puntos de la ciudad capital. La estación ubicada en el INCAP presenta un valor medio anual de 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el cual se encuentra por encima de lo recomendado por la OMS (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Esta situación evidencia que las zonas aledañas al INCAP representan el punto de mayor contaminación en tema de calidad del aire, debido a que, como se mencionó anteriormente, los valores más altos de partículas en suspensión, que también están por encima de la recomendación hecha por la OMS, se encuentran en este punto de monitoreo.

**Cuadro 56** Datos de NO<sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.

# Estación	1	2	3	4	5	6	Promedio mensual
Lugar	USAC (zona 12)	INCAP (zona 11)	INSIVUMEH (zona 13)	MUSAC (zona 1)	EFPEM (zona 12)	Calzada San Juan (zona 7)	
Febrero	41	73	28	35	45	47	45
Marzo	25	61	31	36	49	49	42
Abril	27	57	23	31	38	46	37
Mayo	23	74	24	22	43	44	38
Junio	12	43	18	13	38	28	25
Julio	15	36	8	11	29	24	21
Agosto	16	62	18	41	32	78	41
Septiembre	16	47	12	29	19	35	26
Octubre	13	14	7	8	14	9	11
Noviembre	10	14			18	18	15
Diciembre	43	26			23	24	29
<b>Media anual</b>	<b>22</b>	<b>46</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>30</b>
<b>Valor máximo</b>	<b>43</b>	<b>74</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>49</b>	<b>78</b>	<b>53</b>
<b>Guía OMS 24 horas</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

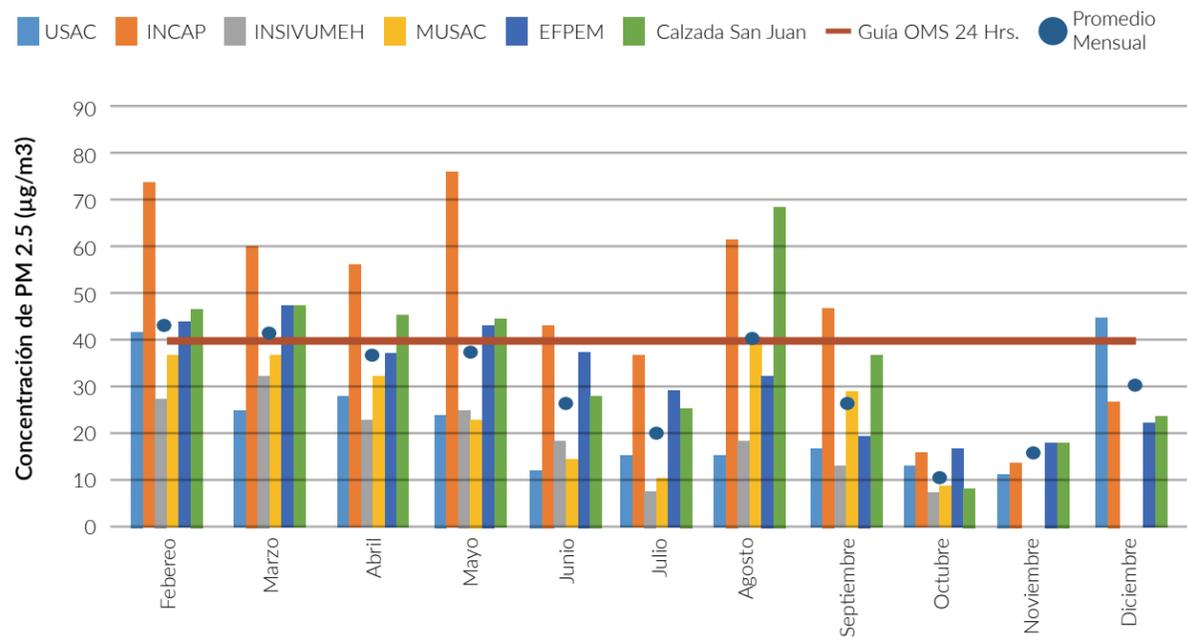
\*Valores en rojo superan la guía de la OMS.

Fuente: elaboración propia con datos del Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

El hecho que dicha estación presente el valor más alto de óxido nítrico tiene una estrecha relación con la fuerte afluencia vehicular que se presenta diariamente en ese sector, y debido a que los procesos de combustión representan el mayor aporte de estos gases a la atmósfera. Como lo describe el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del gobierno de España, no es una situación atípica que la calidad del aire, en términos de estos gases, sea deficiente y represente un alto riesgo para la salud de las personas que habitan en las cercanías o que desarrollan cualquier tipo de actividad en la zona.

Por otra parte, el resto de estaciones que monitorean el dióxido nítrico presentan valores que no exceden el límite crítico establecido por la OMS (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como se muestra en la Figura 91. Es importante resaltar que las estaciones ubicadas en la calzada San Juan y en el EFPEM, las cuales son zonas con un denso tránsito vehicular, presentan valores de óxido nítrico más altos, en comparación con aquellas estaciones ubicadas en el INSIVUMEH, MUSAC y USAC, en donde la carga vehicular es significativamente menos densa.

Figura 91 Datos de NO2 en las estaciones de monitoreo de la ciudad de Guatemala.

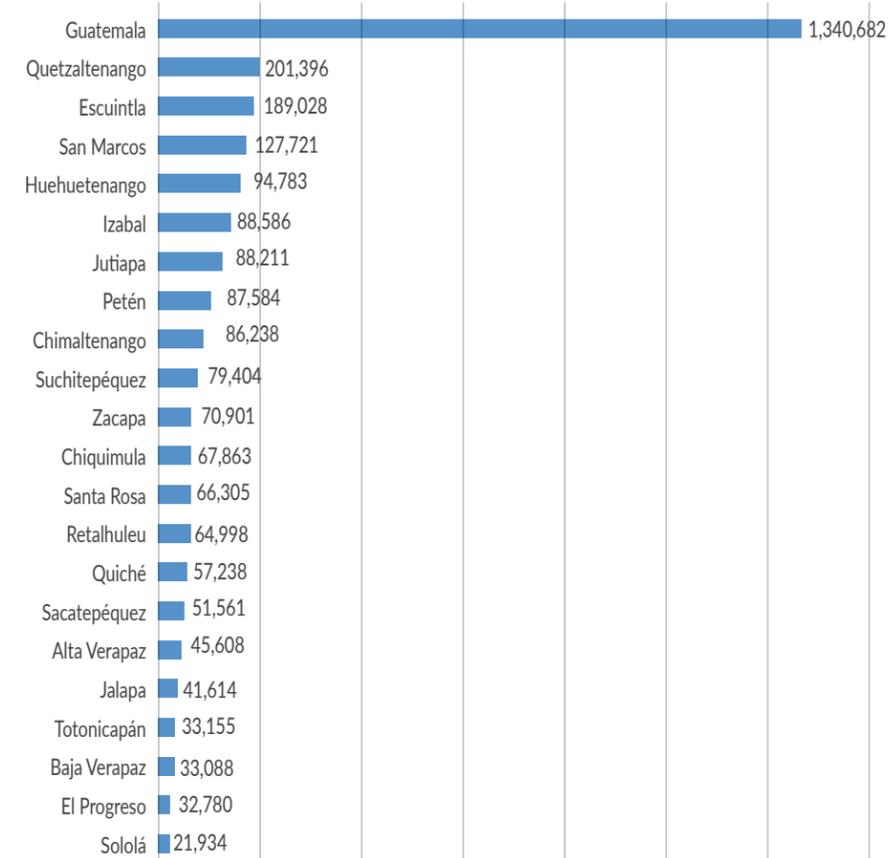


Fuente: Elaboración propia con datos del Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (2016).

### El parque vehicular nacional

Para el año 2015, el Sistema de Registro Fiscal de la SAT (2016) reportó un total de 2,970,678 vehículos a nivel nacional, siendo el departamento de Guatemala el que presenta el mayor aporte al parque vehicular, con más de 1 millón 300 mil unidades, tal como se presenta en la Figura 92, lo que representa el 45% del total nacional. Asimismo, el departamento de Guatemala presenta una densidad vehicular que se estima en 631 vehículos por cada kilómetro cuadrado y aproximadamente 1 vehículo por cada 3 personas (2.54 personas/vehículo). Estos datos, en conjunto con el diseño vial del departamento de Guatemala, explican en gran medida la situación caótica del tránsito vehicular, principalmente en la ciudad capital y los municipios aledaños.

Figura 92 Parque vehicular por departamento, año 2015.

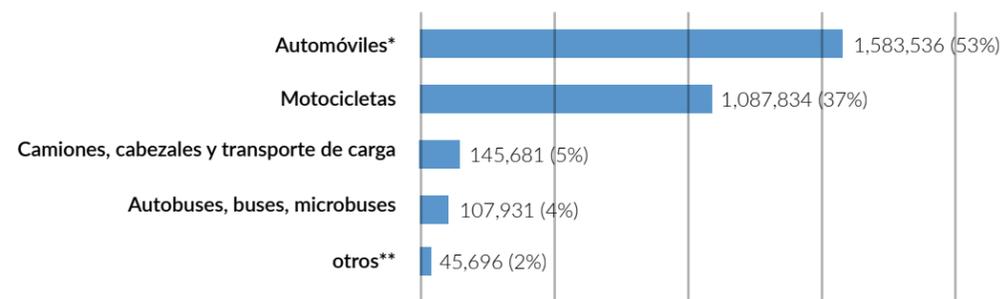


Fuente: Elaboración propia con datos de la SAT (2016).

Los datos reportados por el Sistema de Registro Fiscal de la SAT indican que la categoría de automóviles concentra el mayor número de automotores a nivel nacional, con más de 1 millón 500 mil unidades, lo que representa el 53% de parque vehicular guatemalteco (Figura 93). Con un valor que supera el millón de unidades, se presentan las motocicletas, las cuales concentran el 37% del total de vehículos motorizados contabilizados en el país. Ambas categorías, en conjunto, concentran el 87% de vehículos que componen el parque vehicular a nivel nacional para diciembre 2015.

La categoría donde se ubican los camiones, cabezales y transporte de carga; representan el 5% del total nacional; mientras que los autobuses, buses y microbuses, los cuales constituyen el principal medio de transporte colectivo, representan tan solo el 4%, con un poco más de las 100 mil unidades. Esto evidencia que la mayoría de automotores cumplen una función de transporte individualizado, mientras que la alternativa de movilización colectiva representa una minoría, ya que se estima que por cada vehículo de transporte colectivo, existen aproximadamente 18 vehículos de uso individualizado.

Figura 93 Parque vehicular por tipo de automotor a nivel nacional.



\* La categoría "automóviles" incluye automotores tipo sedán, coupé, jeep, camionetas, camionetillas tipo panel, pick-up y otros similares.

\*\* La categoría "Otros" incluye furgones, plataformas, remolques, carretas, carretones, tractores, minitractores y otros.

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAT (2016).

### La producción y manejo de residuos

Basado en el Perfil Ambiental 2006, la generación de desecho sólidos a nivel nacional ha sido establecida, tomando la serie de datos del 2001 al 2015, en un promedio de 6 mil a 7 mil toneladas diarias, las cuales provienen de un aporte de zonas urbanas que alcanza el 54%, mientras que la producción por parte de las zonas rurales es de 46%, siendo el departamento de Guatemala (47.36%), Quetzaltenango (6.43%) y Escuintla (4.80%) los departamentos que más desechos generan en el país.

Sin embargo, durante la presentación de la Política Nacional para la gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, el MARN estimó que para el año 2016 la generación de desechos sólidos superará las 8 mil toneladas diarias, de las cuales el 50% serán aportadas por el área metropolitana. Otro dato importante es el aporte diario de desechos sólidos que se depositan en los basureros de la ciudad capital, los cuales se estiman en 2,500 toneladas, esto sin tener en cuenta las descargas realizadas en los más de mil botaderos ilegales, ubicados principalmente en barrancos, sitios baldíos y calles (MARN, 2014), los cuales fueron estimados en más de 1 millón de toneladas al año según el Perfil Ambiental 2006.

En el cuadro 57, se observa la oferta física de residuos en el periodo 2006-2010, en donde la clasificación de vegetales y animales concentra la mayor cantidad de desechos generados con un valor cercano al 80% de éstos. Este comportamiento se mantiene a lo largo del periodo de tiempo ya mencionado

Cuadro 57 Oferta física de residuos, años 2006-2010 (Toneladas).

Oferta física de residuos	Toneladas				
	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010
Biológicos Infecciosos	822,500	842,300	847,800	833,800	818,600
Metálicos	1,588,100	1,489,000	1,545,700	1,585,400	1,582,600
No metálicos	29,900	31,900	31,100	30,200	31,100
Equipo desechado	10,800	11,400	11,100	10,800	11,200
Estiércol, gallinaza y cerdaza	786,000	808,800	804,900	799,800	835,700
Vegetales y animales	73,728,900	77,392,100	75,970,100	74,497,900	75,601,400
Minerales	13,790,700	17,442,700	15,914,500	13,233,100	12,243,400
<b>Totales</b>	<b>90,756,900</b>	<b>98,018,200</b>	<b>95,125,200</b>	<b>90,991,000</b>	<b>91,124,000</b>

Fuente: INE(2015a).

Es importante mencionar que los desechos no recolectados representan un factor de presión al ambiente. Dicho factor es la fuente de alimentación de los botaderos ilegales presentes a nivel nacional. La quema y entierro de los desechos son actividades ampliamente desarrolladas en la región rural<sup>182</sup>.

En el Cuadro 58 se observa que en Guatemala se han realizado esfuerzos por realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos, en el cuadro se toman en cuenta 16 departamentos específicos por el INE, en donde existe una tendencia a contaminar, dependiendo de su actividad cultural, comercial, económica y social.

En el caso del departamento del Quiché ocupa 49.20% de sus residuos en los alimentos, esto debido a su rol en la agricultura del país de hortalizas; en aspectos forestales, que involucra papel, madera, follaje, caucho y plástico, es bastante parecido a los porcentajes de departamentos como Petén, Retalhuleu, Huehuetenango y Sololá.

En Guatemala, el 34% de los municipios cuenta con una unidad de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos, el 21% tiene un reglamento municipal para el manejo de los desechos sólidos, y el 18% de los municipios sí lo aplica.

182- Décimo octava Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2009), citado por García (2015).

Cuadro 57 Composición de los residuos sólidos domiciliarios en algunos departamentos, año 2013

Departamento	Residuos de alimento	Papel y cartón	Madera y follaje	Caucho y plástico	Cuero	Vidrio	Textiles	Ripio
Guatemala	34.20%	18.60%	2.90%	17%	2%	2.80%	9.30%	13.20%
El Progreso	47.10%	16.40%	6.40%	16.40%	0.30%	2.80%	4.20%	6.40%
Sacatepéquez	51%	12.50%	6.30%	11%	3.90%	3.60%	5.50%	6.30%
Escuintla	26.30%	13.80%	22.30%	15.30%	1.80%	7.50%	7.30%	6%
Santa Rosa	48.30%	12%	4.30%	18.30%	2%	4.30%	5.70%	5%
Sololá	41.30%	13.30%	6.30%	23.30%	2.30%	4.70%	3.90%	4.80%
Retalhuleu	36.80%	20.30%	9.40%	11.70%	2.90%	5%	7.60%	6.30%
San Marcos	40.20%	14.30%	8.40%	18.40%	4.20%	4.50%	4%	5.90%
Huehuetenango	38.60%	17%	4.90%	26.40%	2.30%	4%	4.60%	2.30%
Quiché	49.20%	10.40%	5.30%	15.90%	3.20%	4.20%	5.80%	6.10%
Baja Verapaz	32.50%	17.50%	2.50%	20%	1%	12.50%	4%	10%
Alta Verapaz	41.90%	17.10%	8.20%	17%	4.20%	4.80%	4.70%	9%
Petén	23.30%	22%	15.50%	18.50%	2.50%	5.50%	5.30%	7.50%
Zacapa	49.70%	14.30%	6.70%	18.30%	0.70%	2%	1.70%	6.70%
Jalapa	31.50%	18.50%	5%	12.50%	6%	11%	9%	6.50%
Jutiapa	42.90%	12.50%	4.20%	11.80%	3.40%	3.40%	6.20%	15.50%

Fuente: INE (2015a).

El 17% de los municipios posee un catastro actualizado. El 25% cuenta con un plan o programa de desechos domésticos para su manejo de recolección, y el 27% cuenta con un plan o programa de desechos domésticos para su manejo en el transporte, mientras un 12% cuenta con un plan o programa de desechos domésticos para su manejo en el tratamiento.

Los datos anteriormente descritos denotan que la estrategia más empleada para el manejo de los desechos sólidos y otros residuos, a nivel nacional, lo constituyen los botaderos a cielo abierto, los cuales representan alrededor del 66%. Cerca del 30% de los municipios cuenta con vertederos controlados, los cuales son autorizados por las municipalidades; pese a esto, dichos vertederos no cuentan con estrategias para evitar la contaminación por los desechos depositados. Aquellos vertederos en los cuales se toma en cuenta la localización, así como las dimensiones son denominados "vertederos controlados".

La Dirección de Coordinación Nacional del MARN, a través de la estadística de vertederos a nivel nacional, informa que para el año 2017, según se aprecia en el cuadro 59, existen 2,203 basureros en el territorio guatemalteco, de los cuales 269 son municipales y los restantes 1,934 corresponden a basureros a cielo abierto. Asimismo, se indica que existen 2,156 basureros que no cuentan con estudio de impacto ambiental, dejando únicamente 42 basureros que sí cuenta con este instrumento. Esto evidencia la escasez de infraestructura, en gran parte de los vertederos nacionales, convirtiendo a estos únicamente en lugares de deposición final, en los cuales no existe el manejo adecuado a los desechos que llegan diariamente.

Cuadro 59 Cantidad de basureros a nivel nacional.

No.	Departamento	Cantidad de Basureros a Cielo Abierto	Municipales	Con Instrumento	Sin Instrumento	Total
1	Alta Verapaz	15	17	2	32	32
2	Baja Verapaz	26	7	2	33	33
3	Chimaltenango	134	16	0	134	150
4	Chiquimula	183	10	2	191	193
5	El Progreso	76	7	0	83	166
6	Escuintla	102	14	2	114	116
7	Guatemala	0	0	0	0	0
8	Huehuetenango	128	33	5	161	161
9	Izabal	69	5	1	73	74
10	Jalapa	74	7	2	81	81
11	Jutiapa	51	17	6	62	68
12	Petén	225	14	0	239	239
13	Quetzaltenango	76	20	2	94	96
14	Quiché	150	21	0	171	171
15	Retalhuleu	49	6	1	54	55
16	Sacatepéquez	51	4	0	55	55
17	San Marcos	41	23	7	57	64
18	Santa Rosa	111	7	1	117	118
19	Sololá	20	12	7	25	32
20	Suchitepéquez	65	11	2	74	76
21	Totonicapán	38	8	0	46	46
22	Zacapa	250	10	0	260	260
		<b>1934</b>	<b>269</b>	<b>BASUREROS A NIVEL NACIONAL = 2203</b>		

Fuente: MARN, Dirección de Coordinación (2017).

A nivel de los municipios del departamento de Guatemala (Cuadro 60), es San Pedro Ayampuc el que cuenta con la mayor cantidad de vertederos con 45 de éstos, los cuales son todos a cielo abierto y ninguno cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental. Para el caso de San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva, estos municipios cuenta con alrededor de 20 vertederos de desechos cada uno, y al igual que en el caso del municipio de San Pedro Ayampuc, todos los vertederos son a cielo abierto y ninguno cuenta con Estudio de Impacto Ambiental. La situación del municipio de Guatemala es similar a las descritas, ya que cuenta con 17 vertederos a cielo abierto y ninguno con estudio de impacto ambiental (MARN, Dirección de Coordinación 2017).

Cuadro 60 Distribución de los basureros en el departamento de Guatemala.

No.	Departamento	Cantidad De Basureros a Cielo Abierto	Municipales	Con Instrumento	Sin Instrumento	Total
1	Amatitlán	7	0	0	7	7
2	Chinautla	5	0	0	5	5
3	Churranchito					0
4	Fraijanes	1	1	0	1	1
5	Guatemala Centro	17	0	0	17	17
6	Mixco	6	0	0	6	6
7	Palencia					0
8	San José del Golfo					0
9	San José Pinula					0
10	San Juan Sacatepéquez					0
11	San Miguel Petapa	20	0	0	20	20
12	San Pedro Ayampuc	45	0	0	45	45
13	San Pedro Sacatepéquez					0
14	San Raymundo					0
15	Santa Catarina Pinula					0
16	Villa Canales	22	0	0	22	22
17	Villa Nueva	21	0	0	21	21
		<b>1934</b>	<b>269</b>	<b>BASUREROS A NIVEL NACIONAL = 2203</b>		

Fuente: MARN, Dirección de Coordinación (2,017).

## Bibliografía

Aguilar M., Aguilar J., Aguilar J.M. (2010). Ecosistema de Guatemala un enfoque por zonas de vida. Guatemala: Don Bosco. 178 p.

AMPI. (2016). Informe Calidad de Agua Cuenca Lago Petén. San José Petén, Guatemala: Autoridad para el Manejo y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del lago Petén Itzá-MARN.

AMSA. (2015). Calidad de Agua de la Cuenca y Lago de Amatitlán. Amatitlán, Guatemala: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

AMSCLAE. (2015a). Informe de muestreo de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del lago Atitlán 2012-2015. Sololá, Guatemala: AMSCLAE.

AMSCLAE. (2015b). Informe de inspecciones oculares de puntos de contaminación. Sololá, Guatemala: AMSCLAE.

AMSCLAE. (2015c). Informe "monitoreo limnológico 2015". Sololá, Guatemala: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno.

Badii, M.H., Guillen, A., Pérez, G. Aguilar, J. 2015. Species extinction and its implication. International journal of goodconscience. 10(1): 157-171.

Baéz P.C., 2009. Destrucción y contaminación de ecosistema manglar por parte de personas que lo utilizan para el cultivo de camarón y producción de sal. Guatemala: USAC. 106 p.

Banco Mundial. (12 diciembre 2016). *lacequitylac:pobreza. Entendiendo la pobreza.* Rescatado de [www.bancomundial.org/es/topic/poverty/lac-lab1/poverty](http://www.bancomundial.org/es/topic/poverty/lac-lab1/poverty)

BIOFIN. (2016). Revisión del Gasto Público del Gobierno Central para la Biodiversidad en Guatemala. Guatemala: Oscar Estuardo VillagranGarcia.

Boege, E. (Octubre-Marzo de 2008-2009). Centros de Origen, Pueblos Indígenas y Diversificación del Maíz. Ciencia(92-93).

Centeno, E. A. (2013). Los Programas de incentivos del INAB y otros mecanismos financieros para el sector forestal. Turrialba, Costa Rica: Ronnie de Camino Velozo.

CONAP. (1999). Estrategia nacional para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y plan de acción Guatemala. Guatemala: CONAP. 143 p.

CONAP. (2006). Guatemala, un país megadiverso. Guatemala: CONAP. 22p.

CONAP. (2008). Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico (Vol. I). (O. T. Biodiversidad, Ed.). Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

CONAP. (2009). Lista de especies amenazadas de Guatemala - LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres CITES de Guatemala. Guatemala: CONAP.

CONAP (2011). El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas: Base fundamental para el bienestar de la sociedad guatemalteca. Guatemala: CONAP/ZOOTROPIC, 360 pp. Documento Técnico No. 95 (01-2011).

CONAP. (10 de noviembre de 2016a). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Recuperado de [www.conap.gob.gt](http://www.conap.gob.gt)

CONAP. (10 de noviembre de 2016b). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Recuperado de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar) en el SIGAP: <http://www.conap.gob.gt>

DIPESCA. (2012). Boletín Estadístico. Guatemala: DIPESCA.

FAO. (2010). America Central, actualización de las sequias. Roma, Italia: FAO.

FAO. (2012a). Estado de las áreas marinas y costeras protegidas en América Latina. Elaborado por Aylem Hernández Ávila. REDPARQUES Cuba. Santiago de Chile, 620 pp.

FAO. (2012b). El estado Mundial de la Pesca y Acuicultura 2012. Roma, Italia: FAO.

FAO. (2014). Manejo de las Áreas Marino Costeras Protegidas para garantizar medios de vida sustentables y seguridad alimentaria. Elaborado por A. Rocío Motrán Ferrándiz y Vanessa Dávila. REDPARQUES Santiago de Chile.

FAO. (2015). Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4737s.pdf>

FAO/PMA. (2010). Misión FAO/PMA de evaluación de cosecha y seguridad alimentaria en Guatemala. Guatemala: FAO.

FCPF. (2016). Informe de medio término. Guatemala: Forest Carbon Partnership Facility.

García Del Pozo, EA. (2015). Determinación de partículas en suspensión en su fracción menor a 2.5 micrómetros (PM2.5) como contaminante criterio en la ciudad capital de Guatemala. Guatemala: USAC.

GIMBOT. (2014). Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010: para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Guatemala: GIMBOT. 15 p.

Guatemala, I. i. (2013). Industria Forestal. Guatemala: Invest in Guatemala.

Gutiérrez, H. (2013) Situación y Retos Globales de la Biodiversidad. Perspectiva de Naciones Unidas. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 10, 13-25.

GWP Centroamérica. (2011). Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica, Hacia una gestión integrada. Honduras.

GWP Centroamérica. (2015). Situación de los Recursos Hídricos en centroamérica, Guatemala. Honduras.

IARNA-URL. (2012). Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Guatemala: Autor.

INAB. (2000). Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala: INAB.

INAB. (2013a). Informe de labores 2013. Guatemala: INAB.

INAB. (2013b). Agenda institucional de cambio climático 2013 - 2016. Guatemala: INAB.

INAB. (2015a). Informe de labores. Guatemala: INAB.

INAB. (2015b). Probosque. Guatemala: INAB.

INAB y FAO. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina documento de trabajo: Informe Nacional de Guatemala. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/007/j3029s/j3029s07.htm>

INAB, CONAP, UVG, URL. (2012). Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de la cobertura forestal 2006-2010. Guatemala: INAB, CONAP, UVG, URL.

INE. (2015a). Compendio Estadístico Ambiental 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE. (2015b). Hoja de balance de alimentos 2014. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-.

INE (2016). Encuesta nacional agropecuaria: superficie cultivada y producción 2015. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-. 37 p.

Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. (2016).

Informe anual de la calidad del aire 2015 ciudad de Guatemala. Guatemala: USAC.

MAGA. (2001). Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -memoria técnica-. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 109 p.

MAGA. (2005). Atlas temático de la República de Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 62 p.

MAGA. (2011). Potencial de Aguas Subterráneas a Escala de Reconocimiento. Guatemala: MAGA.

MAGA. (29 de Noviembre de 2015). Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2010. Recuperado de <http://web.maga.gob.gt/download/Mapa-Nacional.jpg>

MAGA (2016). El agro en cifras 2015. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-. 66 p.

Mapa de índice de pobreza del Agua en escala mundial.(s.f.).Índice de pobreza hídrica. Recuperado de [http://aquabook.agua.gob.ar/1026\\_o](http://aquabook.agua.gob.ar/1026_o)

MARN (2009). Política para el manejo integral de las zonas marino costeras de Guatemala. MARN y CATHALAC. (2013). Informe técnico: Estudio de la cobertura de mangle en la República de Guatemala. Guatemala: MARN. 54 p.

MARN. (2012). Contribución prevista y determinada a nivel nacional. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.

Pérez, G., Gándara, G., Rosito, J., Maas, R., Gálvez, J. (Enero - Junio, 2016). Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge. Eutopía 1(1).

PNUMA. (1,992). Río de Janeiro.

Robledo Hernández, J. A. (2014). Calidad del agua y de la subcuenca del lago Izabal y del río Dulce, Guatemala. Guatemala: Universidad Nacional de Costa Rica.

SAT. (15 diciembre 2016). Parque vehicular 2015. Recuperado de [http://portal.sat.gob.gt/sitio/index.php/descargas/cat\\_view/46-otros-documentos/133-estadisticas-tributarias/205-informacion-para-analisis-estadistico.html](http://portal.sat.gob.gt/sitio/index.php/descargas/cat_view/46-otros-documentos/133-estadisticas-tributarias/205-informacion-para-analisis-estadistico.html)

Tellería, J.L. (2,013) Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural (10), 13-25.

Torres Escobar, E. (Noviembre, 2008). Pobreza campesina y acceso a la tierra: una aproximación. El observador 3(15). 3-14.

Torres Escobar, E. (Agosto - Noviembre, 2010). La necesidad de tierra en familias campesinas pobres: una aproximación. El observador 5(26-27), 55-72.

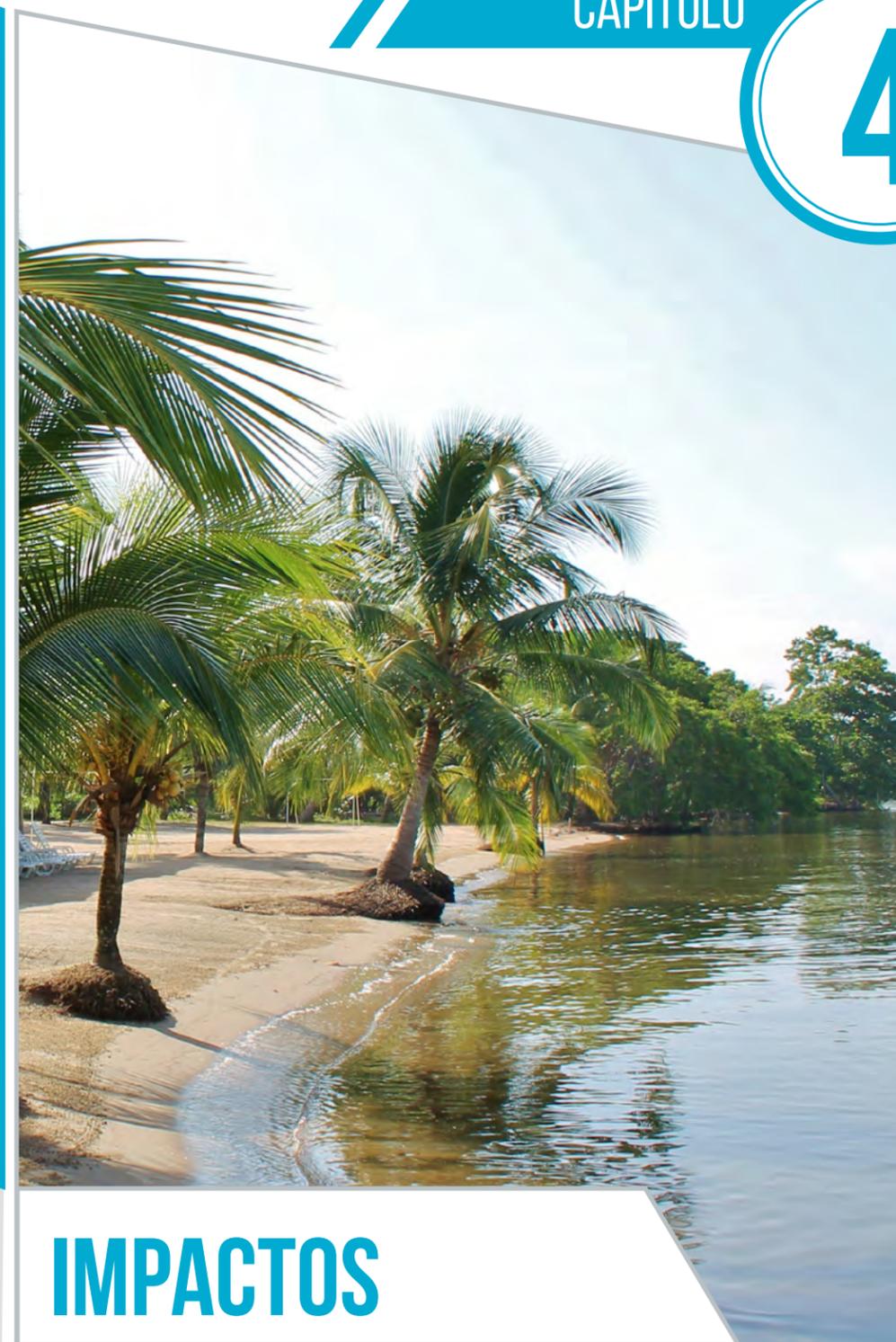
USAC-MARN. (2,013). Primer informe indicativo de medición de la calidad del aire ambiente en las cabeceras departamentales de la República de Guatemala año 2013. Guatemala: USAC-MARN.

Vásquez, D. (2014). Manual de buenas prácticas de manufactura para embarcaciones camaroneras en el litoral Pacífico, de Guatemala. Guatemala: Escuela de estudios de postgrado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Véliz, M. et al. (2,007). Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta (Coníferas). Universidad de San Carlos de Guatemala, Herbario BIGU, Escuela de Biología, Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia. Guatemala: Dirección General de Investigación USAC.

CAPÍTULO

4



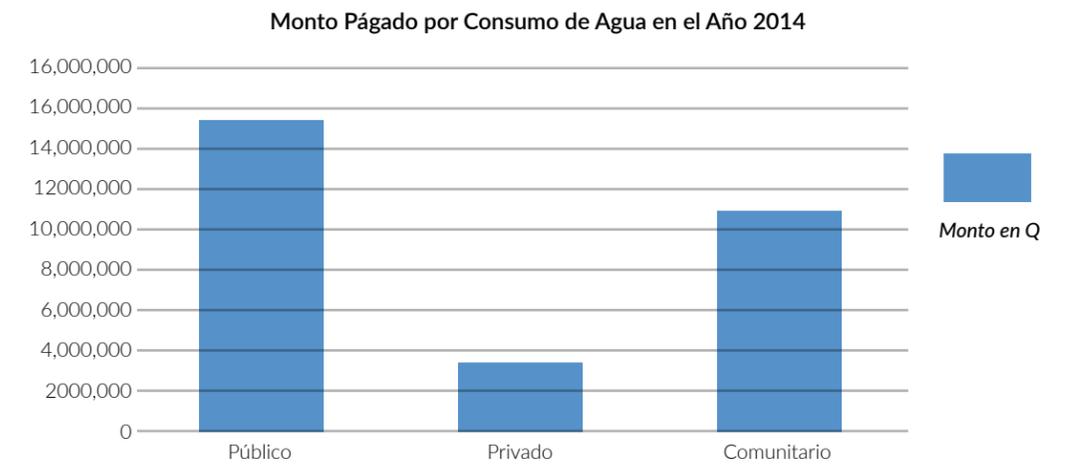
**IMPACTOS**

## Sistema Hídrico

### Acceso al agua potable

Según un reportaje del periódico La Hora, “en 2016, 3 millones 774 mil habitantes no tiene acceso a fuentes de agua, a pesar de tener acceso al servicio de agua domiciliar, el vital líquido solo está disponible por un periodo de dos horas ciertos días a la semana, buscando suplir la necesidad de agua a partir de otras fuentes. Hablando de acceso al servicio de agua domiciliar, es de resaltar que el 73% de los hogares abordados manifestó tener agua todos los días, seguido de los que recibían agua de 11 a 15 días al mes y de 1 a 5 días al mes, respectivamente. (Instituto Nacional de Estadística, 2015). A nivel nacional, el 90.5% la población tiene acceso al servicio de agua, de este porcentaje el 52.57% paga al sector público correspondiente Q.13,773,628.00, seguido del servicio comunitario en Q.8,698,369.00 equivalentes al 34.23%. Siendo el servicio privado el que recibe menor aporte económico con Q.3,454,942.00 (para más detalles ver la Figura 94).

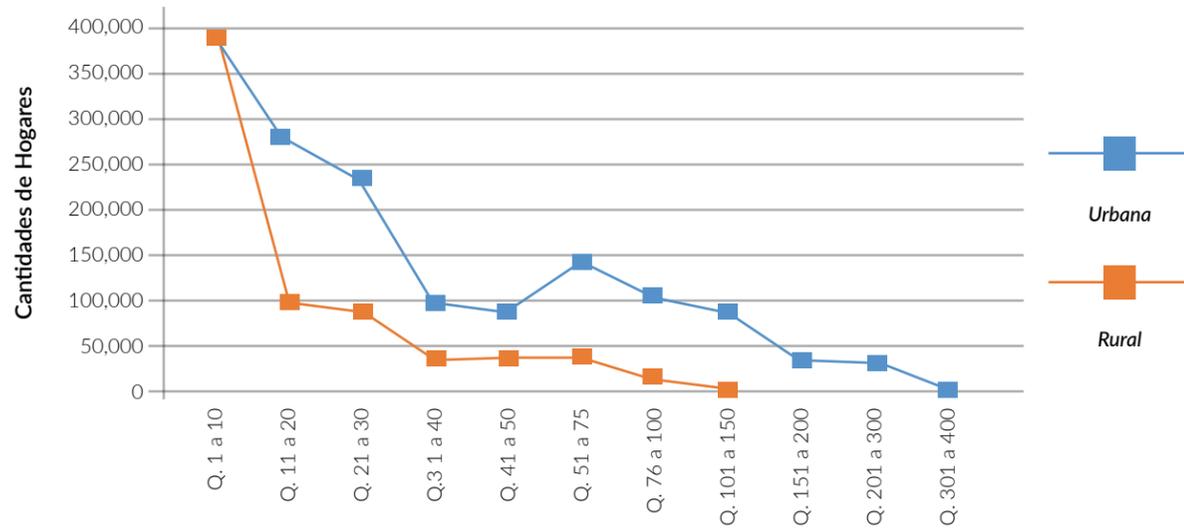
**Figura 94** Monto pagado por consumo de agua anual según tipo de administración en 2014



Fuente elaboración propia con datos de INE (2015)

Existe una proporción igualitaria entre el área urbana y el área rural en la cantidad de hogares que tienen una tarifa entre Q1 a Q10 mensuales por el servicio de agua. Sin embargo, es en el área urbana en donde se presentan las mayores tasas y mayor cantidad de hogares con acceso al servicio de agua, cerca de 374 mil hogares pagan entre Q1 a Q10 mensuales y cerca de 11 mil hogares pagan entre Q 301 a Q400. En contraste con el área rural donde las tarifas no exceden los Q150 mensuales por el servicio (Figura 95).

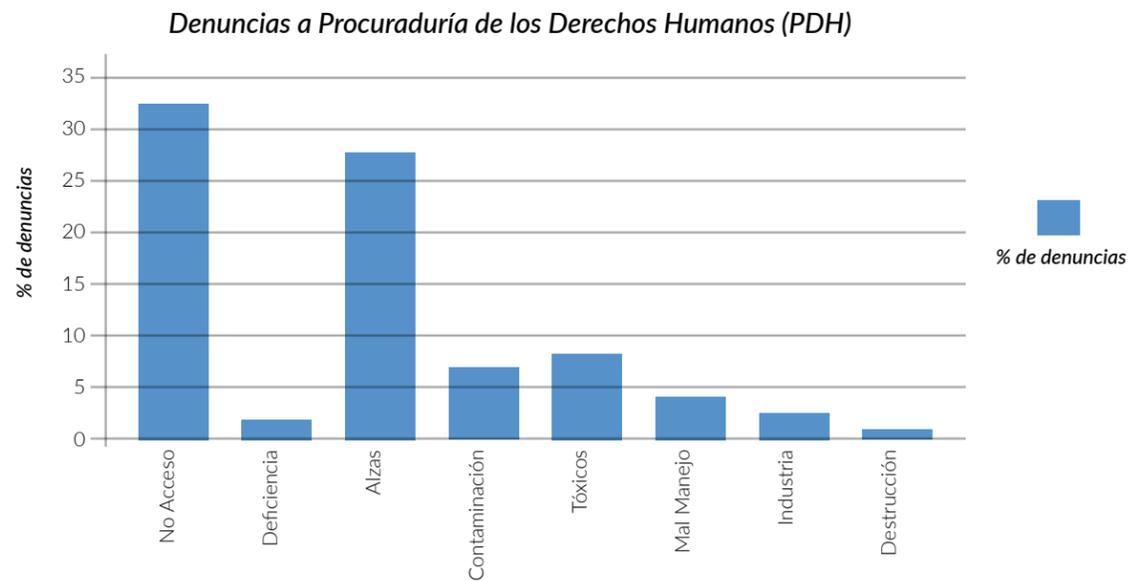
Figura 95 Cantidad de hogares por rango de pago mensual según área de residencia.



Fuente Elaboración propia con datos de INE (2015).

En cuanto al manejo de los recursos hídricos, la Procuraduría de los Derechos Humanos entre el 2010 al 2013 recibió 1,205 denuncias relacionadas con el tema de agua y saneamiento, descritas en la Figura 96, siendo las de mayor presencia las de "no acceso al servicio", seguida de las alzas de precios y tarifas. También se presentaron denuncias respecto a las aguas residuales o desechos sólidos, y su descarga a fuentes naturales, la cantidad de denuncias se incrementaron entre 2012 y 2013 de 286 a 317 denuncias.

Figura 96 Denuncias ante la Procuraduría de los Derechos Humanos respecto al agua y saneamiento.

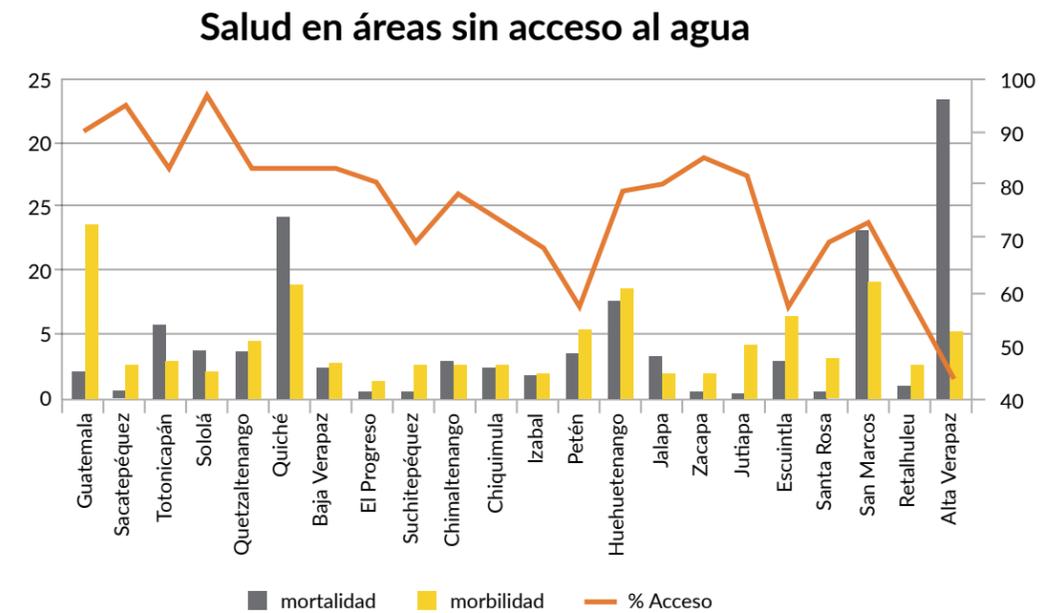


Fuente: Elaboración propia con datos de PDH (2014).

### Salud en las zonas sin acceso a agua

Al analizar la Figura 97, se puede observar en forma general que los departamentos con menor acceso al agua son los más susceptibles a enfermedades por calidad de agua, como la diarrea, como es el caso de Alta Verapaz, con un 44% de acceso al agua y un 23% de casos de mortalidad por diarrea, con la excepción del departamento de Guatemala, con un alto porcentaje de acceso y también un alto porcentaje de casos de morbilidad por diarrea; asimismo San Marcos, con un 70% de acceso al agua y uno de los más altos porcentajes de casos de mortalidad por diarrea.

Figura 97 Salud en áreas sin acceso a agua vrs. Mortalidad y morbilidad por diarrea.



Fuente Elaboración propia con datos de INE (2015).

### Calidad del agua

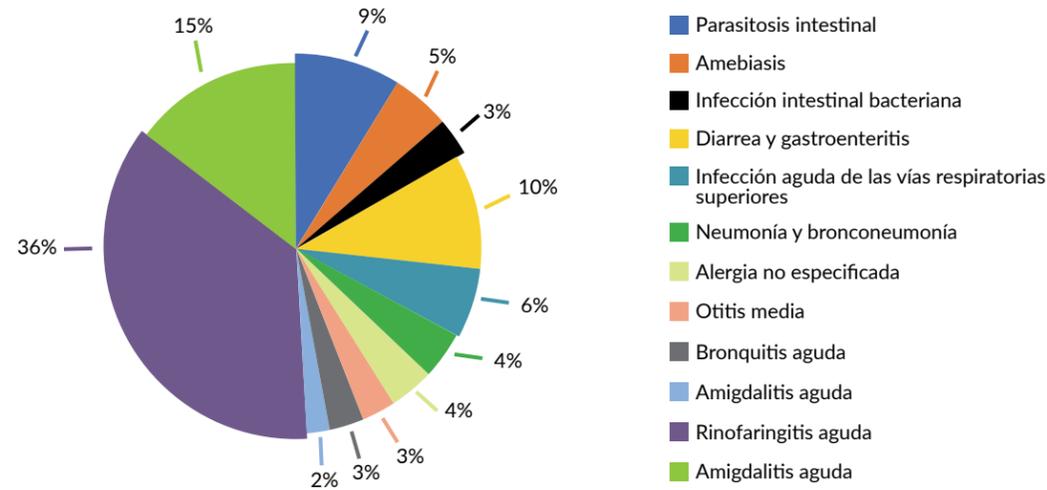
#### Enfermedades gastrointestinales

La contaminación del agua y el déficit en el saneamiento del agua para consumo humano están íntimamente relacionados con la transmisión de enfermedades gastrointestinales leves y severas, como el cólera, diarrea, disentería, y enfermedades por parasitismo. El acceso a agua sin calidad para consumo humano, debido al deficiente sistema sanitario de aguas residuales, ya expresado en el Capítulo 3 de "Estado del agua", exponen a la población guatemalteca tanto urbana como rural a riesgos de contagio de alguna enfermedad gastrointestinal. Esta contaminación, claro, no se debe únicamente a la descarga de aguas residuales, sino también a la incorporación de sedimentos y productos químicos generados por las actividades productivas industriales y agrícolas del país, variando en cada una de las zonas.

Como se aprecia en la Figura 98, de las principales causas de morbilidad en la población guatemalteca, un 27% son derivadas de la calidad del agua, expresadas como afecciones gastrointestinales, el 10% es por diarrea y gastroenteritis, 9% de parasitosis intestinal, 5% amebiasis y un 3% de infección intestinal bacteriana. El otro 73% ocurre por enfermedad de las vías respiratorias. (Instituto Nacional de Estadística, 2015)

Figura 98 Principales causas de morbilidad por calidad de agua en el 2015.

Causas de morbilidad en la República de Guatemala

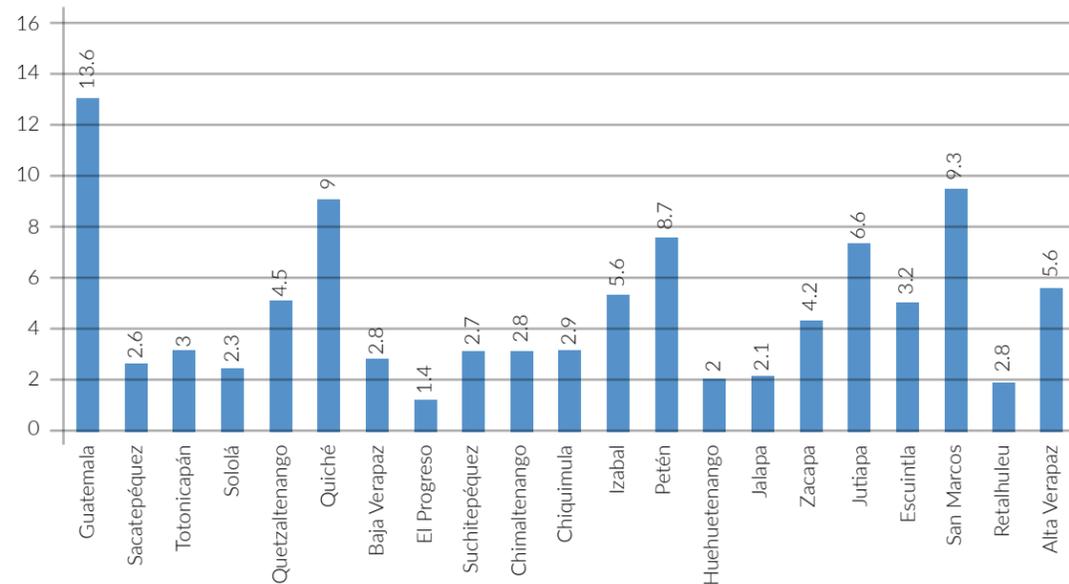


Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015).

En la Figura 99, se analizan los casos morbilidad por diarrea, en el departamento de Guatemala ocurre el 13.6% de los casos de diarrea, seguido de San Marcos, con 9.3%; Quiché, con 9%, y Huehuetenango, con 8.7% del total de casos a nivel nacional. El progreso tiene el porcentaje más bajo de 1.4% de los casos.

Figura 99 Casos de morbilidad por calidad de agua en el 2015.

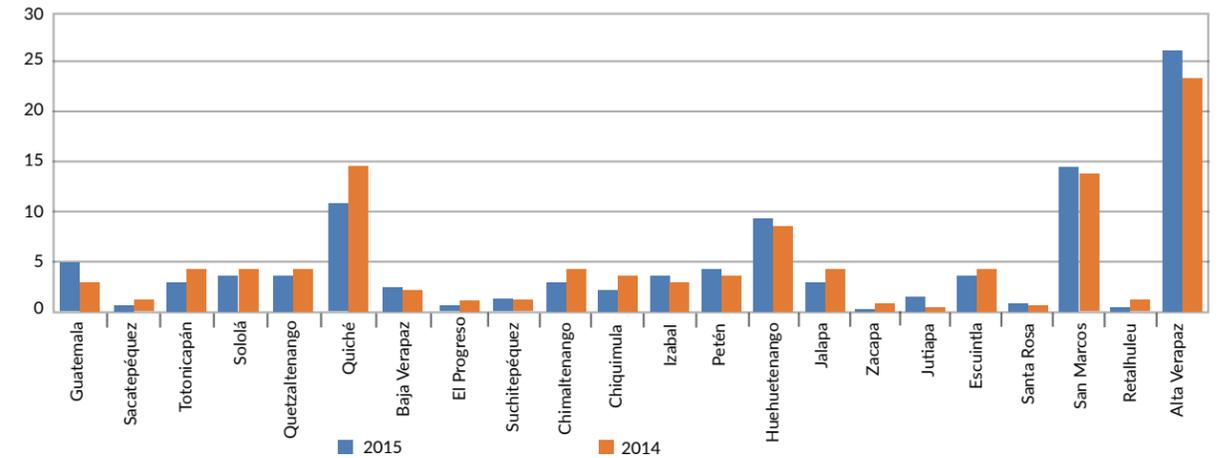
Casos de Morbilidad por diarrea en la República de Guatemala



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015).

Para tal caso, a pesar de ser el departamento de Guatemala el de mayor porcentaje de casos presentados en el 2015, no es el que representa mayor riesgo, pues es en Alta Verapaz donde la diarrea cobra el mayor porcentaje de víctimas mortales por esta afección, seguido de San Marcos, que representa el segundo puesto en morbilidad y mortalidad por diarrea; Quiché en tercer lugar, y Huehuetenango en cuarta posición. (INE, 2015) (Figura 100).

Figura 100 Causas de mortalidad por calidad de agua en el 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015).

Eutroficación cuerpos de agua

La eutroficación es la sobrecarga de nutrientes en los cuerpos de agua influyendo en la degradación del ecosistema acuático, perdiendo el equilibrio ambiental natural. Es caracterizado por el aumento en la producción de algas o productividad primaria y de la vegetación micro y macro, variación en la transparencia y nutrientes tales como nitrógeno y fósforo provenientes de los residuos de las actividades agroindustriales, agrícolas, pecuarias, domésticas, desechos biológicos, etc.

La carga de nutrientes que provocan el cambio de nivel trófico de los cuerpos de agua se debe principalmente al crecimiento demográfico desmedido en las áreas que tienen influencia directa e indirecta en estos y su sistema ambiental. (Moreno Franco & Quintero Manzano, 2010). Estos cambios de nivel trófico se han tratado de categorizar de forma cuantificable de forma que permita entender este fenómeno (Cuadro 61).

Cuadro 61 Categorización de niveles tróficos para cuerpos de agua.

Estado	Condiciones	Clorofila $\alpha$	Fosforo mg/L	Nitrógeno mg/L	Trans. m
Oligotrófico	Bajo nivel de productividad biológica, agua clara, algunas plantas acuáticas, pocos peces, no mucha flora y fauna, fondo arenoso.	$\leq 3$	<15	<400	4
Mesotrófico	Moderado nivel de productividad, claridad del agua y plantas acuáticas.	3 - 7	15-25	400-600	2.5-4
Eutrófico	Alto nivel de productividad, claridad de agua y buena cantidad de plantas acuáticas o poca claridad y pocas plantas, gran potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.	7-40	25-100	600-1500	25-0.9
Hipertrófico	Altísimos niveles de productividad, muy pobre claridad de agua y abundancia de plantas acuáticas y potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.	$\geq 40$	>100	>1500	<0.9

Fuente: Elaboración Propia con datos de Moreno Franco & Quintero Manzano (2010).

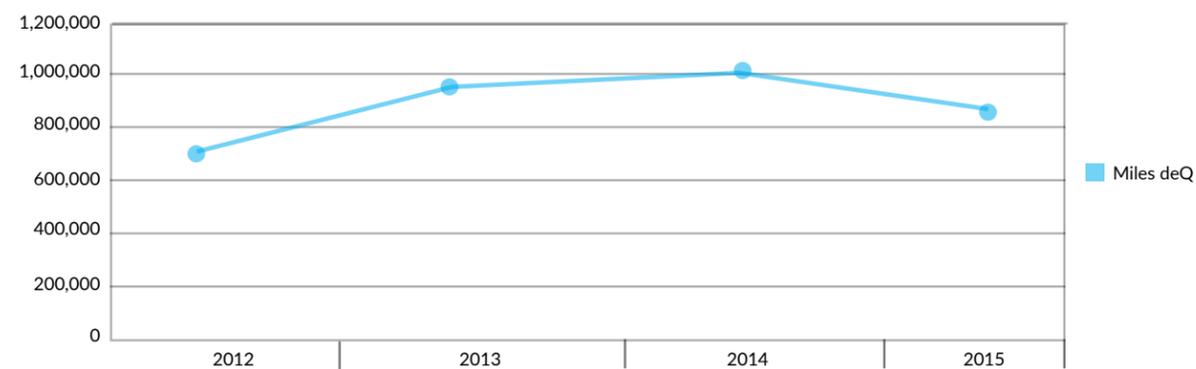
Las actuales normas aplicadas para el manejo de aguas, debido a los límites establecidos dentro de ellas, y la eficiencia de las plantas de tratamiento que funcionan en los afluentes, han controlado el avance del proceso de eutrofización de los cuerpos de agua. Pues ninguno de ellos excede los límites del nivel de categorización "Eutrófico".

### Costos de limpieza del agua para que se pueda usar aguas abajo

Según Tánchez (2008), EMPAGUA genera para 2.5 millones de personas que realizan actividades en la ciudad capital 93,866,098 m<sup>3</sup> de agua purificada al año, invirtiendo Q8 millones en la eliminación de turbiedad en el agua al año, y para la desinfección del agua Q1.4 millones, siendo un total de Q9.4 millones en la producción de agua purificada. Eso implica un costo de aproximadamente Q10 por m<sup>3</sup>.

En el 2015 existió un descenso de aproximadamente del 22% respecto al año anterior en el gasto público para el abastecimiento de agua. Es de resaltar que esta cifra corresponde al presupuesto asignado que año a año se ha ido reduciendo desde el 2010 hasta el 2015, y ha variado de 2.2% a 1.0% del presupuesto total. (Instituto Nacional de Estadística, 2015), esto repercute tanto en el mantenimiento de las redes de distribución, como de las plantas de tratamiento (Figura 101).

Figura 101 Gasto gubernamental municipal en agua y saneamiento.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015).

## Sistema Biótico

El informe final de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio evidenció que únicamente se han identificado 1.8 millones de especies de aproximadamente más de 100 millones, las cuales se están extinguiendo a un ritmo de 150 a 200 especies cada 24 horas y a pesar de que la extinción es un proceso natural, este episodio es el más intenso que el mundo ha experimentado en los últimos 65 millones de años.

Es importante remarcar la contribución de los ecosistemas al bienestar humano al proporcionar bienes y servicios fundamentales para el desarrollo de las sociedades, de manera que la degradación de los mismos tiene impactos directos y negativos en la humanidad.

Según la UNEP, la pérdida de biodiversidad ejerce efectos negativos en varios aspectos como:

- Seguridad alimentaria:** la biodiversidad brinda capacidad de adaptación a perturbaciones externas tanto económicas como ecológicas.
- Vulnerabilidad:** tras la pérdida de manglares y arrecifes de coral las comunidades costeras han sufrido cada vez más inundaciones graves.
- Salud:** la biodiversidad garantiza una amplia oferta de especies en la dieta de las comunidades.
- Seguridad energética:** muchas comunidades de países en desarrollo emplean la leña como principal fuente energética.
- Agua limpia:** la degradación de los ecosistemas amenaza el suministro de agua y calidad de agua para uso doméstico y agrícola.
- Relaciones sociales:** muchas culturas atribuyen valores espirituales, estéticos, recreativos, y religiosos a los ecosistemas o sus componentes.
- Libertad de elección:** la pérdida de biodiversidad significa la reducción de opciones a escoger entre los muchos usos o beneficios que aportan los ecosistemas.
- Materias primas:** la degradación de los ecosistemas priva a las personas de la obtención de productos derivados de especies vegetales y animales, los cuales son necesarios para generar ingresos. La biodiversidad es importante en las actividades ecoturísticas, industria farmacéutica, cosmética y pesquera.

Para el caso del territorio guatemalteco, la USAID determinó que los impactos de la degradación en Zonas Marino-Costeras se presentarán principalmente en la infraestructura urbana, de transporte y turística en las costas severamente afectadas por inundaciones a consecuencia del aumento del nivel del mar provocado por tormentas cada vez más intensas o por la elevación de los niveles de los océanos.

La pérdida de la biodiversidad en estas zonas provocará que los ecosistemas en el fondo marino y el canal de la navegación en la Bahía de Amatique sufran por mayor arrastre de sedimentos de la cuenca del río Polochic y lago de Izabal, a consecuencia de tormentas más intensas.

El cambio climático representa una fuerte amenaza a la biodiversidad y se estima que los sistemas de protección natural de la costa, como los manglares y playas, serán severamente afectados por el aumento del nivel del mar y tormentas más severas.

Tomando como base la información publicada por Hooper et al, ésta revela que la pérdida de biodiversidad es comparable a otros factores de estrés ambiental como la contaminación, el cambio climático y la radiación ultravioleta elevada. Asimismo, se estima que en los ecosistemas en los cuales las pérdidas de especies se sitúan entre el 21% y el 40%, el crecimiento de las plantas se reducirá y traerá consigo una reducción de entre 5% y 10% de los ecosistemas.

En el caso que la pérdida de especies se sitúe entre el 41% y el 60%, los impactos serían comparables con la contaminación de la capa de ozono, las lluvias ácidas en las selvas y a la elevada contaminación de CO<sub>2</sub> y nutrientes. Si se produjera la pérdida de la mitad de especies se produciría una reducción del 15% en la actividad primaria, tanto en los ecosistemas terrestres como en los ecosistemas marinos y de agua dulce.

Hooper establece que los grandes declives de poblaciones abundantes de especies pueden alterar la manera en la que trabajan los ecosistemas y los beneficios para los seres humanos.

### Bosque y sus impactos

#### Pérdida de bosque su efecto sobre fines energéticos

En el período 2001-2015 se deforestaron aproximadamente unas 286 mil 735 hectáreas forestales y en el período 2006-2010, se estima que se perdieron 141 mil 92 hectáreas<sup>183</sup>.

Históricamente en Guatemala, gran parte de la población ha dependido y sigue dependiendo de los bosques, sobre todo en términos del uso de la leña con fines energéticos y de otros productos y servicios.

El estudio de FAO (2012) estimó el consumo de biomasa con fines energéticos (leña) en 15,771,186.97 toneladas, de los cuales 15,418,233.58 provienen del sector residencial y 352,953.40 se deben al sector industrial. La pérdida de los bosques no sólo representa incremento en las emisiones de carbono, sino también una afectación por la disminución de servicios y medios de vida y los valores culturales<sup>184</sup>.

#### Pérdida de bosque y su impacto social económico

Las actividades que generan el deterioro forestal en los frentes de deforestación, que suman el 42% de toda la deforestación del país, están vinculadas a la expansión de tierras para la ganadería extensiva, la expansión de monocultivos como la palma africana, los asentamientos humanos, los incendios forestales y la narcoactividad.

Revertir la trayectoria negativa que presentan las dinámicas de cambios de uso de las tierras se ha convertido en el desafío fundamental para el sector forestal guatemalteco. En el largo plazo, restaurar y restituir.

Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo cursos extraídos del bosque contribuirá significativamente en la estabilidad económica y ambiental del país. Los niveles de consumo de leña que se reportan, sobre todo para las áreas rurales, requieren de una atención inmediata, dada la trascendencia que este insumo tiene en los medios de vida a nivel nacional. Dentro de los aspectos que deben formar parte de las respuestas institucionales destacan: el establecimiento de bosques energéticos y el relanzamiento de las estufas ahorradoras de leña.

#### Pérdida de patrimonio natural y sus efectos en la disponibilidad de bienes y servicios naturales

El patrimonio natural de Guatemala ha sufrido un desgaste irreversible que sus consecuencias se reflejan en la contaminación de los ríos y el ambiente, la reducción de la masa boscosa, destrucción de los ecosistemas y extinción de las especies animales y vegetales.

183- Gómez (2015).

184- FAO (2,004).

### Entre los siguientes aspectos se encuentran los principales impactos al patrimonio cultural:

- Disminución de la cobertura forestal de 40,572.9 km<sup>2</sup> (37% del territorio) en el 2003, a 37,000 km<sup>2</sup> (34%) en el 2,007.
- Aumento de municipios con niveles altos de degradación respecto al uso de la tierra de 129 municipios, en el 2000, a 218 en el 2006, y a 230 en el 2008.
- Al menos un 18% de la totalidad de vida silvestre identificadas en el país se encuentra amenazadas por destrucción de tierras, bosques y por explotación intensiva.
- El 80% de los desechos recolectados se depositan a cielo abierto y en basureros no registrados a nivel nacional, lo que trae como consecuencia daños en las cuencas hidrográficas, contaminación de las aguas superficiales, proliferando de esta manera plagas, incendios, enfermedades y contaminación atmosférica.
- Se presenta una debilidad en los mecanismos de participación ciudadana y en general, la escasa valoración económica del ambiente.
- El 65.9% de los municipios del país tienen el problema de degradación de tierras.
- El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) tiene una cobertura del 32%, equivalente a 34,560 km<sup>2</sup> del territorio nacional que se encuentra amenazado, ya que ha perdido el 34% equivalente a 11,750.4 km<sup>2</sup> de su cobertura boscosa.
- El impacto de la variabilidad climática y vulnerabilidad social ambiental se refleja en los daños ocasionados por lluvias y en la pérdida de suelos en más de 80 millones de toneladas métricas año en el nivel nacional.

## Sistema Lítico-Edáfico Estado

### Tenencia de la tierra y pobreza

Según la FAO (2003), "los problemas de tenencia de la tierra contribuyen con frecuencia de manera decisiva a la inseguridad alimentaria, a la limitación de oportunidades de subsistencia y por lo tanto a la pobreza". En Guatemala esto es constatado por Romero (2014), quien determinó una estrecha relación entre el tamaño de la finca y la pobreza al observar que los municipios donde se tienen más micro fincas (0.7 ha o menos) por km<sup>2</sup> tienen mayor correlación con la densidad de pobreza rural (número de personas pobres en el área rural por km<sup>2</sup>) y ésta va disminuyendo conforme aumenta el tamaño de la finca (cuadro 62).

**Cuadro 62** Coeficiente de correlación entre la densidad de la pobreza y tamaño de la finca.

Tamaño de la finca	Coeficiente de correlación
Menor a 0.7 ha	0.677
Entre 0.7 y 3.49 ha	0.313
Mayor a 3.49 ha	0.014

Fuente: Romero (2014).

La pobreza y extrema pobreza se manifiestan con mayor intensidad en el área rural que en el área urbana, cuya principal fuente de subsistencia son las actividades agropecuarias, por lo que necesita de mayor acceso a la tierra. Según la ENCOVI, 2014<sup>185</sup>, 3 de cada 4 personas (76.1%) del área rural son pobres, mientras que en el área urbana la relación es de menos de una de cada dos (42.1%). En cuanto a la pobreza extrema la brecha es mayor, puesto que mientras en el área urbana una de cada diez personas es pobre en extremo (11.2%), en el área rural es casi cuatro de cada diez (35.3%).

185- INE (2015b).

La pobreza también se polariza entre las diferentes etnias, siendo la población indígena más pobre que la no indígena. Según la ENCOVI, 2014<sup>186</sup>, casi cuatro de cada cinco indígenas son pobres (79.2%) y cuatro de cada diez son pobres en extremo (39.8%), en cambio, en la población no indígena una de cada dos es pobre (46.6%) y una de cada diez es pobre en extremo (12.8%).

Según los censos agropecuarios realizados en 1950, 1964, 1979 y 2003, la superficie promedio de las fincas en Guatemala ha disminuido notablemente pasando de 11.04 ha (15.8 mz), 8.25 ha (11.8 mz), 7.76 ha (11.1 mz) y a 4.47 ha (6.4 mz), respectivamente<sup>187</sup>. Tal como se puede observar en el Cuadro 63, los departamentos que superan este último promedio son los que corresponden a la zona norte (con excepción de Baja Verapaz), la zona sur y la mitad de la zona oriente (Cuadro 63). El tamaño de finca promedio más grande se encuentra en Petén (40.0 mz), seguido de Escuintla (29.4 mz), Izabal (17.0 mz), Retalhuleu (14.7 mz), Suchitepéquez (9.8 mz) y Alta Verapaz (7.1 mz), departamentos que, con excepción de Alta Verapaz, poseen alta población no indígena.

El altiplano occidental no sólo es la región más fragmentada y que posee los tamaños de finca promedio más bajos, sino que presenta uno de los territorios con menor vocación agrícola y posee varios de los departamentos más pobres tales como Sololá (80.9%), Totonicapán (77.5%), Quiché (74.7%) y Huehuetenango (73.8%). Además de ello, su población es mayormente indígena.

186- INE (2015b).  
187- INE (2004).

Cuadro 63 Extensión promedio de fincas y pobreza.

Departamento	Número de fincas	Superficie (mz) (1 mz = 0.69 ha)	Extensión promedio (mz/finca)	Incidencia de pobreza 2014 (%)	Incidencia de pobreza extrema 2014 (%)
<b>Norte</b>	<b>166,986</b>	<b>2,406,965</b>	<b>14.4</b>		
Alta Verapaz	89,365	630,210.71	7.1	83.1	53.6
Baja Verapaz	25,637	116,333.52	4.5	66.3	24.6
Petén	33,776	1,350,216.97	40.0	60.8	20.2
Izabal	18,208	310,204.24	17.0	59.9	35.2
<b>Sur</b>	<b>50,003</b>	<b>876,642.70</b>	<b>17.5</b>		
Escuintla	16,755	492,438.34	29.4	52.9	11.2
Suchitepéquez	21,429	210,014.76	9.8	63.8	19.8
Retalhuleu	11,819	174,189.60	14.7	56.1	15.3
<b>Oriente</b>	<b>148,801</b>	<b>843,576.14</b>	<b>5.7</b>		
Santa Rosa	30,460	252,674.54	8.3	54.3	12.9
El Progreso	10,356	82,406.29	8.0	53.2	13.2
Zacapa	11,909	115,361.14	9.7	55.9	21.4
Chiquimula	29,041	113,277.03	3.9	70.6	41.1
Jalapa	24,317	99,373.71	4.1	67.2	22.3
Jutiapa	42,718	180,483.43	4.2	62.7	24.2
<b>Altiplano Occidental</b>	<b>464,894</b>	<b>1,188,654.09</b>	<b>2.6</b>		
Sololá	34,997	42,212.04	1.2	80.9	39.9
Totonicapán	43,136	31,006.85	0.7	77.5	41.1
Quetzaltenango	46,263	122,654.99	2.7	56.0	16.7
San Marcos	81,985	210,833.75	2.6	60.2	22.0
Huehuetenango	99,068	249,664.42	2.5	73.8	28.6
Quiché	79,141	294,011.77	3.7	74.7	41.8
Chimaltenango	46,676	106,883.84	2.3	66.1	23.4
Sacatepéquez	12,363	25,081.52	2.0	41.1	8.4
<b>Guatemala</b>	<b>21,265</b>	<b>106,304.91</b>	<b>5.0</b>	33.3	5.4
<b>País en general</b>	<b>830,684</b>	<b>5,315,838.37</b>	<b>6.4</b>		

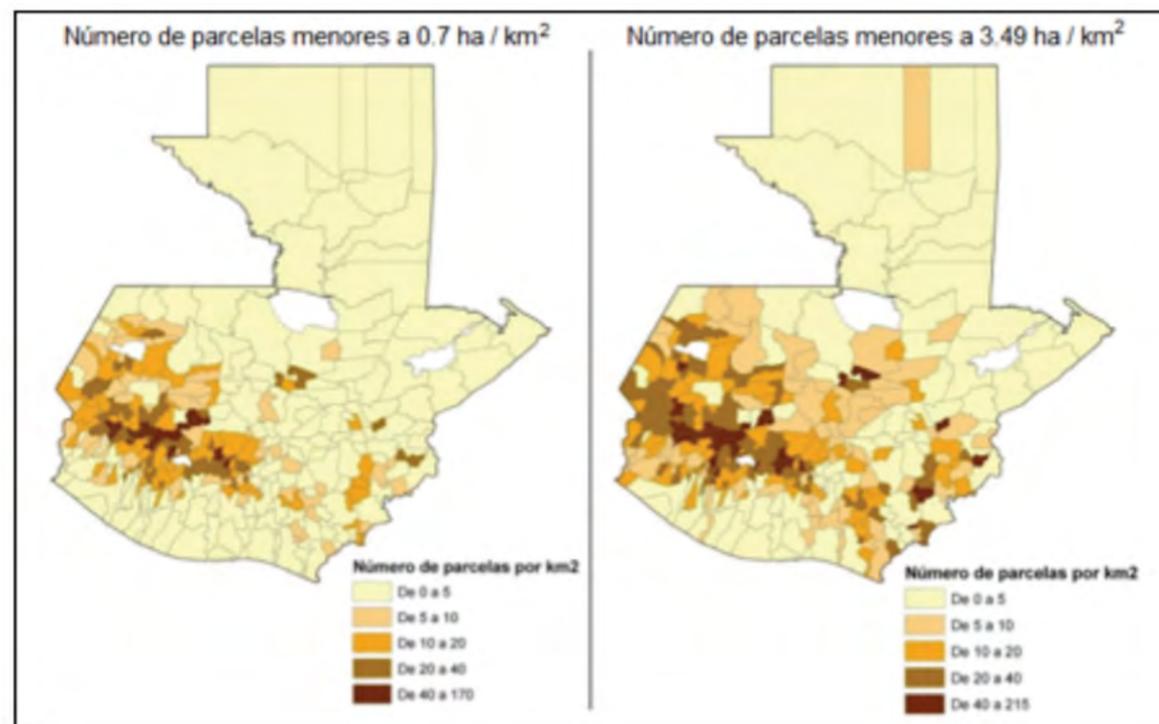
Fuente: elaboración propia con datos del INE (2004) e INE (2015b).

### Minifundio productividad y pobreza

La mayor cantidad de minifundios menores a 0.7 ha del país se encuentra en la región occidental (Figura 102), la cual coincide con el menor rendimiento de granos básicos (Figura 103) y los mayores niveles de pobreza (Cuadro 63 y Figura 104)<sup>188</sup>.

En la Figura 102 se observa que los minifundios menores a 0.7 ha se encuentran en mayor concentración en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y Chimaltenango, los cuales en su conjunto poseen más de la mitad total de parcelas menores a 0.7 ha<sup>189</sup>. En cuanto a las parcelas entre 0.7 y 3.49 ha, éstas se encuentran en mayor medida en los departamentos mencionados anteriormente y se añaden Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, Santa Rosa y Jutiapa. Es de hacer notar que el minifundio está distribuido en los departamentos más pobres del país (comparar con la información del cuadro 63 y la Figura 104).

Figura 102 Número de parcelas por km<sup>2</sup>.



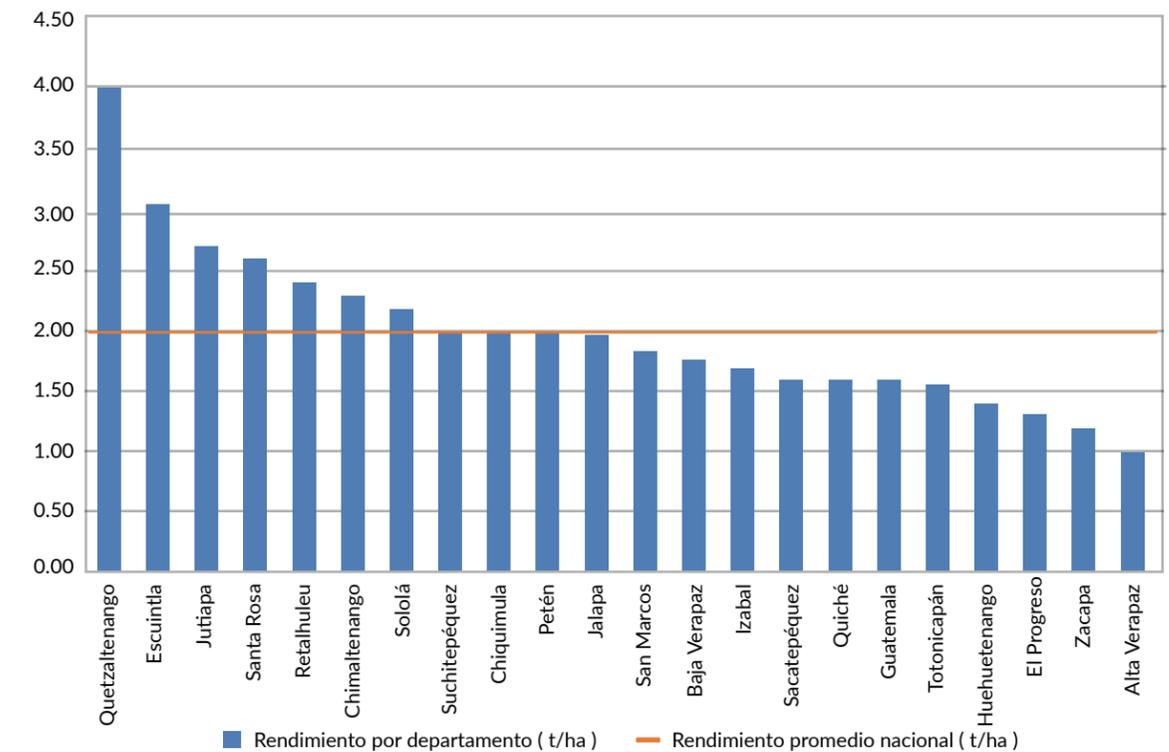
Fuente: Romero (2014).

En la Figura 103 se puede observar que los departamentos que superan el rendimiento promedio de maíz son Quetzaltenango, Escuintla, Jutiapa, Santa Rosa, Retalhuleu, Chimaltenango, Sololá, Suchitepéquez, Chiquimula y Petén. Los cinco mejores rendimientos son los de la Costa Sur, con excepción de Suchitepéquez, último que aun así supera el promedio nacional del rendimiento. Los departamentos del Altiplano que superan el promedio son Chimaltenango y Sololá. El resto de departamentos está por debajo del promedio, lo cual está ligado a la tecnología de producción, a la vocación de las tierras utilizadas y al minifundio.

188- Romero (2014).

189- Romero (2014).

Figura 103 Rendimiento de granos básicos por departamento.



Fuente: Torres (2010).

### Minifundio y sobreuso del suelo

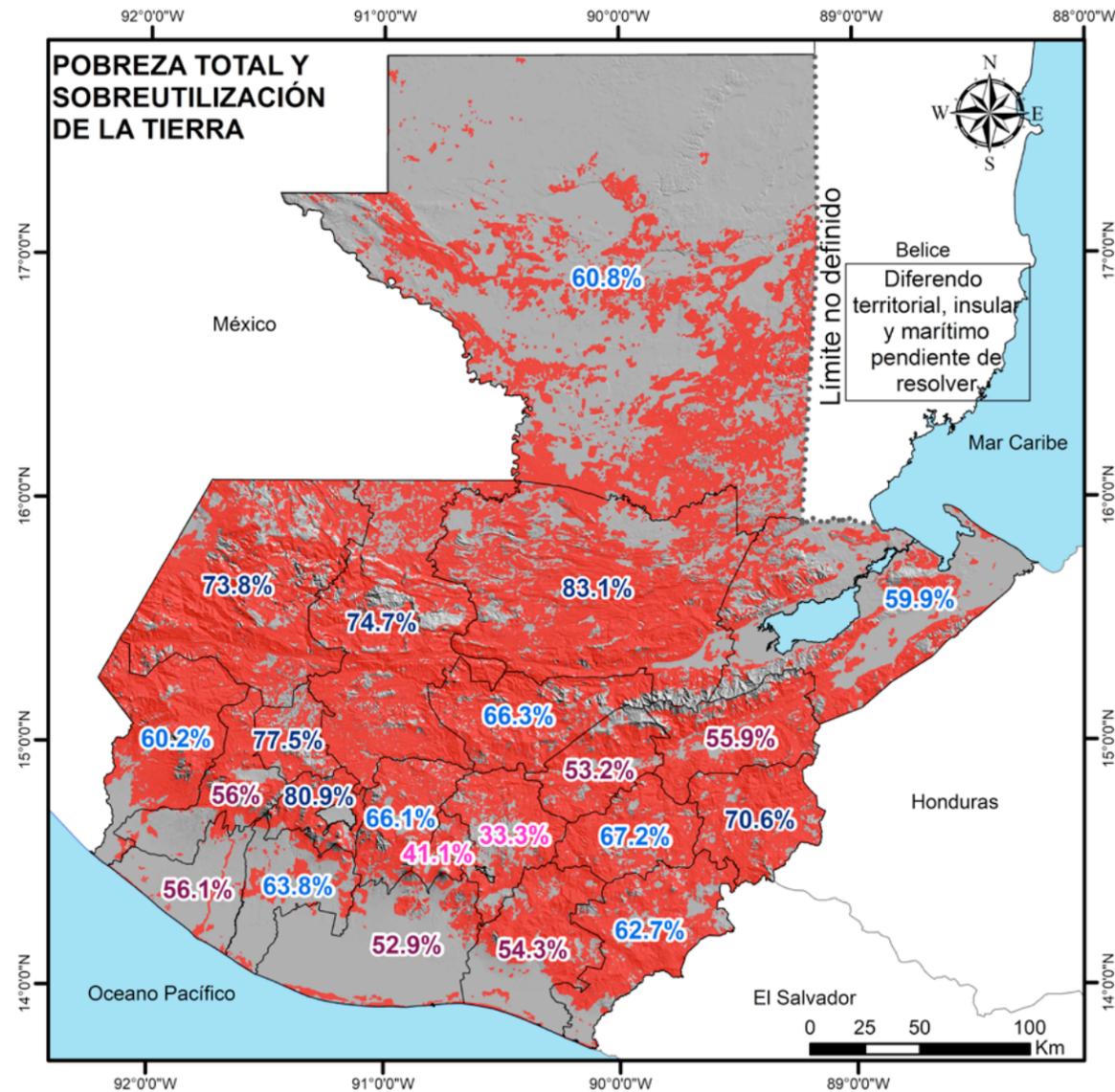
Al observar el mapa de intensidad de uso de la tierra (Figura 39) y compararlo con la Figura 102, se puede constatar que la sobreutilización de la tierra, en su mayor parte, se da en donde se encuentra la mayor cantidad de minifundios, lo cual es debido al sistema de tenencia de la tierra que prácticamente ha empujado a la economía campesina hacia las tierras que poseen menor vocación agrícola. Es bien sabido que la base del sustento del medio rural es la producción agropecuaria, principalmente la producción de granos básicos como el maíz y frijol, y quienes la practican, al contar con pequeños espacios que no permiten un ordenamiento adecuado de su territorio para la producción, se ven en la obligación de sobreintensificar el uso del suelo. Esto genera problemas que están relacionados a la sostenibilidad ambiental, haciendo que las respuestas para solucionarlos estén condicionadas al sistema de tenencia de la tierra<sup>190</sup>.

### Pobreza y sobreutilización

En la Figura 104, se puede observar la misma situación en cuanto a la relación entre pobreza y sobreutilización. Los departamentos que manifiestan una mayor tasa de pobreza son Alta Verapaz (83.1%), Sololá (80.9%), Totonicapán (77.5%), Quiché (74.7%), Huehuetenango (73.8%) y Chiquimula (70.6%), los que a su vez también manifiestan sobreuso de la tierra por estar asentados en regiones que tienen poca vocación agrícola.

190- FAO (2003).

Figura 104 Mapa de Pobreza y sobreutilización.



**Leyenda**

- Cuerpos de agua
- Límites departamentales
- Sobre uso

Etiquetas refieren al porcentaje de pobreza total

Proyección del mapa digital: GTM, DATUM WGS84.  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas GTM, Esferoide WGS84  
 Shape: MAGA, 2006  
 Año: 2016

Fuente: elaboración propia utilizando datos del shape proporcionado por el MAGA (2015).

### Seguridad alimentaria

Según el INE (Cuadro 64), sólo el 19.2% de los hogares guatemaltecos se puede considerar seguro desde el punto de vista alimentario. El resto, el 80.8%, está en inseguridad alimentaria distribuidos como inseguros leves (39.3%), inseguros moderados (27.1%) e inseguros severos (14.4%).

Cuadro 64 Nivel de prevalencia de inseguridad alimentaria, año 2011.

Departamento	Seguros (%)	Inseguros (%)	Inseguros leves (%)	Inseguros moderados (%)	Inseguros severos (%)
Sololá	6.1	93.9	39.0	41.6	13.3
Quiché	7.8	92.2	42.3	38.9	11.0
Totonicapán	9.9	90.1	38.1	39.0	13.0
Chimaltenango	12.2	87.9	36.7	30.4	20.8
Huehuetenango	12.5	87.5	54.0	27.6	5.9
San Marcos	12.6	87.4	52.0	31.2	4.2
Petén	13.3	86.7	40.3	35.2	11.2
Jalapa	13.4	86.6	46.7	22.9	17.0
Alta Verapaz	13.9	86.1	31.3	37.3	17.5
Escuintla	14.3	85.7	37.1	25.7	22.9
Santa Rosa	16.1	83.9	25.2	28.8	29.9
Sacatepéquez	16.5	83.5	37.4	31.7	14.4
Suchitepéquez	17.1	82.9	23.9	25.9	33.1
Jutiapa	18.0	81.9	30.6	32.5	18.8
Chiquimula	18.4	81.6	34.6	27.7	19.3
Izabal	18.6	81.4	38.2	22.6	20.6
Zacapa	19.2	80.8	40.8	19.6	20.4
Quetzaltenango	21.9	78.1	44.6	20.1	13.4
Retalhuleu	22.4	77.6	31.9	24.5	21.2
El Progreso	23.9	76.1	38.7	19.2	18.2
Baja Verapaz	29.6	70.5	30.2	19.4	20.9
Guatemala	31.7	68.3	39.2	19.4	9.7
<b>Nacional</b>	<b>19.2</b>	<b>80.8</b>	<b>39.3</b>	<b>27.1</b>	<b>14.4</b>

Fuente: INE (sf).

La inseguridad alimentaria a nivel departamental tiene un comportamiento muy similar al que se ha venido tratando en los apartados anteriores, siendo nuevamente la región occidental la más afectada, con Sololá como el más inseguro (93.9%), seguido de Quiché (92.2%), Totonicapán (90.1%), Chimaltenango (87.9%) y Huehuetenango (87.5%), sin embargo, cuando se analiza la inseguridad alimentaria severa, los departamentos que más la manifiestan son los de la Costa Sur y los del Corredor Seco oriental.

Pese a que la dieta del guatemalteco está basada en el maíz, Guatemala es un país deficitario en la producción de alimentos para consumo interno siendo un importador neto no sólo de maíz sino también de frijol negro, arroz, carne de res, carne de pollo, carne de cerdo, huevos de gallina y leche<sup>191</sup>.

En el Cuadro 65 se puede observar que más del 88 % de la superficie destinada a la producción de granos básicos (maíz y frijol) se encuentra en áreas no aptas para este tipo de cultivos, entendiéndose éstas como las zonas clasificadas en las categorías "III" a "VIII" de la metodología del U\$DA. En la Figura 105, se puede observar que los lugares en donde su cultivo no sobreintensifica el uso del suelo es en la Costa Sur del país, el valle del Polochic, en Izabal, en algunas regiones del Altiplano occidental del país. El resto de lugares se ve sobreintensificado y son precisamente estos lugares donde se produce la gran mayoría de los granos básicos para el autoconsumo.

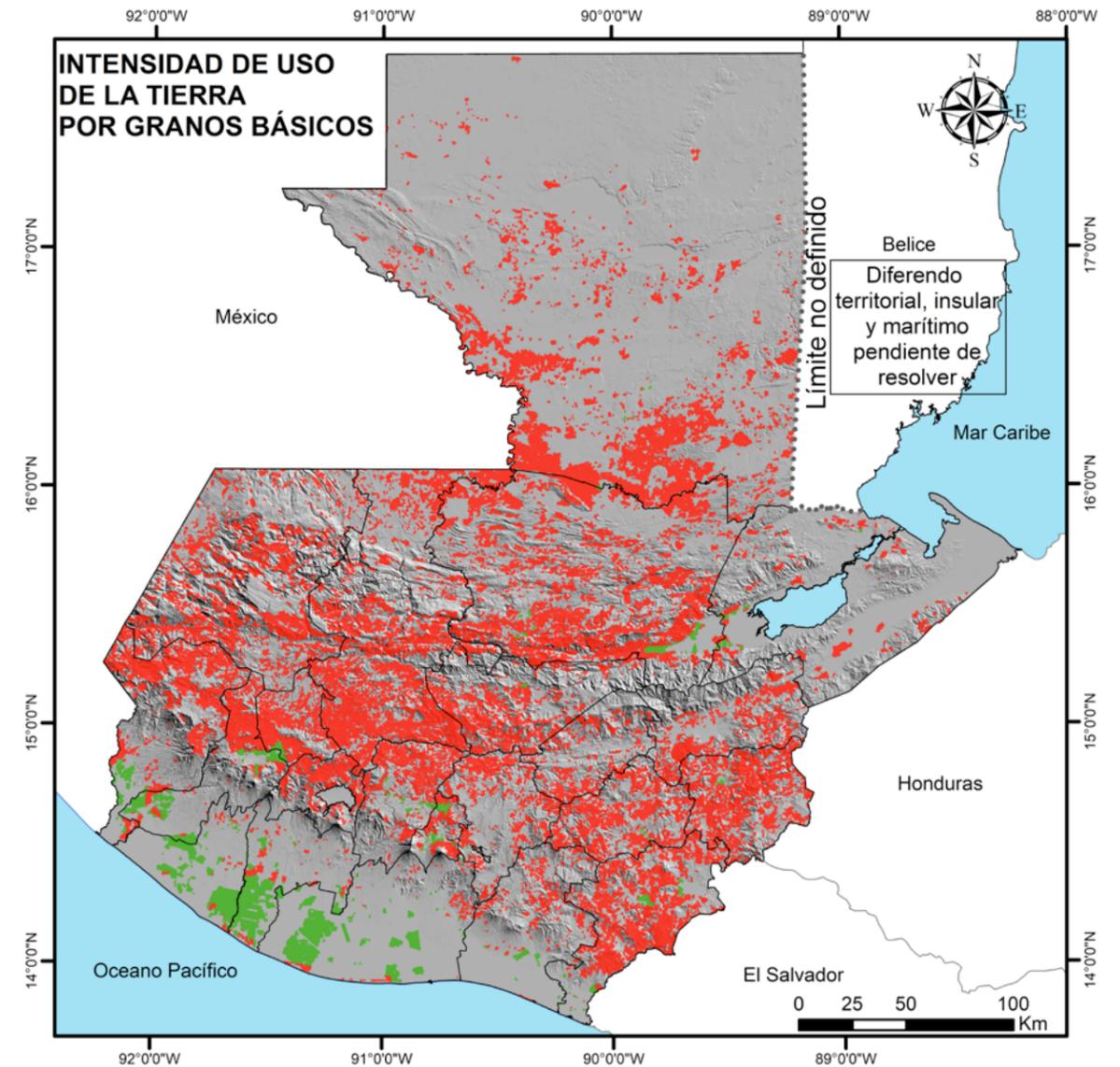
**Cuadro 65** Producción de granos básicos (maíz y frijol) en zonas aptas y no aptas para su cultivo.

Categoría de intensidad de uso	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sobre uso (zonas no aptas)	1,079,312.11	88.63
Uso correcto (zonas aptas)	138,433.02	11.37
<b>Total</b>	<b>1,217,745.13</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia utilizando datos del shape proporcionado por el MAGA (2015).

191- FAO/PMA (2010)

**Figura 105** Mapa de Intensidad de uso de la tierra por granos básicos.



**Leyenda**

- Cuerpos de agua
- Límites departamentales

**Intensidad de uso por granos básicos (maíz y frijol)**

- Sobre uso
- Uso correcto

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide WGS84  
Shape: MAGA, 2006  
Año: 2016

Fuente: elaboración propia utilizando datos del shape proporcionado por el MAGA (2015).

## Ciudades Sostenibles

### Calidad del aire

En los últimos años, el desarrollo de estudios epidemiológicos ha evidenciado que los contaminantes atmosféricos son un agente causal en el deterioro de la salud humana. Dichos estudios han permitido relacionar, el aumento en la concentración de estos contaminantes con los efectos adversos en la salud. El aumento de las afecciones respiratorias y cardiovasculares, pueden ser mencionadas como algunos de los efectos directos de la contaminación en la calidad del aire<sup>192</sup>. El INE reporta que para el año 2013 se suscitaron 12,513 muertes por causas ambientales, de las cuales 7,876 fueron debidas a problemas relacionados al sistema respiratorio.

En cuanto al material particulado, Kunzli et al (2000) relaciona el aumento de este contaminante con el incremento en la incidencia de ingresos a hospitales por condiciones respiratorias y cardiovasculares, siendo los niños, adultos mayores y personas susceptibles quienes se ven fuertemente afectados. Estudios como los de Pope et al (2004) y Dockery (2001) demuestran que una exposición a largo plazo, sobre este tipo de contaminantes, puede ser la causa de muertes a causa de complicaciones cardiovasculares, cardiopulmonares e incluso cáncer de pulmón.

La SEMARNAT, basada en datos proporcionados por Donalson et al (2002); Ghio et al (2004); Kreylin et al (2000); Stenfors et al (2004), indica que la exposición al material particulado también puede generar problemas en el funcionamiento del corazón, vasos sanguíneos y pulmones. Asimismo, dicha exposición aumenta las complicaciones de individuos que padecen de asma y enfermedades cardiovasculares a causa de un incremento en la irritación pulmonar, trastornos en el ritmo cardíaco, alteraciones en la viscosidad sanguínea y la privación de oxígeno.

En el caso de los óxidos de nitrógeno se ha demostrado que la exposición a este contaminante está implicado en la muerte por causas cardiovasculares y respiratorias (Samoli et al 2006). Chauhan et al (2003) y Linaker et al (2000) encontraron un incremento en padecimientos de tipo viral y bacteriano, lo cual es atribuido al daño del sistema de defensas pulmonares. Ante la acción dañina de este contaminante, son los niños y personas con enfermedad obstructiva crónica quienes representan la sección de la población más vulnerable.

El estudio de la OMS (1995) indica que el 60% del total de pacientes atendidos en el Centro de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala son vecinos del basurero El Trébol de la zona 3 capitalina y padecen de anemia y parásitos internos y externos, y el 40% presenta enfermedades respiratorias, gástricas, de la piel y oculares.

El Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Guatemala (1995) considera que la inexistencia de un proceso de separación de basura en base a los niveles de toxicidad, la falta de equipo de protección personal para los trabajadores del sector de desechos sólidos, prácticas culturales como enterrar la basura como medio de disposición, son factores que tienen un impacto directo sobre el nivel de salud de la población guatemalteca.

### Desechos sólidos

Benavente (2012) al citar a Tchobanoglous, et al. (1994) indica que la contaminación es el principal impacto ambiental causado por los desechos sólidos afectando el agua, suelo y aire. Asimismo, los lixiviados son el factor que influye mayoritariamente en la contaminación del suelo y agua, pues dichos factores son capaces de infiltrarse hasta los mantos freáticos, o bien quedar retenidos en el suelo causando alteraciones a nivel de composición, física, química y de fertilidad.

192- (SEMARNAT)

El impacto de los desechos sólidos al ambiente proviene desde su generación, ya que la mayoría de procesos productivos de bienes y servicios incluye muchos empaques que posteriormente serán desechados, desperdiciando de esta manera una gran cantidad de energía y recursos naturales (Barrientos, 2000, citado por Benavente, 2012).

El incremento en la generación de desechos sólidos, sumado a la falta de mecanismos con los cuales se pueda realizar un procesamiento adecuado de los mismos, resulta en situaciones adversas para el ambiente y la población que vive en áreas circundantes a los vertederos, aunque el alcance negativo, a causa del manejo inadecuado de estos desechos, puede ser mayor.

Velásquez (2000) menciona que a nivel nacional, los índices de mortalidad infantil revelan afecciones gastrointestinales a causa de aguas contaminadas, donde el 90% de dicha contaminación es debida a la basura, la cual proporciona las condiciones adecuadas para la proliferación de moscas, ratas, ratones y cucarachas, las cuales se comportan como vectores de enfermedades.

La emisión de sustancias tóxicas, como las dioxinas y furanos, generadas a causa de la quema al aire libre y la incineración de basura sin los controles adecuados representa un impacto negativo en la salud de la población. Dichas sustancias son nocivas y cancerígenas. La población expuesta a los gases liberados por estos procesos de combustión, sufren afecciones de tipo respiratorias, así como infecciones dérmicas o situaciones aún más complicadas, según lo mencionado por Zamora, 2013.

Basada en la información generada por Tello et al., (2010) Zamora (2013) indica que los sectores de la población que se ven mayormente afectados, en términos de salud, por la mala gestión de residuos corresponden a:

- i. Trabajadores formales del sector.
- ii. Población urbana sin servicio de recolección domiciliaria.
- iii. Población adyacente, o dentro de un radio cercano, a sitios de disposición final no adecuados.
- iv. Personas dedicadas a la selección y recuperación de materiales reciclables en la calle, lugares de almacenamiento y sitios de disposición final, entre los que se destaca un porcentaje significativo de mujeres y niños.
- v. Niños y adolescentes de la calle, e indigentes sin techo o vivienda, quienes se alimentan directamente de residuos domésticos encontrados en bolsas y contenedores de recolección.

La contaminación por desechos también presenta impactos a nivel atmosférico, debido a que los residuos generan una mezcla gaseosa compuesta por metano y dióxido de carbono, los cuales son reconocidos como gases de efecto invernadero<sup>193</sup>.

Debido a la degradación de la materia orgánica presente en los residuos se produce una mezcla de gases conocida como biogás, compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono, los cuales son reconocidos Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales contribuyen al proceso de cambio climático. Además, por la quema de desechos a cielo abierto, se producen dioxinas y furanos, altamente dañinas por sus propiedades de toxicidad, inestabilidad química y bioacumulación en los tejidos grasos de los animales (Díaz, 1989).

193- Díaz (1,989).

## Bibliografía

CONADUR/SEGEPLAN. (2014). Plan nacional de desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032. Guatemala.: CONADUR/SEGEPLAN. 502 p.

Díaz, F. (1989). Ecología I Ambiente Físico y Organismos Vivos. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Dockery, D. (2001). Epidemiological evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environ Health Perspect* 109 (suppl 4): 483-486.

Donaldson, K. et al. (2002). The pulmonary toxicology of ultrafine particles. *J Aerosol Med* 15(2): 213-20.

FAO. (2003). Tenencia de la tierra y desarrollo rural. Roma, Italia: FAO.

FAO. (2004). Situación actual y tendencias del sector forestal. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/007/j3029s/j3029s07.htm>

FAO/PMA. (2010). Misión FAO/PMA de evaluación de cosecha y seguridad alimentaria en Guatemala. Guatemala: FAO.

Ghio, A.J. et al. (2004). Exposure to concentrated ambient particles (CAPs): a review. *InhalToxicol* 16(1): 53-9.

Gómez, S. R. (17 de Marzo de 2015). Ley Probosque. Guatemala: PrensaLibre.

Hooper D, E. Carol Adair, Bradley J. Cardinale, Jarrett E. K. Byrnes, Bruce A. Hungate, Kristin L. Matulich, Andrew Gonzalez, J. Emmett Duffy, Lars Gamfeldt, Mary I. O'Connor. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. doi:10.1038/nature11118

INE. (sf). Caracterización República de Guatemala: encuesta nacional de condiciones de vida 2011. Guatemala: INE.

INE. (2004). IV censo nacional agropecuario: características generales de las fincas censales y de productoras y productores agropecuarios. Tomo I. Guatemala: INE. 152 p.

INE. (2015a). Compendio Estadístico Ambiental 2014. Guatemala: INE.

INE (2015b). Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014. Guatemala: INE.

INE/SEMARNAT. (s.f.). Evaluación de impactos en salud por contaminantes atmosféricos. México, D.F.: INE/SEMARNAT. 64 p.

Künzli, N. et al. (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a europeanassessment. *Lancet* 356:795-801.

MARN. (2015). Segunda comunicación nacional sobre cambio climático Guatemala. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Moreno Franco, D. P., Quintero Manzano, J., & López Cuevas, A. (Diciembre de 2010). Recuperado de [www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf)

Municipalidad de Guatemala. (2006). Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Guatemala: documento de soporte. V 4.3. Plan de desarrollo metropolitano, Guatemala 2020. 83 p.

PDH. (2014). El acceso al agua potable como un derecho humano. Guatemala: Procuraduría de los Derechos Humanos.

Pope, C.A. et al. (2004). Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution. *Circulation* 109: 71-77.

Presidencia de la República de Guatemala. (2005). Acuerdo gubernativo No. 111-2005. Guatemala: Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

Romero, W. (2014). La agricultura familiar en Guatemala. Series documento de trabajo No. 148. Grupo de trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa de Cohesión Territorial para el Desarrollo. Santiago de Chile: Rimisp.

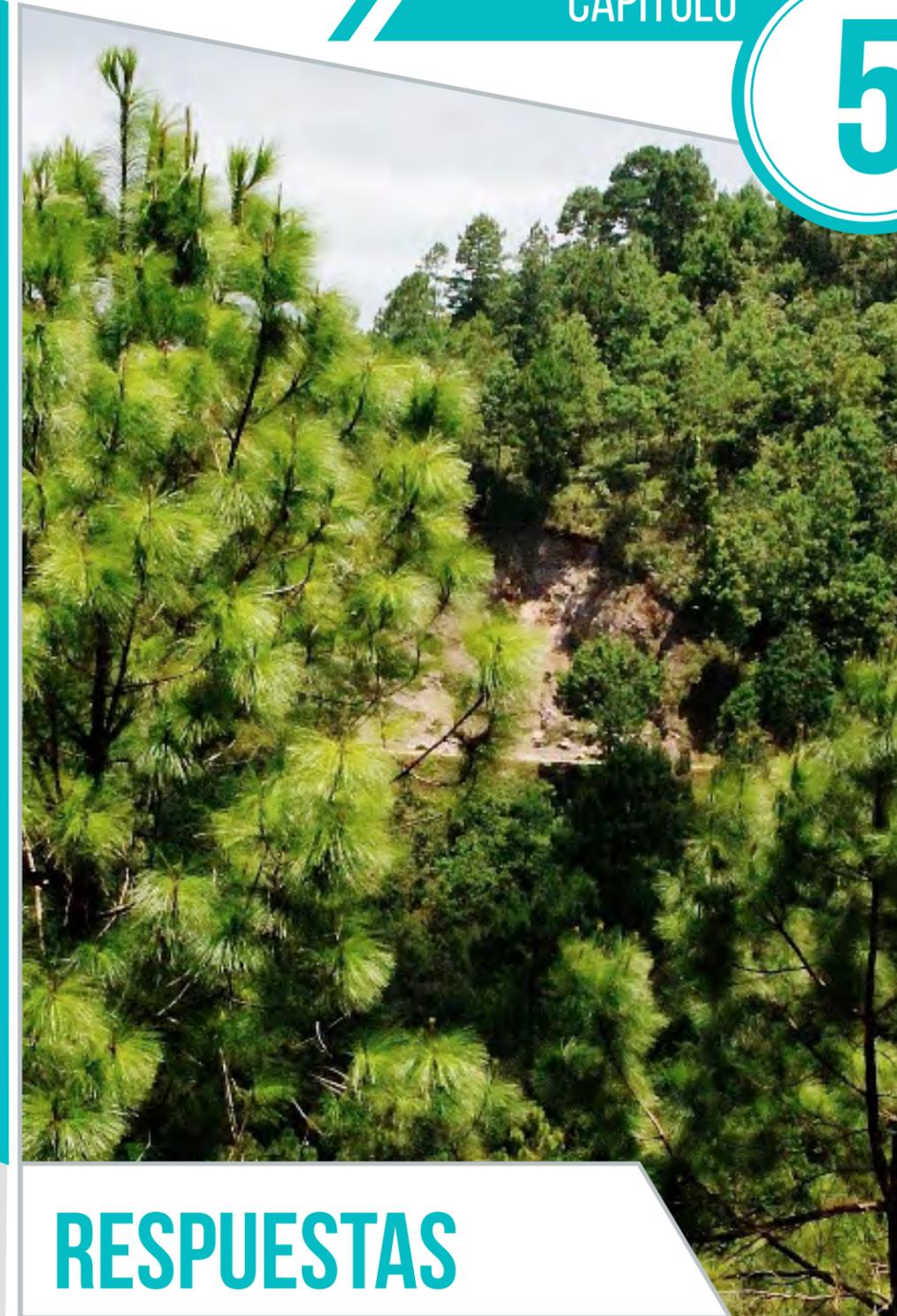
Tanchez Urbina, C. C. (2008). Evaluación financiera del proyecto Envasar y Comercializar agua en LA. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Torres Escobar, E. (2010). La necesidad de tierra en familias campesinas pobres: una aproximación. *El observador* 5(26-27), 55-72.

Zamora Arenales, JW. (2013). Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Guatemala. USAC. Facultad de Arquitectura. 131 p.

## CAPÍTULO

# 5



## RESPUESTAS

## Sistema Hídrico

El agua es un elemento vital para toda la vida en la Tierra, sin excepción alguna. La sociedad necesita del agua para recrear la vida social y económica. El Estado de Guatemala, dada su importancia como parte fundamental del medio ambiente y equilibrio ecológico, así como su participación en el desarrollo social y económico del país, preceptúa este bien natural en su Constitución Política (Guatemala, 1985), regulando su uso y protegiendo las fuentes de agua. Declara al agua como un bien del Estado dado su carácter de recurso natural universal y estratégico. Sin embargo, debido al mal uso, sobreexplotación y contaminación de sus aguas, a través de los años ha sido necesario desarrollar normas que coadyuven a preservar los recursos hídricos del país.

### Marco jurídico y administración del agua

Desde 1950 se han presentado iniciativas de ley de Aguas, pero ninguna ha sido aprobada. Sin embargo, la Constitución de Guatemala define en su Artículo 121 al agua como un bien de dominio público y hace un mandato expreso (Art. 127), para hacer una ley de Aguas. Desafortunadamente, aparte de los mandatos en la Constitución, esta área no ha tenido avances significativos en el país y aunque persisten los esfuerzos y existen diferentes iniciativas, las condiciones políticas y la falta de un líder que promocióne políticamente la legislación de aguas han bloqueado su desarrollo. Esta sigue siendo una asignatura pendiente en el país (GWP, 2015).

Es importante hacer notar que existe la necesidad creciente en los diferentes sectores, tanto públicos como privados, de la importancia decretar una ley de Aguas, sin embargo, y a pesar de ser un mandato constitucional, aún no se logra la masa crítica suficiente para impulsarla, pues otras condiciones en el país, como los altos niveles de corrupción y la mala administración pública, desenfocaron los esfuerzos de la ciudadanía sobre estos temas. Incluso, los avances como el Reglamento de Vertidos a Cuerpos Receptores (Acuerdo Gubernativo 236-2006) se vieron empañados por una resolución de última hora, que prorroga el límite de la misma por dos años más, sin otra razón que una motivación política (GWP, 2015).

La gestión de los recursos hídricos del país descansa en una compleja gama de normas, instrumentos, leyes y políticas, cuya ejecución y puesta en marcha dependen del concurso de una variada serie de instituciones (Cuadro 66), lo cual provoca traslapes, duplicidad de funciones y muchas veces poca operatividad en la aplicación de las normas.

Cuadro 66 Régimen legal de aguas.

Tema	Institución	Ley	Artículos, Políticas y Reglamentos
Dominio	* Registro General de la Propiedad * Corte de Constitucionalidad * Tribunales de Justicia	* Código Civil * Código Procesal Civil y Mercantil	*Código Civil: Capítulo V (de la propiedad de las agua ) Art. 579 -588 *Código Civil Mercantil: Art. 263
Uso común	* Municipalidades	* Código Civil * Ordenanzas Municipales	*Código Civil: Capítulo V (de la propiedad de las agua ) Art. 579 -588
Aprovechamientos especiales	* Municipalidades * Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación * Ministerio de Energía y Minas * Ministerio de Salud Pública y Asistencial	* Código Municipal * Reglamentos de Riegos * Ley de Minería * Código Civil	* Código Municipal: Art. 23, 68, 142, 147 * Reglamentos de Riegos: Política de Promoción de Riego. * Ley de Minería: Art. 4, 71, 72, 75. * Código Civil: Capítulo V (de la propiedad de las agua ) Art. 579 -588
Protección de las personas	* Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	* Ley de la CONRED	* Art. 86
Protección de los recursos	* Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	* Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	* Art. 1, 6, 12, 15 * Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos
Abundamiento	* Instituto Nacional de Bosques * Consejo Nacional de Áreas Protegidas	* Ley Forestal * Ley Áreas Protegidas	* Ley Forestal: Art. 47, 67 * Ley Áreas Protegidas

Fuente Elaboración propia con datos de Colom (2005).

Actualmente a nivel nacional se trata de implementar y cumplir con el Acuerdo Gubernativo 236-2006 "Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos", el cual establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales y disposición de lodos a través del mejoramiento de las características estableciendo un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

El reglamento también busca desarrollar aquellos mecanismos de evaluación, control y seguimiento que promuevan la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

El Acuerdo Gubernativo 12-2012, "Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán", busca los mismos fines del 236-2006, fijando los parámetros y límites máximos permisibles, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de la cuenca del Lago de Atitlán, ya sea de forma directa o indirecta, con el fin de rescatar, proteger y prevenir la contaminación de su sistema hídrico.

El Acuerdo Ministerial 573-2011, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, norma el diseño de los sistemas rurales de eliminación y disposición final de excretas y aguas residuales, buscando eliminar el riesgo de contaminación ambiental, proteger la salud de la población del país.

Todas las normas analizadas en este capítulo tratan de regular las descargas en cuerpos receptores normando con límites máximos y parámetros específicos que reduzcan la contaminación de los recursos hídricos de la nación.

A lo largo del tiempo no se ha podido contar con la Ley General de Aguas, y existe una propuesta de Política Nacional del Agua en Guatemala, presentada en el año 2016, la cual no ha sido aprobada por el Congreso de la República. Esta tiene como objetivo el aprovechamiento eficiente y uso racional y correcto del recurso hídrico.

La propuesta presenta 4 líneas estratégicas, las cuales son:

- Agua potable y saneamiento para el desarrollo humano.
- Conservación, protección y mejoramiento de fuentes de agua, bosques, suelos, riberas de ríos y cuencas.
- Planificación hidrológica, obras hidráulicas de regulación y gobernabilidad del agua.
- La política pública y régimen legal e institucional de aguas internacionales.

Existe también la iniciativa de ley 48-40, "Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Río Motagua", propuesta que fue socializada en el 2016 ante el ministro de Ambiente y Recursos Naturales, el viceministro de Ambiente, alcaldes de los municipios de los departamentos de Quiché, El Progreso, Zacapa, e Izabal, así como una concejal del Municipio de Guatemala. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2016).

Sumado a las anteriores se firmó el Acuerdo Gubernativo 129-2015: este exige a todas las municipalidades tener plantas de tratamiento de aguas residuales antes del 2 de mayo de 2017, en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006, que regula la descarga y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos para contrarrestar la contaminación de afluentes generada por la descarga directa e indirecta de aguas servidas domésticas e industriales. Debido a la limitación presupuestaria expresada por los alcaldes se estableció una reforma de prórroga. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2016).

En la cuenca del lago de Amatitlán, a cargo de AMSA, se logró recuperar tres plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs), 1.) Planta San Cristóbal, en Mixco, 2.) Planta San Agustín, en Villa Canales, y 3.) Planta La Cerra, en San Miguel Petapa, con el propósito de tratar el agua proveniente de 75 mil habitantes del área, tratando 34,000 m<sup>3</sup> de aguas residuales al día. Asimismo, se recuperó en un 85% la Gran Laguna de Retención de Sólidos. Y se reforestó utilizando 140 mil árboles en la cuenca, proyectando para el 2,017 cubrir 40 ha más. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán, 2016)

## Sistema Biótico

El Convenio sobre la Diversidad Biológica es un instrumento jurídico internacional, multilateral y legalmente vinculante. Este convenio es el instrumento global más importante en la promoción de la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable del capital natural, impulsando acciones para el desarrollo sustentable. Guatemala se suscribió al Convenio en el año 1,992, siendo ratificado y aprobado a través del Decreto 5-95.

Para atender a los compromisos adquiridos a través del CDB, el país elaboró, en el año 1999, una Estrategia Nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y su plan de acción, pero fue hasta el año 2011 cuando el CONAP impulsó la primera Política Nacional de Diversidad Biológica, la cual ha sido tomado como base para realizar la actualización de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y su plan de acción 2012-2022.

Dicha política tiene como objetivo general el promover una gestión transversal y efectiva de la diversidad biológica guatemalteca, enfatizando su conservación y uso sostenible, valorando a la misma como factor crucial en el desarrollo humano integral transgeneracional.

### La política está basada en cinco ejes:

- El conocimiento y la valoración
- La conservación y restauración
- La utilización sostenible
- Diversidad biológica en la adaptación al cambio climático
- Instrumentalización de la política

También existen otros instrumentos internacionales para la protección y planificación de recursos marino-costeros ratificados por Guatemala, siendo algunos de ellos:

- a. Convenio para la protección y desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe.
- b. Convenio de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar.
- c. Convenio de Basilea sobre control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- d. Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques.
- e. Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.
- f. Convenio internacional sobre responsabilidad civil nacida de daños debido a contaminación por hidrocarburos.
- g. Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas (RAMSAR).
- h. Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- i. Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad.
- j. Convenio de cooperación para la protección y el desarrollo sostenible de las áreas marinas y costeras del pacífico nordeste.
- k. Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- l. Cumbre mundial sobre el Desarrollo Sostenible.

### Legislación y políticas sectoriales asociadas

#### Desarrollo de “Mecanismos de pago por servicios ambientales con relación al bosque”

Los servicios ambientales son externalidades positivas de los bosques, en las que los servicios ecosistémicos son utilizados por el hombre y por ende pueden ser valorados monetariamente.

Un ejemplo es el secuestro y almacenamiento de carbono. En el proceso fotosintético, el carbono es tomado de la atmósfera y almacenado en el tejido de la madera, con lo que contribuye a mitigar el calentamiento global. Esto explica por qué la venta de bonos de carbono en Guatemala está siendo promovida, con iniciativas como GUATECARBON<sup>194</sup>.

El mercado aún no refleja el valor de los servicios del bosque, como la absorción de CO<sub>2</sub>, la conservación del suelo, la protección de cuencas hídricas, entre otros, de forma que el costo de oportunidad de su inactividad (específicamente del bosque natural) es muy alto. Es por esto que es vital definir formas innovadoras de financiar la conservación del bosque natural y plantaciones (fuente: La Liberalización Comercial y los Acuerdos de Libre Comercio: Perspectivas Ambientales para Centroamérica. CEPAL, 1999).

Otro ejemplo es la protección de cuencas hidrográficas en el que el bosque tiene un rol en la regulación de flujos superficiales y subterráneos de agua, mantenimiento de la calidad del agua, control de la erosión del suelo.

Durante el 2015, se promovió y fortaleció el desarrollo de cuatro mecanismos de pagos por servicios ambientales que se encontraban dentro del contexto de formar parte del recurso hídrico, esto en diferentes partes del país, lo que permitió, según el informe de labores del INAB el manejo de 2,643 hectáreas de bosque, involucrando a 35 comunidades rurales y urbanas, con la participación activa de más de 10,000 familias beneficiadas<sup>195</sup>.

194- Ortiz (2,013).  
195- INAB (2015a).

Estos ejemplos incipientes de pago por servicios ambientales o mecanismos de compensación, muestran que estas iniciativas pueden ser una respuesta para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas, pero antes se deben incluir en el marco legal y político del sector forestal de tal forma que se puedan desarrollar mecanismos de compensación, relacionados con el agua (regulación de caudales para distintos fines) y con la fijación y almacenamiento de carbono<sup>196</sup>.

### Medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en torno al bosque

El instrumento de política orientador del INAB en cambio climático lo constituye la Agenda Institucional de Cambio Climático 2013-2016.

Bajo este marco, el INAB, como entidad pública, honra los compromisos institucionales contemplados en la Ley Marco de Cambio Climático, tal como se estipula en el Artículo 15 del Decreto 7-2013, en donde se establece la elaboración de planes estratégicos institucionales de reducción de vulnerabilidad, adaptación y mitigación ante este fenómeno global<sup>197</sup>.

Dentro de esta temática, el INAB está liderando una iniciativa para reducir la deforestación y la degradación de los bosques, con planes que permitirán que el país pueda facilitar procesos de cambios transformacionales en el sector forestal, pilotear modelos replicables que generen vínculos con el manejo forestal sostenibles y logren la reducción de gases de efecto invernadero en el largo plazo, así como facilitar la obtención de recursos financieros adicionales para REDD+<sup>198</sup>.

En el marco de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala (LEDS), el INAB está trabajando en el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático, para lo cual se están definiendo las bases para establecer un sistema de contabilidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (USCUS)<sup>196</sup>.

Como parte de este proceso, se cuenta con un documento de análisis de funciones y responsabilidades para la creación de una unidad de inventarios de GEI del sector forestal. Está en proceso de establecer las bases para el diseño, elaboración e implementación de una estrategia LEDS para el sector forestal<sup>200</sup>.

En el 2015, el INAB, como parte de la Mesa de Restauración del Paisaje Forestal, lanzó públicamente el 14 de mayo de 2015 la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal. Como parte del proceso de implementación de la Estrategia se ha dado inicio el apoyo de la cooperación técnica financiera para establecer proyectos que puedan ejercer un adecuado proceso de restauración paisajístico<sup>201</sup>.

### Ley PROBOSQUE

Tiene por objeto aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques, a través del cual se otorgarán los incentivos contemplados en esta Ley. Este programa, para los efectos de la presente Ley, se denomina PROBOSQUE<sup>202</sup>.

196- Ortiz (2,013).  
197- INAB (2,013).  
198- INAB, CONAP, UVG y URL. (2012).  
199- INAB (2,013).  
200- INAB (2015b).  
201- INAB (2015a).  
202-INAB (2015b).

Esta ley permitirá a propietarios incluir a tierras mayores a 15 hectáreas, y se está planteando que dure 30 años en lugar de los 20 años del primer plan, lo que permitirá extender la vida a los proyectos que tengan pendiente su ciclo técnico dentro de los 20 años. Esta ley realmente es una herencia hacia las siguientes generaciones, en torno al cambio climático, ya que promueve períodos prolongados de tiempo, además de generar empleos en el sector forestal<sup>203</sup>.

Además de las plantaciones, regeneración y bosque natural planteadas por PINFOR, con PROBOSQUE se incluyen sistemas agroforestales y restauración del paisaje forestal, abriendo las puertas a los arreglos locales de pago por servicios ambientales. Delega en el INAB la representación ante mercados internacionales para negociar créditos por reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Mecanismo REDD+

El mecanismo REDD+ surge en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) como parte de los esfuerzos para mitigar los efectos del cambio climático. Este mecanismo pretende contribuir con la reducción de las emisiones globales de carbono provenientes de la deforestación y degradación forestal, ofreciendo incentivos financieros para detener o revertir la pérdida de los bosques<sup>204</sup>.

Este mecanismo es un proceso que busca responder y producir una mejora significativa en los compromisos internacionales que Guatemala ha adquirido en el marco del cambio climático, aunque es un tema que aún se está dando a conocer en el país, por lo que no extrañaría que tenga un proceso de aceptación algo paulatino.

Guatemala está preparando su Estrategia Nacional REDD+, la cual deberá responder a las directrices y requerimientos metodológicos de la CMNUCC, entre ellos, el abordaje, respeto y cumplimiento de las salvaguardas REDD+.

Para ello, se recomienda a los países construir y diseñar un enfoque nacional de salvaguardas como una estructura para garantizar el abordaje, respeto y cumplimiento de las salvaguardas REDD+, de acuerdo al contexto nacional de cada país. Para desarrollar un enfoque nacional de salvaguardas es indispensable que los países realicen una interpretación de las salvaguardas de la CMNUCC y con ello definir entre otros aspectos, el marco legal, institucional y de cumplimiento con base en el contexto político y legal del país, para asegurar la manera en la cual sus programas o estrategias REDD+ abordarán, respetarán y cumplirán con las salvaguardas y definir estructuras para poder reportarlo<sup>205</sup>.

En el abordaje debe de incluir todas las personas involucradas en gobernanza forestal, gremio forestal, CONAP, INAB, MAGA, universidades, empresas privadas que trabajan en bonos de carbono, pueblos indígenas etc.

En este sentido, se desarrolló el primer taller nacional de interpretación y construcción del enfoque nacional de salvaguardas con el fin de reunir a las múltiples partes interesadas de la Estrategia Nacional REDD+ y con ello, además de iniciar la interpretación de las salvaguardas, realizar un primer ejercicio para definir de manera preliminar los principios, objetivos, indicadores y el marco legal, institucional y de cumplimiento para cada salvaguarda, los cuales servirán para identificar cómo se abordarán, respetarán y cumplirán con las salvaguardas REDD+ en el marco de la Estrategia Nacional REDD+.

Después de construir el documento de primera aproximación del Enfoque Nacional de Salvaguardas en el Marco de la Estrategia REDD+, el GCI procedió a realizar un ejercicio de validación de los objetivos e indicadores nacionales de este enfoque, con lo cual se dio paso a tener un documento sólido y validado por las partes interesadas<sup>148</sup>.

203- Gómez (2015).

204- MARN (2015).

205- MARN (2015).

Hay un componente importante en este mecanismo, que se denomina MRV (monitoreo, reporte y verificación), proceso que generará información verificable sobre las emisiones de GEI relacionadas con deforestación y degradación forestal, así como la remoción de las mismas por incremento de los stocks de carbono.

También considera al monitoreo comunitario, de componentes no carbono. El componente de reporte estará a cargo del MARN y responde al compromiso de informar bianualmente a la CMNUCC los resultados de las actividades de monitoreo.

Por último, el componente de verificación está a cargo de un ente verificador externo avalado por la CMNUCC, el cual debe velar porque el reporte de país o del proyecto REDD+ refleje los resultados reales de reducción de emisiones<sup>206</sup>.

### Salvaguardas REDD+

Los bosques en Guatemala deben de ser protegidos al momento de ser implementada la metodología REDD+, tomando en cuenta a los actores principales, que pueden ser afectados si no se considera su contexto en el sistema, por eso es que se han creado 7 salvaguardas las cuales son<sup>207</sup>:

- a) La complementariedad o compatibilidad de las medidas con los objetivos de los programas forestales nacionales y de las convenciones y los acuerdos internacionales sobre la materia.
- b) La transparencia y eficacia de las estructuras de gobernanza forestal nacional, teniendo en cuenta la legislación y la soberanía nacional.
- c) El respeto de los conocimientos y los derechos de los pueblos indígenas y los miembros de las comunidades locales, tomando en consideración las obligaciones internacionales pertinentes y las circunstancias y la legislación nacionales, y teniendo presente que la Asamblea General de las Naciones Unidas ha aprobado la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.
- d) La participación plena y efectiva de las partes interesadas, en particular, la de los pueblos indígenas y las comunidades locales, en las acciones mencionadas en los párrafos 70 y 72 de la presente decisión.
- e) La compatibilidad de las medidas con la conservación de los bosques naturales y la diversidad biológica, velando porque las que se indican en el párrafo 70 de la presente decisión no se utilicen para la conversión de bosques naturales, sino que sirvan, en cambio, para incentivar la protección y la conservación de esos bosques y los servicios derivados de sus ecosistemas y para potenciar otros beneficios sociales y ambientales.
- f) Acciones para hacer frente a los riesgos de reversión.
- g) Acciones para reducir el desplazamiento de emisiones.

Es importante considerar que no existe una salvaguarda que explique el factor económico de cada proceso, además de no tener una participación clave el sector, cañero, la palma africana, el Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Comunicaciones, que en su momento podrían ser actores cuyas acciones puedan considerarse como amenazas al bosque<sup>208</sup>.

206- (Fuentes, 2015)

207- (MARN, 2015).

208- (MARN, 2015).

## K'atun 2032 en relación a los bosques

El K'atun 2032<sup>209</sup> plantea una apuesta por el desarrollo sostenible dentro del marco de varios ejes estratégicos, y dentro de estos pilares se encuentra el sector forestal, el cual debe tomarse en cuenta dentro de las prioridades a futuro, afirmando que el propósito de estos ejes son dar respuesta a los problemas que se han venido formado a lo largo de los años, entre ellos el sector forestal.

Dentro de estas soluciones para los bosques de Guatemala, encontramos las siguientes:

- Fortalecer la institucionalidad del sector forestal.
- Mejorar la gobernabilidad del sector forestal.
- Facilitar el desarrollo de mercados de carbono.
- Fortalecer los roles de los operadores de justicia ambiental.
- Asignar recursos económicos del Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado para garantizar la conservación, manejo y recuperación de los bosques.
- Disminuir la ocurrencia de incendios forestales e implementar estrategias integrales para su prevención.
- Apoyar la implementación de las acciones del Plan Interinstitucional para la Prevención y Reducción de la Tala Ilegal.
- Fortalecer las concesiones forestales comunitarias y promover la organización y participación de las comunidades locales en actividades de manejo forestal sostenible.
- Fortalecer y asegurar la permanencia de los esquemas de incentivos forestales orientados a la protección, conservación y manejo sostenible de los bosques naturales.
- Realizar una restauración ecológica considerando el mapa de restauración ecológica y las tierras con capacidad de uso para la conservación y protección de bosques.
- Implementar incentivos para la conservación y protección de bosques naturales en tierras con capacidad de uso para protección de bosques o en territorios que las comunidades locales consideren como prioritarios de acuerdo con sus modos de vida.
- Disminuir la tala ilegal y la presión sobre bosques naturales.
- Fortalecer las acciones de control y vigilancia en áreas de bosques naturales para disminuir la tala ilegal y la ocurrencia de incendios, y realizar, a la vez, un adecuado monitoreo de plagas y enfermedades.
- Replicar experiencias de normas de gobernanza local para la conservación y protección de bosques naturales.
- Implementar incentivos para el manejo sostenible de los bosques y para la restauración ecológica con fines de manejo.
- Fortalecer la industria forestal y monitorear su desempeño.
- Promover plantaciones forestales con fines de producción, priorizando tierras con esta capacidad de uso y tomando en cuenta el mapa de restauración forestal.
- Fortalecer esquemas de certificación forestal.
- Fortalecer la silvicultura de plantaciones forestales y lograr el establecimiento de al menos 170,000 hectáreas de plantaciones forestales con fines de producción, priorizando tierras con capacidad de uso para producción forestal.
- Implementar proyectos de incentivos forestales para el establecimiento de plantaciones con fines de aprovechamiento sostenible, involucrando a grupos organizados a nivel local y/o comunal.

209- K'atun (2014).

## Producción más limpia y sostenibilidad ambiental

En 2010, el MARN creó la Política de Producción Más Limpia (P+L), la cual se centra en disminuir los problemas ambientales generados por la industria desde su origen. Sobre la base de la responsabilidad compartida, la protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, el crecimiento económico y el bienestar social, la Política instituyó el Comité Coordinador de Producción Más Limpia, que agrupa a actores de los sectores público y privado, así como académico y otros grupos de la sociedad civil<sup>210</sup>.

Dentro de los grandes logros de la Política y la Estrategia de Producción Más Limpia se encuentra la firma del Primer Acuerdo Voluntario en P+L en Guatemala, entre las autoridades del MARN y 26 empresas del Sector Químico del país.

### Actores participantes en el primer acuerdo voluntario en Guatemala en Sector Químico

#### Sector privado:

- Gremial de Fabricantes y Distribuidores de Productos Químicos Industriales (GREQUIM).
- Cámara de industria de Guatemala (CIG).

#### Por parte del sector público:

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Programa Nacional de Competitividad (PRONACOM), del Ministerio de Economía (MINECO).
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

Otro logro importante es la institucionalización del "**Día de la Producción Más Limpia**": el 10 de Julio de cada año.

Desde el año 2015 el MARN impulsó el tema de P+L en Guatemala, creando el Departamento de Producción más Limpia, sustituyendo a la Unidad de P+L de esta institución.

Otro actor clave de la Producción Más Limpia ha sido la participación del Sector Privado Organizado y sociedad civil del país a través del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia. El objetivo del CGP+L es desarrollar y proveer las condiciones necesarias, fomentar la capacidad local en la aplicación de Producción más Limpia y temas relacionados, contribuyendo con la eficiencia, competitividad, compatibilidad ambiental y desarrollo social de las organizaciones privadas y públicas a nivel nacional<sup>211</sup>.

A continuación, algunas cifras de la gestión institucional del CGP+L para el período 2002-2016:

- 7 ediciones del Congreso Nacional de Producción más Limpia
- Asistencia a 520 empresas
- Ejecución de 48 proyectos financiados por cooperación internacional.
- A partir de la implementación promedio determinada se han estimado los siguientes beneficios económicos y ambientales:

210- MARN, *Departamento de Producción Más Limpia y Sostenibilidad Ambiental* (2016).

211- CGP+L (2015) *Centro Guatemalteco de Producción más Limpia* <http://cgp.org.gt/>

- Ahorro económico acumulado de Q557 millones.
- Reducción en el consumo de agua de 90.3 millones de m<sup>3</sup> anuales, equivalente al consumo anual de 1.5 millones de familias.
- Reducción en el consumo de energía eléctrica de 46.3 millones de KWhr anuales, equivalente al consumo anual de 12,100 familias.
- Reducción en el consumo de combustibles de 53.7 millones de galones anuales, equivalente al funcionamiento continuo anual de 94 mil vehículos.
- Reducción en la emisión anual de 184 mil toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalente a la fijación de carbono de 73.8 millones de árboles.

### El gasto público y la biodiversidad nacional

Según la SEGEPLAN (2010) en Guatemala el marco político vigente está conformado por 43 políticas de tipo sectorial y transectorial, de las que aproximadamente una cuarta parte corresponde a políticas cuyo objeto principal es la protección y manejo del ambiente y los recursos naturales. Por otro lado, el 65% de dicho marco político incluye, al menos, una línea de acción relacionada con el tema medioambiental, mientras que el 53% lo incorpora dentro de sus principios.

En este sentido, se constata que la mayoría de las políticas toma en cuenta las prioridades ambientales para su implementación; sin embargo, solo el 9% posee metas específicas relacionadas con el ambiente y los recursos naturales, la mayoría de las cuales carecen de un presupuesto fijo para su implementación.

Ante esta situación, en 2014 se lanzó la Iniciativa para la Financiación de la Biodiversidad (BIOFIN) cuyo objetivo es promover un nuevo enfoque metodológico para fomentar una mayor inversión en temas de biodiversidad, fomentar cambios referidos a la protección de la biodiversidad y los servicios ambientales, tanto a nivel financiero como político. Tras la primera evaluación se determinó que el desembolso total en este ámbito alcanzó los U\$D331.16 millones, de los cuales el 67% proviene del sector público y el 33% del sector privado. De igual manera, se observó un incremento que va de los U\$D53.5 millones en el año 2010, a los 81.5 en 2014, lo que representa un 0.13% y 0.14% del PIB nacional, respectivamente. Dicho informe también establece que la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica asciende a los 82.13 millones de dólares, con un 12% del gasto que no estuvo alineado a esta cifra, y una brecha de inversión entre U\$D52.6 y U\$D66.23 millones.

A partir del año 2010 se observa que el rubro destinado a la protección de la diversidad biológica y del paisaje presenta una caída considerable, en términos porcentuales, ya que pasa de representar el 76% en dicho año a ser solo el 52.40% en el año 2014, a pesar de ser el mayor valor absoluto de los últimos 5 años (Cuadro 67).

**Cuadro 67 Gasto en medio ambiente y biodiversidad en millones de quetzales**

	2010	2011	2012	2013	2014
Gasto en ambiente	359	618	696.2	628.1	720.7
Protección de la diversidad biológica	273.1	218.1	363.3	370.1	377.9
Gasto de biodiversidad/Gasto en ambiente	76%	35.30%	52.20%	58.90%	52.40%

Fuente: BIOFIN (2014).

La inversión por parte del sector privado, Cuadro 68, ha mantenido la tendencia al aumento, siendo las actividades relacionadas a la protección de la biodiversidad biológica y paisajes las que mayor inversión han percibido, mientras que las actividades relacionadas a la investigación y protección del medio ambiente presentan una baja inversión privada.

**Cuadro 68 Gasto privado en Biodiversidad en millones de dólares**

	2010	2011	2012	2013	2014
Protección de la biodiversidad biológica y los paisajes	10.11	12.66	14.04	14.9	16.84
Otras actividades de protección de la biodiversidad y los paisajes	6.61	4.84	6.55	7.64	7.17
Investigación y desarrollo para la protección del medio ambiente	0.5	0.5	1.29	3.03	3.36
Gasto total en biodiversidad	17.22	18	21.88	25.58	27.37

Fuente: BIOFIN (2014).

El Cuadro 69 muestra el desembolso de la inversión privada cuanto a las agencias ejecutoras, siendo el sector productivo y otros cooperantes quienes han aportado la mayor cantidad de recursos, mientras que las ONG's y sector académico contribuyen en menor cantidad, aunque esto no significa que el aporte no sea del todo significativo, pues para el año 2014 el aporte de dicho sector representó casi el 20% de la inversión privada.

**Cuadro 69 Gasto del sector privado en ambiente por agencia ejecutora**

	2010	2011	2012	2013	2014
Sector productivo	7.82	8.32	15.25	15.45	16.06
Cooperantes	8.3	9.42	9.47	11.7	14.11
ONG's y academia	5.09	4.56	4.65	6.12	7.34

Fuente: BIOFIN (2014).

Los datos obtenidos del informe de BIOFIN muestran que gran parte del presupuesto asignado al CONAP se destina a gastos de funcionamiento, Cuadro 70, dejando un rubro casi inexistente para actividades de inversión. Para el año 2014, el gasto en inversión representó únicamente el 0.008% del gasto total de esta institución, sin embargo, esta inclinación en la ejecución de gastos se justifica en las actividades del CONAP, las cuales están enfocadas en mantener las áreas protegidas del país, actividad que demanda de mucho recurso humano dedicado al resguardo de las áreas administradas.

Datos aportados por el informe del Estado de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas para Latinoamérica, señalan que en el año 2008 el presupuesto asignado al CONAP fue el equivalente al 0.001% del Presupuesto General de la Nación, a pesar que la institución, a través del SIGAP, en la actualidad aporta más de 6,000 millones de quetzales, rubro que representó el 13% del presupuesto general de la Nación para ese mismo año.

**Cuadro 70 Gasto CONAP**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Inversión	3.6	8.3	6.4	17.5	23.1	4.7	0.4	0.3	0.7
Funcionamiento	27.3	36	37.7	44	40.5	84.9	71.5	78.9	82.9

Fuente: BIOFIN (2014).

Luego de analizar estos resultados queda en evidencia que se requieren más recursos para poder desarrollar las actividades que aseguren la protección óptima de las Áreas Protegidas Guatemaltecas, ya que dos terceras partes de la superficie de estas áreas no cuentan con un plan financiero (para más detalles ver Cuadro 71). Esta situación representa una seria amenaza para la conservación de la diversidad biológica del país ya que si se quiere alcanzar las metas establecidas en la política de diversidad biológica se debe hacer una erogación mayor de recursos financieros.

Cuadro 71 Situación financiera de las Áreas Protegidas en Guatemala.

Aspectos	Cantidad	%
Total de áreas protegidas	328	100
Áreas protegidas con plan maestro	50	15.2
Áreas protegidas que cuentan con plan financiero	44	13.4
Áreas protegidas que NO cuentan con plan financiero	6	1.8
Superficie total de áreas protegidas (ha)	3,440,262.74	100
<b>Total de superficie de áreas protegidas que cuentan con plan financiero (ha)</b>	<b>1,223,890.84</b>	<b>35.6</b>

Fuente: BIOFIN (2014).

## Sistema Lítico-Edáfico

### Políticas y leyes relacionadas al suelo y la tierra

Existen varias políticas y leyes que se encuentran relacionadas al tema del suelo y la tierra y que incluyen de alguna manera su protección. Estas contemplan principalmente el ordenamiento territorial como una estrategia para tal efecto, aunque hay algunas que promueven directamente las medidas que eviten la degradación del suelo en áreas productivas. Entre estas políticas y leyes se pueden citar:

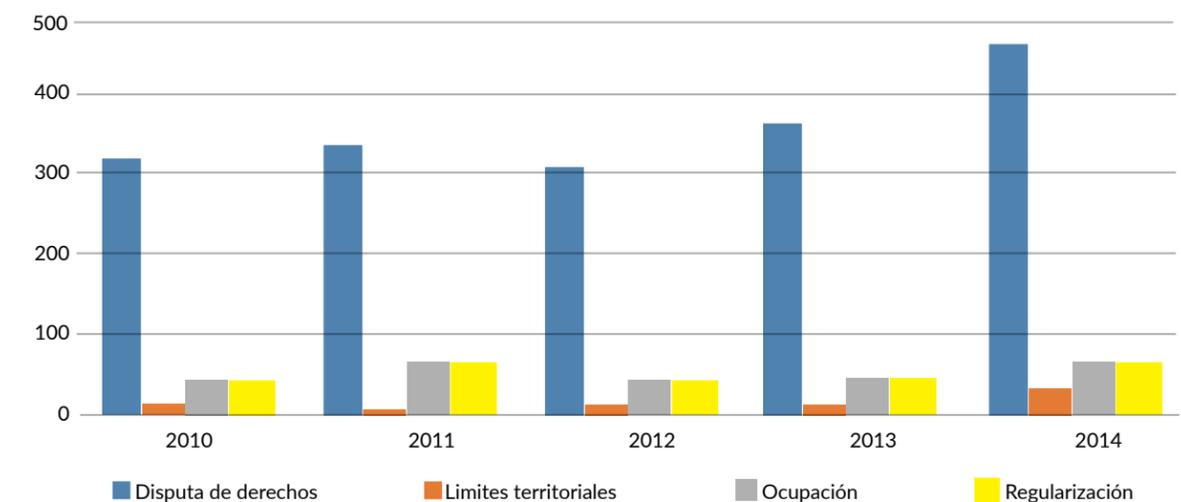
- **Política de Desarrollo Rural Integral:** pretende alcanzar el desarrollo humano integral sostenible en el área rural a través del acceso equitativo y uso sostenible de los recursos productivos, medios de producción, bienes naturales y servicios ambientales. Para su implementación se definen 10 políticas sectoriales y líneas estratégicas entre las que se deben destacar 1) la **Política Agraria**, 2) la **Política Agrícola, Pecuaria, Forestal e Hidrobiológica**; y 3) la **Política Socio Ambiental**.
- **Política Agraria:** pretende reformar y democratizar el régimen de uso, tenencia y propiedad de la tierra a través del acceso a la tierra, la regularización y atención a la conflictividad agraria y ambiental. Como medidas para fomentar el uso racional de la tierra toma al ordenamiento territorial y el impuesto territorial.
- **Política Agropecuaria 2011-2015:** entre los objetivos del eje de territorialidad se encuentra el ordenamiento territorial productivo en el ámbito de su competencia.
- **Política agrícola centroamericana 2008-2017:** se articula sobre i) la competitividad y los agronegocios y ii) el financiamiento y la gestión de riesgos. Uno de los temas transversales es la gestión ambiental, la cual se hace efectiva mediante la Estrategia Regional Ambiental. Esta estrategia contempla cuatro ejes estratégicos entre los que se encuentra el manejo sostenible de tierras, pero sólo se hace mención de ello y de que su resolución será formulada por los ministerios de Agricultura de los siete países en su conjunto.
- **Política de Conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos 2007:** promueve el uso y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales de manera holística, tomando en cuenta diferentes instrumentos, entre los cuales se encuentra el ordenamiento territorial.
- **Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente:** el artículo 16 se refiere al sistema lítico y edáfico.
- **Iniciativa de ley de fomento para el manejo, conservación y restauración de suelos:** como su nombre lo indica, busca gestionar el mejoramiento de la calidad de los suelos a nivel nacional.

- **Ley de Cambio Climático 2013:** manifiesta acciones para la conservación de suelos que tienen que ver con el apoyo para la implementación de planes de ordenamiento territorial, políticos de protección del suelo y políticos sobre el cambio de uso.
- **Código Municipal:** al Concejo Municipal le compete el ordenamiento territorial y control urbanístico de su municipio.
- **Objetivos del milenio:** dentro de estos objetivos, el 6 se refiere a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. En este caso la meta 12 es incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos de medio ambiente.

### Resolución de conflictos

La resolución de conflictos agrarios ha ido aumentando gradualmente en los últimos años. En el período comprendido entre 2010-2014, la Secretaría de Asuntos Agrarios ha resuelto 2282 casos, de los cuales, la mayoría corresponde a la disputa de derechos (Figura 106)

Figura 106 Número de casos resueltos según tipo de conflictividad, años 2010-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Asuntos Agrarios.

**Disputa de derechos:** es cuando dos o más personas disputan simultáneamente la propiedad o posesión de la misma finca o inmueble.

**Límites territoriales:** situación donde dos o más partes pugnan por una fracción aladaña entre ambos terrenos, y poseen títulos que los amparan.

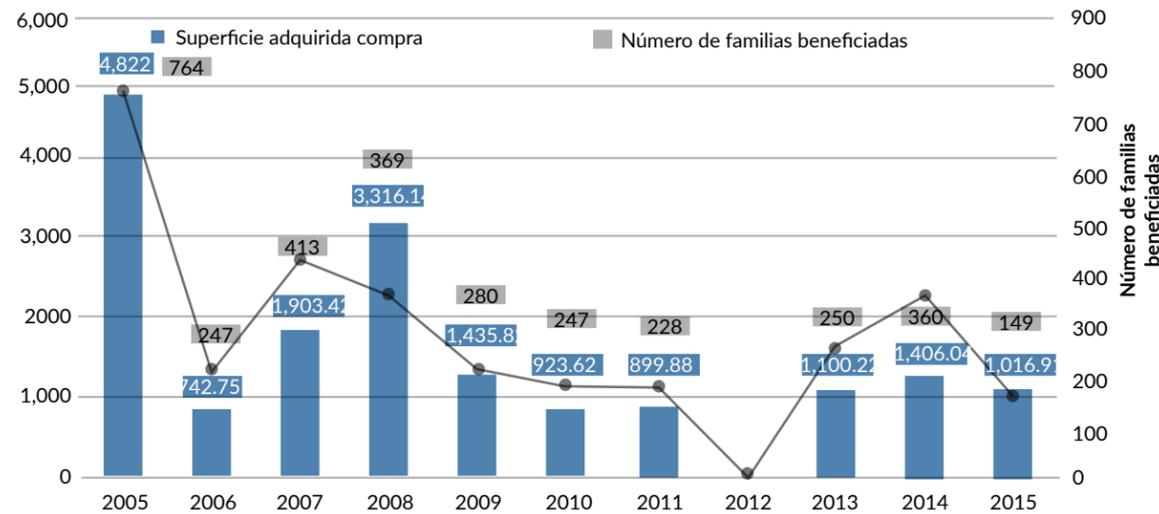
**Ocupación:** es cuando se aglutinan aquellos donde personas o comunidades se posesionan de terrenos que registradamente son propiedad de otro u otra, ya sea del Estado, de un particular o de una persona jurídica. Conforme a la legislación penal, estos casos se tipifican con el delito de usurpación y la calidad de usurpadores para quienes la ocupan.

**Regularización:** es cuando los conflictos cuya causa principal es la ausencia de la legalización de las posesiones.

### Acceso a la tierra agropecuaria

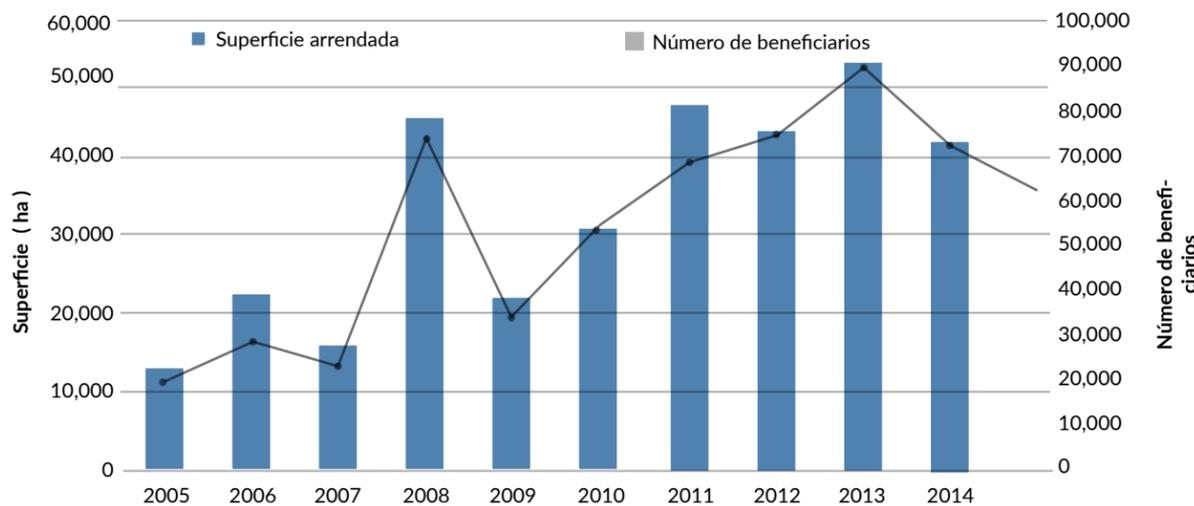
En el período comprendido entre 2005-2015, FONTIERRAS benefició con acceso a la tierra a través de la vía compra a 3,307 familias para acceder a 17,567.64 ha (Figura 107). En este mismo período se beneficiaron también a 577,711 personas con créditos para acceder a 375,257.05 ha por la vía del arrendamiento (Figura 108).

Figura 107 Número de familias beneficiadas con acceso a la tierra por parte de FONTIERRAS por la vía compra.



Fuente: Elaboración propia con datos de la base de Fontierras.

Figura 108 Número de beneficiados con acceso a la tierra por parte de FONTIERRAS por la vía del arrendamiento.



Fuente: Elaboración propia con datos de la base de Fontierras.

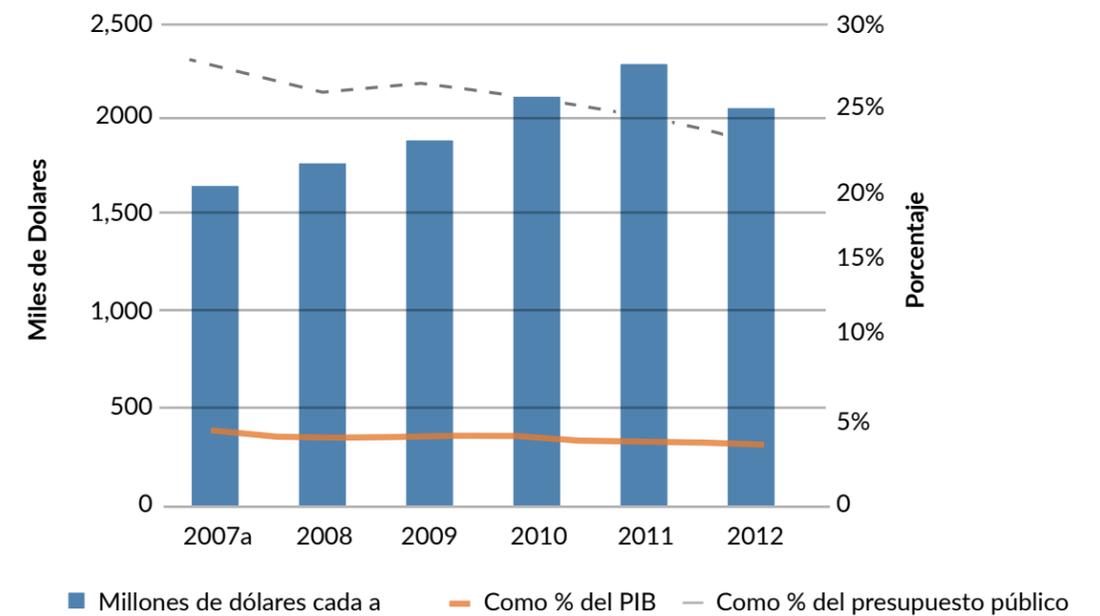
### Gasto público y desarrollo rural

Como se estableció en las secciones en las que se analizan las fuerzas motoras y las presiones, la situación que enfrentan las poblaciones rurales (pobreza y exclusión social, disponibilidad y acceso a la tierra, acceso a crédito, patrones de producción que inciden en la sobreutilización de los suelos y fragmentación de la tierra, entre otros) incide en la degradación del Sistema Lítico-Edáfico. Es por esto que es esencial desarrollar políticas y programas para promover el desarrollo rural en el país y para esto es fundamental trabajar para reducir la pobreza, promover el empleo, mejorar los servicios de educación, protección y social, el acceso a servicio de agua y la reconstrucción del tejido social.

Dicho de otra forma, la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales está vinculado a una serie de problemas sociales y económicos que deben ser resueltos para poder alcanzar la sostenibilidad ambiental. Con base en este planteamiento y tomando en cuenta que el presupuesto público refleja la prioridad que se da al tema, se hace evidente que parte de las respuestas que da el Estado pasan por el presupuesto que se destina para desarrollo rural.

El ICEFI (2015) indica que el Gasto Público en Desarrollo Rural (GPDR) en el período 2007-2012 pasó de U\$D1,695.77 millones a U\$D2,135.08 millones, alcanzando un valor máximo en 2010 de U\$D2,193.78 millones (Figura 109), aunque esta cantidad pudiera parecer bastante grande y pareciera que el incremento a lo largo del tiempo ha sido importante. Este mismo autor indica que al hacer una lectura técnica del asunto, se evidencia una pérdida en tanto en la prioridad macroeconómica (que se obtiene al comparar los recursos destinados a desarrollo rural con el tamaño de la economía), como en la prioridad fiscal (que se estima al comparar los recursos destinados para el tema con el tamaño del presupuesto).

Figura 109 Indicadores del Gasto Público en Desarrollo Rural en Guatemala.



Fuente: ICEFI (2015).

Al analizar los requerimientos para fortalecer al sector rural en el país, Icefi (2016a) concluye que es necesario que el GPDR pase de 0.32% del PIB de 2016 a 1.52% del PIB en 2,025. Para hacer estas estimaciones, el autor indica que se deben desarrollar cinco ejes con un total de 26 programas, en los que se debe realizar una inversión que en 2016, 2,020 y 2,025 debe ser de U\$D 1,465.9 millones, U\$D3,008.7 millones y U\$D 8,586.1 millones.

## Ciudades Sostenibles

### Instrumentos normativos, de política y planificación

- **Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Guatemala:** este menciona que la ciudad de Guatemala ha crecido más en la última década que en toda su historia previa, y se prevé que el espacio urbano se duplicará para el 2020 albergando 3.3 millones de personas en toda el área metropolitana. Según se manifiesta en este plan, el objetivo es guiar el desarrollo urbano de mayor intensidad hacia las áreas de mayor movilidad a la vez que se protegen áreas ambientalmente valiosas y de mayor riesgo a desastres como los barrancos del desarrollo urbano excesivo (Municipalidad de Guatemala, 2006).
- **Acuerdo Gubernativo No. 111-2005:** Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos.

### Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos

Contempla situaciones como el aumento de la cantidad de los desechos (debido al crecimiento de la población de las ciudades que a su vez se deriva de la migración del campo a la ciudad) y la descoordinación, falta de planificación e incumplimiento de leyes y normas que definen las funciones de cada institución y dificultan la prestación de asistencia técnica, entorpeciendo el control de impactos generados por los residuos sólidos al ambiente y a la salud.

Su objetivo general es reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos. Contempla tres programas que son: 1) el **fortalecimiento de la institucionalidad**, 2) el **programa de inversiones** y 3) el **programa de comunicación y participación social** (Presidencia de la República de Guatemala, 2005).

- **Segunda comunicación nacional sobre cambio climático en Guatemala:** en las acciones orientadas a la mitigación del cambio climático, en el sector desechos y como una medida para la reducción de gases de efecto invernadero se menciona que se deben contemplar proyectos de generación eléctrica aprovechando los gases como el CH<sub>4</sub> provenientes de los desechos sólidos (MARN, 2015).
- **Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032:** respecto a los desechos sólidos, tiene como meta que el 100% de los municipios implemente acciones participativas de manejo integrado de los desechos sólidos y se encuentre organizado para el tratamiento de sus desechos por medio de rellenos sanitarios con tecnología avanzada<sup>212</sup>.

112- CONADUR/SEGEPLAN (2014).

## Respuestas Cambio Climático

### Políticas, estrategias y planes nacionales sobre cambio climático

A nivel internacional, Guatemala es partícipe de diversos tratados y convenios multilaterales en la temática de cambio climático. En 1995, ratificó su compromiso con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), así como el Protocolo de Kioto, en 1999. A nivel regional es un importante actor dentro de los Convenios Centroamericanos sobre Cambio Climático (1993, 1996) y la Declaración de San Pedro Sula (2008) que han derivado en el trabajo conjunto regional en la implementación de medidas coordinadas en atención a vulnerabilidades compartidas y fenómenos climáticos (CGIAR, 2016). En el cuadro 72 se presentan los tratados internacionales, normatividad y estrategias relacionadas con cambio climático, agricultura, seguridad alimentaria, agricultura, gestión de riesgo y forestal en Guatemala.

**Cuadro 72** Tratados internacionales, normatividad y estrategias relacionadas con cambio climático, agricultura, seguridad alimentaria, agricultura, gestión de riesgo y forestal

Área	Normatividad
Cambio Climático	CMNUCC, 1995 (Ratificación)
	Protocolo de Kioto, 1999 (Ratificación)
	Declaración de San Pedro Sula, 2008
	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, 2013
	Ley de Incentivos para Energías Renovables, 2003
	Política Nacional de Cambio Climático, 2009
Seguridad Alimentaria	Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y Recursos Naturales, 2007
	Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2005
	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2006
	Pacto Hambre Cero, 2012
	Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2012-2016
	Plan Estratégico de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2012-2016
Agricultura	Convenio de la ONU contra la Desertificación en países afectados por Sequía Grave o Desertificación, 1998
	Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, 2009-2016
	Política Agropecuaria, 2011-2015
Gestión de Riesgo Forestal	Marco de Acción de Hyogo, 2005
	Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado, 1996
	Reglamento de la Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2012
	Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres en Guatemala, 2011
	Ley Forestal, 1,996
Reglamento de la Ley Forestal, 2005	
Política Nacional Forestal, 1,999	

Fuente: CGIAR (2016)

En el cuadro anterior es importante analizar, que gran porcentaje de los esfuerzos legales nacionales e internacionales busca proteger los recursos naturales del país, este marco legal ayuda a los tomadores de decisiones a analizar, cómo Guatemala puede contribuir a la adaptación y mitigación usando de base las leyes ya establecidas en el país.

### Respuestas propuestas por el Gobierno de Guatemala

Otras acciones emprendidas por el Ejecutivo incluyen mecanismos, acciones, planes, fortalecimiento institucional y otras, entre las cuales destacan las siguientes:

- a) Diseñar los mecanismos y ejecutar las acciones que permitan hacer operativos los planes de mitigación establecidos en la Ley de Cambio Climático.
- b) Fortalecer capacidades institucionales para la generación de información base que permita la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.
- c) Desarrollar sistemas de reporte y verificación de la información.
- d) Realizar curvas de abatimiento para orientar la mitigación efectiva de gases de efecto invernadero.
- e) Realizar ajustes en los marcos legales para la fiscalización de emisiones, los reportes de las empresas y la implementación de pagos por servicios ambientales.
- f) Analizar el potencial de mitigación de sectores y cálculo de los costos de abatimiento.
- g) Fortalecer las unidades de cambio climático existentes en las instituciones.
- h) Concertar con los diversos sectores para eliminar incentivos perversos que induzcan o promuevan la deforestación o degradación de ecosistemas forestales.
- i) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero ocasionada por el cambio de uso de la tierra y la silvicultura. Considerando que éste es uno de los sectores que más emite gases de efecto invernadero y tomando en cuenta las principales causas de la deforestación.
- j) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario.
- k) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector energía. Las medidas de mitigación deben estar orientadas a la diversificación de la matriz energética, lo cual implica el desarrollo de energías renovables; promover la eficiencia energética en industrias y servicios residenciales; y mejorar la calidad de los combustibles.
- l) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector transporte. Estas medidas de mitigación deben estar enfocadas, sobre todo, en el control de las emisiones ocasionadas por el transporte terrestre.
- m) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector industrial. En este sector, las medidas de mitigación deben enfocarse en la reducción y/o sustitución del combustible de las plantas de procesamiento, para lo cual se requiere promover mecanismos orientados al uso de tecnologías limpias para la generación de energía de uso industrial.
- n) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector de residuos sólidos y líquidos. Las medidas de mitigación para este lineamiento deben enfocarse en el manejo integrado de los desechos sólidos y líquidos.
- o) Generar las condiciones sociales y políticas para la implementación de planes de ordenamiento territorial.
- p) Elaborar planes de ordenamiento territorial integral con enfoque de cuencas que articulen los temas de adaptación y mitigación del cambio climático.
- q) Articular los procesos de ordenamiento territorial con los instrumentos de planificación existentes y con las políticas públicas relacionadas con el desarrollo rural integral, urbano, ambiental y social.
- r) Asegurar que todos los planes de ordenamiento territorial cuenten con un carácter participativo, consideren la pertinencia de pueblos mayas, xinkas, garífunas, etaria y de género, y se enmarquen en el Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (SCDUR).
- s) (SEGEPLAN, 2014)

### Acciones por la iniciativa privada y Gobierno de Guatemala

El Estado en su conjunto enfrenta los retos del cambio climático desde varios mecanismos, así la sociedad civil organizada en el sector privado y el Gobierno desarrollan diversos trabajos y acciones, entre las cuales se pueden citar:

- a) El Instituto Privado de Cambio Climático (ICC), desarrolla el proyecto "Hacia una producción de maíz y frijol adaptada al Cambio Climático", financiado por USAID. Dicho proyecto incide en el desarrollo de las capacidades y en la creación de mecanismos de transferencia de tecnología.
- b) El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), por medio del Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA), en colaboración con la Universidad San Carlos de Guatemala (USAC), han desarrollado material resistente a sequías y tolerantes a plagas en maíz y frijol, con la correspondiente difusión del conocimiento generado.
- c) El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) desarrollan proyectos de recuperación de material genético criollo y de conocimientos ancestrales locales para promover medidas de adaptación al cambio climático.
- d) La red de investigadores conformada por CEAB-UVG, Anacafé, el Colegio de la Frontera Sur, La Universidad Indiana, el Centro Internacional de Políticas Económicas para el Desarrollo Sostenible, la Universidad Nacional de Costa Rica y con el financiamiento del Inter American Institute for Global Change Research (IAI), llevaron a cabo el proyecto regional "Cambios Globales y Café", donde se evaluó el impacto de los pequeños caficultores ante los cambios globales, y las estrategias que éstos usan, así poder sugerir acciones concretas para promover la adaptación, manteniendo el equilibrio en los medios de vida.
- e) El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), en colaboración con la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), el IICA y la Universidad de McGill promueven el proyecto "Inseguridad alimentaria y desnutrición", que busca impulsar la mejora de los sistemas alimentarios de las familias agrícolas en Guatemala.
- f) El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), por medio del Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de Economías Campesinas, han implementado las buenas prácticas agrícolas por el Sistema Nacional de Extensión Rural.
- g) La Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN), para el tema de Prevención de Riesgo tiene en funcionamiento el Sistema Nacional de Información, Monitoreo y Alerta de la Inseguridad Alimentaria y Nutricional, que tiene como objeto caracterizar las poblaciones vulnerables al medir la eficacia de las acciones implementadas por la SESAN.
- h) La organización Acción contra el Hambre en asociación con la CONRED, el ICC, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y la Universidad Galileo, ejecutan el Sistema de Alerta Temprana a inundaciones que busca reducir el impacto ante los fenómenos naturales en las comunidades.
- i) El Ministerio de Agricultura y Ganadería ha estado apoyando y trabajando el tema de gestión de riesgo en el tema de cultivos estratégicos, con el Comité de Prevención y Mitigación de Daños ante Fenómenos Naturales en el Sector Agropecuario.
- j) Estructura Nacional para Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria, tiene como objeto identificar mecanismos de participación por la Vicepresidencia de la República de Guatemala y la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred). La Mesa está conformada por cuatro comisiones de trabajo: identificación y monitoreo de riesgo, reducción de riesgos, planificación y fortalecimiento institucional y estrategia financiera. (MARN, 2016)

## Presupuesto público y cambio climático

En puntos anteriores del trabajo se ha hablado cómo el gasto público es una respuesta del Estado para afrontar los retos ambientales, y el caso del cambio climático no es diferente, es por esto que en esta sección se hará un breve análisis sobre este tema y su relación con este fenómeno climático global.

La información relacionada con Gasto Público en Cambio Climático (GPCC) es bastante limitada, por eso fue necesario utilizar las bases de datos del Ministerio de Finanzas que se encuentran en el portal de Sistema de Contabilidad Integrado (SICOIN), y luego de buscar dentro de los entes de gobierno todas aquellas actividades u obras que estuvieran relacionadas con GPCC se encontró que la inversión acumulada para el período 2011-2014 fue de Q2,532,332 millones, con valores que iban de Q333,979 millones al inicio de este período a Q1,004,163 millones al final del mismo, estas cantidades equivalen al 0.60% y 1.59% del presupuesto nacional devengado en ese período. Aunque al comparar el GPCC con el presupuesto nacional se tiene que es una cantidad pequeña, no es posible argumentar un incremento presupuestario si no se tiene valoración de las necesidades del país; pero al momento de realizar esta investigación no se logró encontrar información que analizara el tema. Luego de entrevistar a técnicos del MARN indicaron que ya se cuenta con un Plan Nacional de Adaptación y Mitigación, pero que no se ha hecho el ejercicio de estimar sus costos y aunque, como se evidencia en el Cuadro 73, el gobierno ya está haciendo algunas inversiones en el tema, la mayoría de las acciones del plan no se están implementando actualmente, por lo que la inversión pública en cambio climático se incrementará cuando se eche a andar dicho plan.

**Cuadro 73 Gasto Público en Cambio Climático GPCC del período 2011-2014**

Indicador	2011	2012	2013	2014	Total general
Adaptación	191,714	2,432	616,378	333,694	1,144,217
Mitigación	141,266	120,100	456,280	670,470	1,388,115
<b>Total CC</b>	<b>332,979</b>	<b>122,532</b>	<b>1,072,658</b>	<b>1,004,163</b>	<b>2,532,332</b>

## Bibliografía

Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlan. (2016). Recuperado el 16 de enero de 2,017, de AMSA: <http://amsa.gob.gt/web/un-ano-de-arduo-trabajo/>

BIOFIN. (2016). Revisión del Gasto Público del Gobierno Central para la Biodiversidad en Guatemala. Guatemala: Oscar Estuardo Villagrán García.

CEPAL. (1999). El fenómeno El Niño en Costa Rica durante 1997-1998. Evaluación de su impacto y necesidades de rehabilitación, mitigación y prevención ante las alteraciones climáticas. (LC/MEX/L.363), 3 de noviembre de 1998.

CGIAR. (2016). Estado del Arte en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria en Guatemala. Guatemala: CGIAR.

Colom de Morán. (2005). Estado de los cambios legales en el marco de la privatización del agua en Guatemala. Nicaragua.

CONADUR/SEGEPLAN. (2014). Plan nacional de desarrollo k'atun: nuestra Guatemala 2032. Guatemala: CONADUR/SEGEPLAN. 502 p.

Díaz, F. (1989). Ecología I Ambiente Físico y Organismos Vivos. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Fuentes, G. 2015. Proyectos REDD+, el sistema de monitoreo, reportes y verificación MRV. Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático. Guatemala.

Gómez, S. R. (17 de Marzo de 2015). Ley Probosque. Guatemala: Prensa Libre.

GWP Centroamérica. (2015). Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica, Guatemala. Honduras.

Icefi. (2015). Desarrollo rural de Centroamérica en cifras: Guatemala. Guatemala: Icefi.

Icefi. (2016). Incidencia de la política fiscal en la desigualdad y la pobreza. Guatemala. Guatemala: Icefi.

INAB. (2013). Informe de labores 2013. Guatemala: INAB.

INAB. (2015a). Informe de labores. Guatemala: INAB.

INAB. (2015b). Probosque. Guatemala: INAB.

INAB, CONAP, UVG, URL. (2012). Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010. Guatemala: INAB, CONAP, UVG, URL.

INE/SEMARNAT. (s.f.). Evaluación de impactos en salud por contaminantes atmosféricos. México, D.F.: INE/SEMARNAT. 64 p.

MARN, M. C. (2015). Enfoque Nacional de Salvaguardas- Guatemala-en el Marco de la Estrategia Nacional REDD+ Grupo de Coordinación Interinstitucional (GCI). Guatemala: MARN, MAGA, CONAP, INAB.

MARN. (2015). Segunda comunicación nacional sobre cambio climático Guatemala. Guatemala: MARN.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (22 de agosto de 2016). Recuperado el 3 de enero de 2017, de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales: [http://www.marn.gob.gt/noticias/actualidad/Buscan\\_crear\\_Autoridad\\_para\\_atender\\_contaminacin\\_en\\_el\\_Ro\\_Motagua](http://www.marn.gob.gt/noticias/actualidad/Buscan_crear_Autoridad_para_atender_contaminacin_en_el_Ro_Motagua)

MINFIN. (14 de Noviembre de 2016). Sistema Integrado de Administración Financiera. Recuperado de <https://sicoin.minfin.gob.gt/sicoinweb/login/frmlogin.htm>

Municipalidad de Guatemala. (2006). Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Guatemala: documento de soporte. V 4.3. Plan de desarrollo metropolitano, Guatemala 2,020. 83 p.

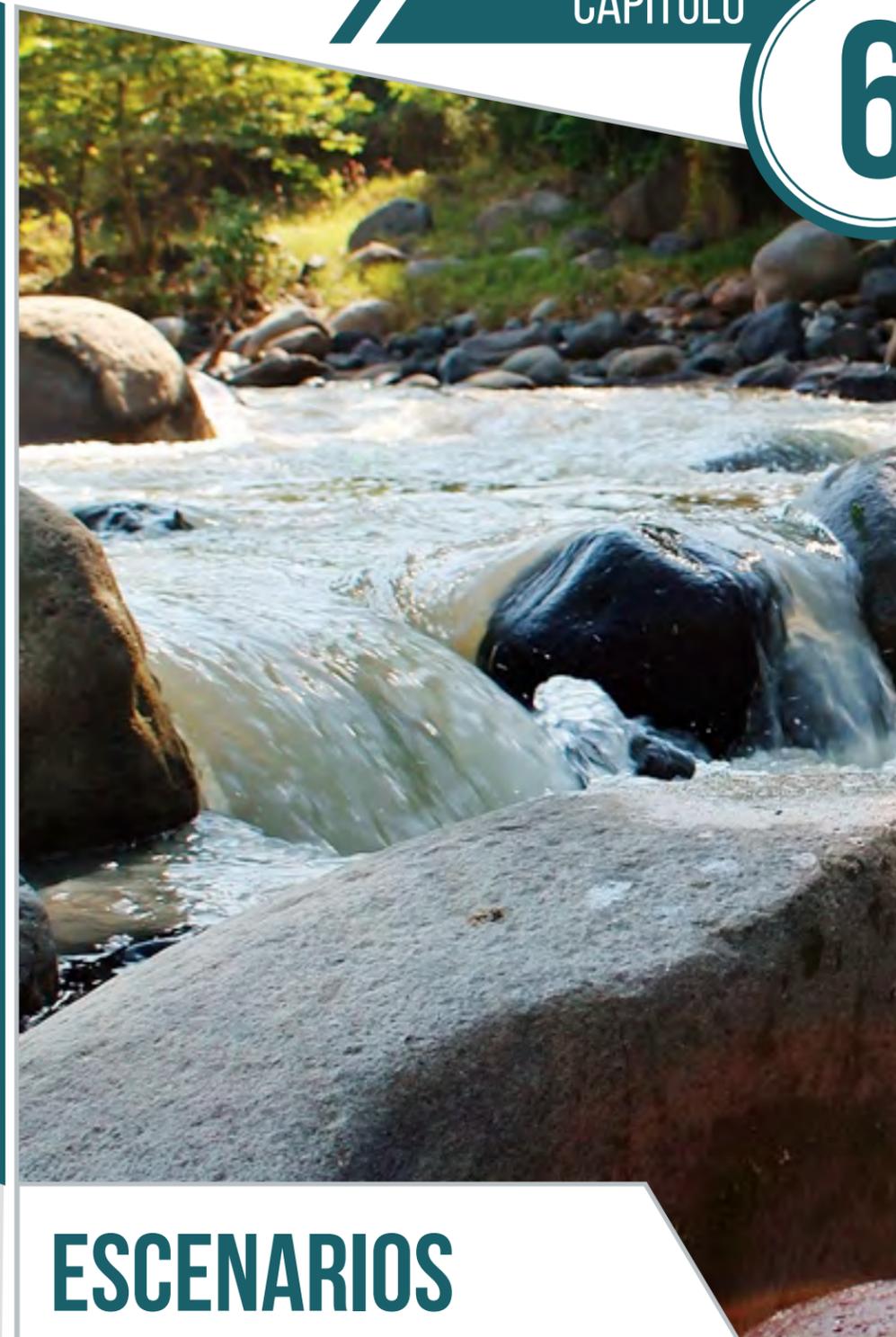
Ortiz, A. (Abril de 2,013). Mecanismos de pago por servicios ambientales relacionados con bosques que debieran ser incluidos en un programa de incentivos forestales y un análisis de coyuntura sobre la distribución de incentivos orientados a la productividad, al manejo y conservación. Guatemala.

Presidencia de la República de Guatemala. (2005). Acuerdo gubernativo No. 111-2005: Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Guatemala.

Zamora Arenales, JW. (2013). Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Guatemala: Facultad de Arquitectura, USAC. 131pp.

CAPÍTULO

6



**ESCENARIOS**

## Luchando Contra la Vulnerabilidad

Los aspectos vinculados a los grandes sistemas componentes del ambiente son variados y dinámicos, lo que hace que el comprenderlos sea complejo. En tal sentido, este informe trata de explicar una amplia gama de aspectos ambientales, ecológicos, socioeconómicos desde la perspectiva de la vulnerabilidad, modelando distintos escenarios y que permitan comprender a futuro cómo disminuirla.

### ¿Por qué la vulnerabilidad?

Guatemala es un caso especial dentro del conjunto de las naciones. Con 108,889 km<sup>2</sup> presenta una importante diversidad biológica y cultural, se encuentra cruzada por importantes fallas geológicas, tanto locales como aquellas vinculadas a importantes placas tectónicas, como la de Norteamérica, Cocos y Pacífico. Así también se ubica en el Anillo de Fuego del Pacífico, que permite que en el país exista una actividad volcánica importante con por lo menos tres volcanes activos como son los de Fuego, Pacaya y Santiaguito.

Su posición geográfica posiciona al país en una zona altamente influenciada por las actividades del océano Pacífico al sur y mar Caribe al noreste.

Así también fenómenos cada vez más recurrentes como el Niño-Oscilación del Sur o ENOS en su ciclo cálido y la Niña o ENOS, en su ciclo frío, están relacionados con importantes alteraciones del ciclo hidrológico, causando variaciones en la precipitación, disponibilidad de agua y evapotranspiración. Esta situación también conlleva la recurrencia de sequías, inundaciones, derrumbes y erosión hídrica a veces muy acelerada. La erosión es un factor importante porque arrastra el suelo, disminuyendo la fertilidad de las tierras agrícolas, contaminando los ríos y complicando el abastecimiento de agua PNUD (2009).

Todo lo anterior coloca a Guatemala entre los 9 países más vulnerables del mundo a los fenómenos meteorológicos extremos, con su cauda de pérdidas de vidas humanas, animales, cosechas e infraestructura, derivado sequías, huracanes y tormentas tropicales.

Entre los años 2006 y 2014 las sequías provocaron pérdidas de hasta el 75% de las cosechas de maíz y frijol agrícolas, con costos que sobrepasan los Q1,500.00 millones, afectando la ya precaria seguridad alimentaria y nutricional, especialmente entre la población en pobreza y extrema pobreza Kreft, et al 2014 (OCHA, 2014) (Guatemala, 2012a).

La ocurrencia de alteraciones en las condiciones del clima ha provocado el brote de enfermedades en zonas en donde históricamente no se reportaban, como el paludismo o el apareamiento de importantes pandemias como el dengue clásico y hemorrágico, así como el zika y chikungunya PNUD, 2009; CEPAL, 2012.

### Construyendo los escenarios

Para construir los escenarios se tomó como base cobertura del bosque, ello porque se tienen datos precisos sobre la dinámica hasta 2010 (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012).

Así también se desarrolló un análisis completo para determinar el volumen de suelo que se erosionaba, con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (Universal SoilLossEquation- USLE-), utilizando los datos de la dinámica forestal 2006-2010.

Los escenarios son:

- Pesimista
- Tendencial
- Optimista

**El Escenario Pesimista** constituye un escenario en donde no se aplica ninguna política ni acción de restauración forestal, es decir, sólo se observa pérdida de bosque. Para realizar los cálculos de deforestación en los años 2030 y 2050 se utilizó el siguiente modelo logístico (González, et al. 2011):

$$D_t = A_{deforest} / (1 + Ke^{bt})$$

En donde:

- D<sub>t</sub> : área deforestada en el momento t
- A<sub>deforest</sub>: área total susceptible de ser deforestada.
- K: relación entre el área disponible y el área deforestada.
- e: base de los logaritmos naturales.
- b: tasa de crecimiento del área deforestada.
- t: tiempo.

Después de calcular la deforestación para dichos años, se realizaron las operaciones matemáticas correspondientes para calcular la cobertura boscosa.

**El Escenario Tendencial** constituye un escenario en donde las condiciones, tanto de pérdida como de ganancia de bosque en el período 2006-2010, se mantienen. En ese período se perdieron 500,219 ha pero se ganaron 354,107 ha, dando una pérdida neta de 146,112 ha. Éstas representan una tasa de pérdida del 1% anual con respecto a la cobertura del año 2010. Para calcular la cobertura boscosa de los años 2,030 y 2,050 se utilizó el modelo logístico citado anteriormente.

**El Escenario Optimista** constituye el escenario en donde se cumplen las metas fijadas por la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal (ENRP) y la ley PROBOSQUE. Se tiene previsto que con base en sus objetivos, se pueda recuperar aproximadamente 1,200,000 ha de bosque para el año 2045 en lapsos de 5 años. Dados estos datos, para el año 2030 se habrían recuperado 600,000 ha. El cálculo de la cobertura boscosa para este escenario se realizó calculando la deforestación para los años 2030 y 2050, utilizando el modelo logístico con la tasa anual del 3.42 % (la tasa del primer escenario), y sumando las 1,200,000 ha que se tienen como meta.

A partir de estos escenarios se derivaron diferentes análisis

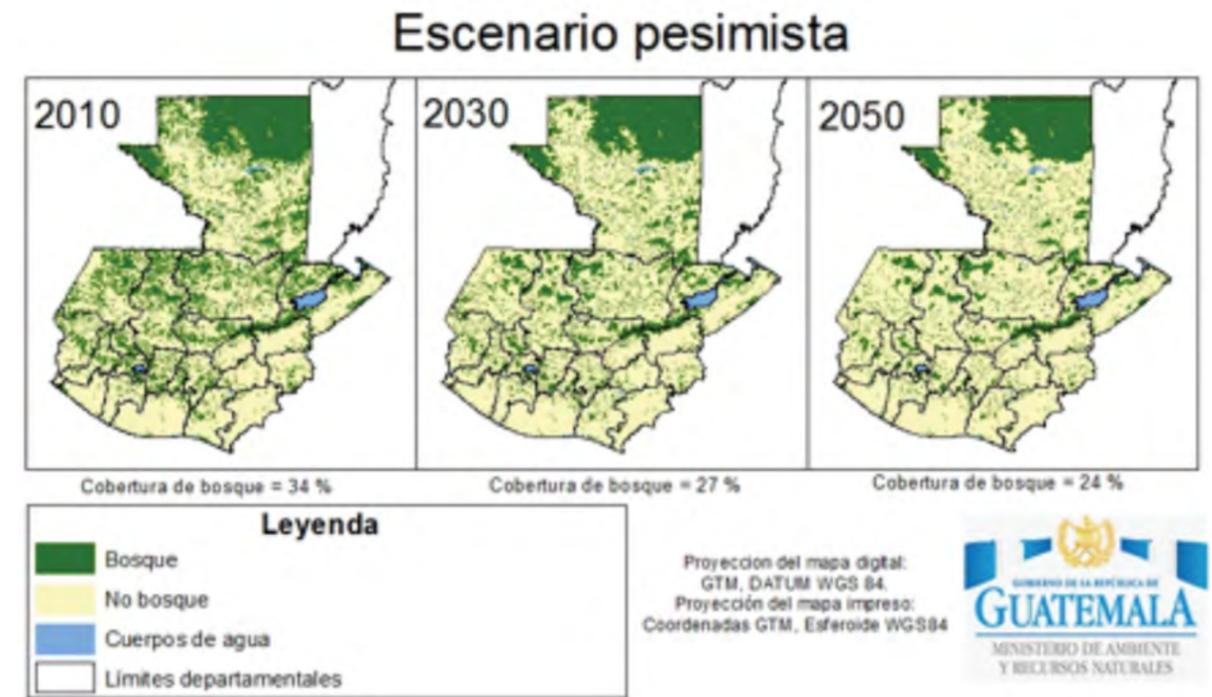
## Escenario Pesimista ¡Dejar Pasar!

Este escenario se construyó pensando en primer lugar en que la deforestación entra en una etapa en la cual el Estado de Guatemala y todas sus instituciones fallan en detenerla y los efectos del cambio climático exacerbaban los incendios forestales, las plagas y las tormentas tropicales, que cada vez tienen mayor capacidad de destrucción.

La deforestación sigue una tendencia igual a la calculada para el año 2010 con una tasa bruta de 3.41% y proyectada para los años 2030 y 2050 (Figura 110).

El Escenario Pesimista “Dejar Pasar” nos da cuenta que si se dejaban de apoyar todas las iniciativas de reforestación, agroforestería y restauración forestal, en un escenario en donde por diversas razones tampoco los ecosistemas son capaces de regenerarse naturalmente, Guatemala transitaría por un contexto en donde para el año 2030 se tendría una cobertura boscosa del 27% y para el año 2050, solo restaría un poco menos de un cuarto de la cobertura en el país.

Figura 110 Escenario pesimista. Deforestación a 2,030 y 2,050.

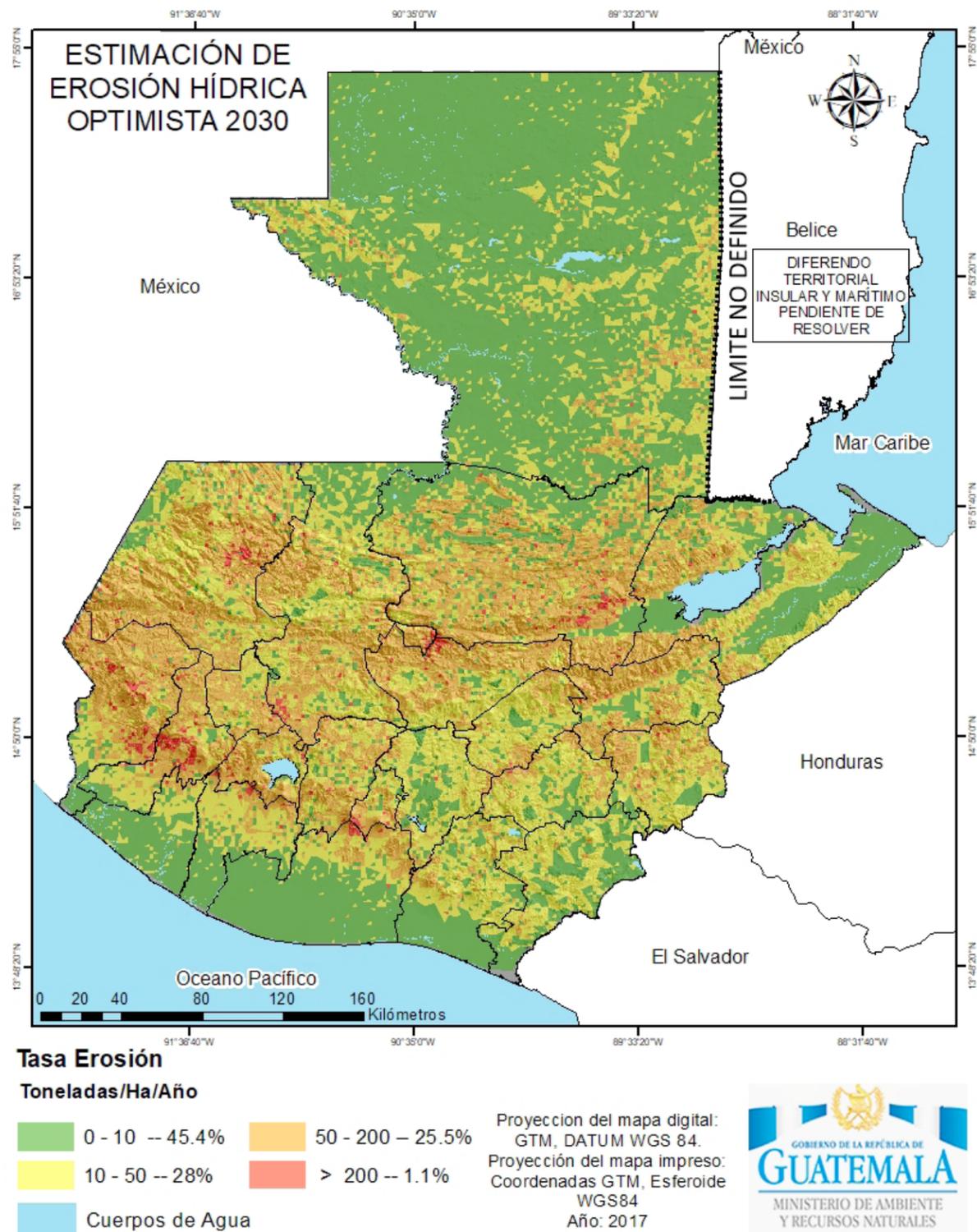


En este escenario también aumentaría la degradación de los suelos especialmente por efectos de la erosión hídrica. Calculándose que en promedio se perderán 64.2 toneladas de suelo por hectárea para el año 2030 (Cuadro 74 y Figura 111). Este volumen que en total representa casi un 670 millones de toneladas que irían directamente a los cuerpos de agua.

Cuadro 74 Promedio de erosión en el Escenario Pesimista para el año 2,030

Erosión	Tasa de erosión	Área ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/ha/país
Nula a leve	0 - 10	3 920,004	36	19.6	64.2
Moderada	10 - 50	2 700,447.2	24.8	81.0	
Fuerte	50 - 200	3 408, 225.7	31.3	426.0	
Muy Fuerte	> 200	860,223.1	7.9	172.0	
<b>Total</b>		<b>10 888,900</b>	<b>100</b>	<b>698.7</b>	

Figura 111 Mapa de erosión de suelos, escenario pesimista 2,050



Aunque este suelo no se perdería equitativamente en todo el territorio, las zonas montañosas de la cadena volcánica, las Verapaces y Huehuetenango tendrían las mayores pérdidas. Sin embargo el efecto de la erosión no sería nada comparada a los efectos de la erosión en los mismos territorios en un escenario pesimista planteado para el año 2050, en donde el promedio de erosión se dispararía hasta unas impresionantes 89 toneladas de suelo por ha (Cuadro 75). Un escenario en donde las limitaciones generadas por las pérdidas de suelo derivadas de la pérdida de cobertura vegetal serían aún mayores que las actuales. La posibilidad del aumento de catástrofes a nivel nacional por deslaves, pérdida de capacidad productiva y problemas con la disponibilidad de agua, pondría en apuros a la población nacional.

Cuadro 75 Promedio de erosión en el Escenario Pesimista para el año 2050

Erosión	Tasa de erosión	Área ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/ha/País
Nula a leve	0 - 10	3 114,225.4	28.6	15.6	88.8
Moderada	10-50	2 232,224.5	20.5	67.0	
Fuerte	50 - 200	2 983,558.6	27.4	372.9	
Muy Fuerte	> 200	2 558 891.5	23.5	511.8	
<b>Total</b>		<b>10 888,900</b>	<b>100</b>	<b>967.3</b>	

En este escenario las pérdidas de suelo se incrementarían en todo el país teniendo especial relevancia en las zonas montañosas, situación que se muestra en el mapa de la Figura 112.

Figura 112 Mapa de erosión de suelos, escenario pesimista 2050



**Tasa Erosión**

**Toneladas/Ha/Año**

- 0 - 10 -- 55%
- 10 - 50 -- 35.3%
- 50 - 200 -- 9.5%
- > 200 -- 0.2%
- Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WGS84  
Año: 2017



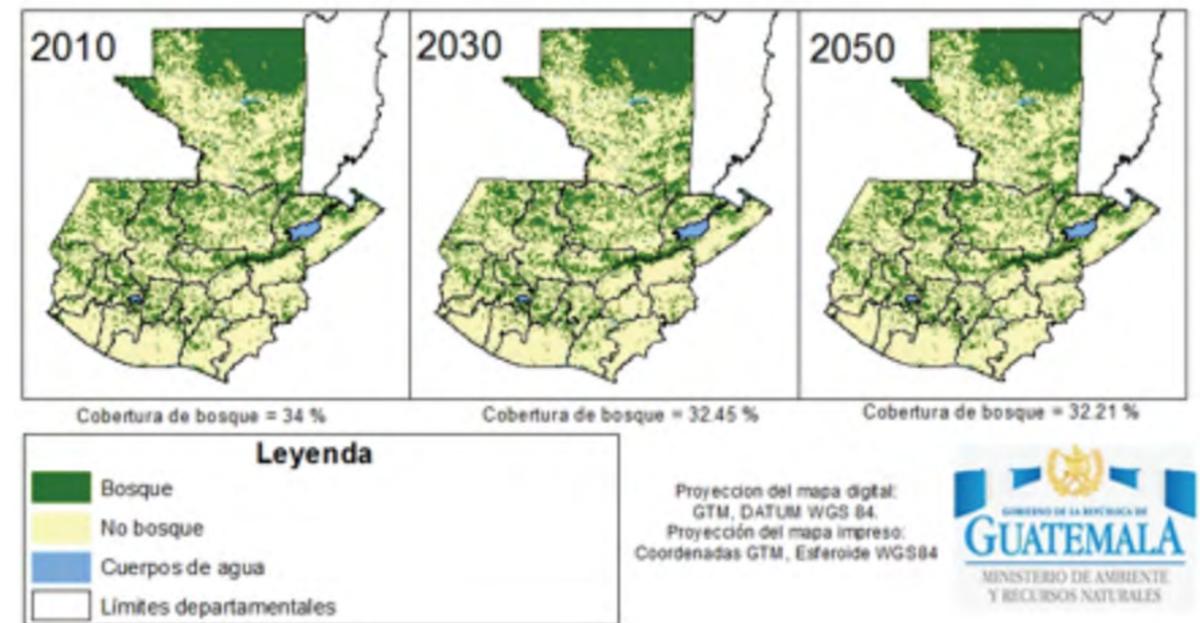
## Escenario Tendencial ¡Y todo sigue igual!

En el Escenario Tendencial, la premisa fundamental es que el Estado de Guatemala mantiene las cosas justo como están, siendo la tasa neta cercana al 1%. En este escenario los esfuerzos en regeneración, restauración, agroforestería, reforestaciones y otros programas no pueden revertir la tendencia a la disminución de los ecosistemas boscosos del país.

Aunque más lento el proceso que en el Escenario Pesimista, para el año 2030 se espera seguir perdiendo bosque, aunque los actuales programas de incentivos forestales reducen la tasa bruta de deforestación (ver Figura 113). Se recupera parte de la masa forestal pero en gran medida aún se afecta la diversidad biológica el país, la cual se va perdiendo especialmente por las modificaciones de los hábitats naturales. La Reserva de Biosfera Maya y otras áreas protegidas en el SIGAP mantienen baja la tasa de deforestación, pero bajo amenaza constante de ir perdiendo cobertura vegetal. Los incendios forestales, las plagas y las pérdidas por tormentas tropicales, se mantienen en niveles en constante aumento. Aunque existen esfuerzos nacionales para disminuir su efecto y promoción de la restauración natural o artificial, todo sigue igual con tendencia a empeorar.

Figura 113 Escenario Tendencial. Deforestación a 2030 y 2050.

### Escenario tendencial



La deforestación en tendencia actual provoca que a 2030 la erosión continúe ampliándose. Impacta especialmente el Altiplano Occidental, Huehuetenango y las Verapaces, aunque en términos generales casi todas las zonas montañosas del país son afectados (ver Figura 114). La erosión deja volúmenes promedio de 52 toneladas de suelo por hectárea (Cuadro 76).

Cuadro 76 Promedio de erosión en el Escenario Tendencial para el año 2030

Erosión	Tasa de erosión	Área ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/ha/País
Nula a leve	0 - 10	4 464,449	41	22.3	52.1
Moderada	10-50	2 918,225.2	26.8	87.5	
Fuerte	50 - 200	3 234,003.3	29.7	404.3	
Muy Fuerte	> 200	272,222.5	2.5	54.4	
<b>Total</b>		<b>10 888,900</b>	<b>100</b>	<b>567</b>	

La tasa de deforestación actual proyectada a 2030 provoca que la cobertura forestal pase de 34%, en 2010, a 32.45%, mientras que para el 2050 la cobertura disminuye a 32.21%. Sin embargo, es importante hacer notar que en 2010, el 58.81 % del territorio nacional estaba ocupado por actividades agropecuarias, sin embargo, sólo el 33% de las tierras del país tiene la capacidad de soportarlas sin incluir alguna clase de cobertura forestal.

Ello deriva en la necesidad de poner especial atención en aquellas áreas en las que las tierras con vocación forestal se encuentran con otros usos. Actualmente 3.9 millones de hectáreas<sup>213</sup> requieren ser restauradas y siendo la tendencia a aumentar, aunque aún se puede observar que se pueden crear condiciones para que se pueda regenerar el bosque siempre que el suelo mantenga niveles aceptables de fertilidad.

En este escenario, el contar con un 32% de cobertura forestal acelera el efecto de la erosión en las zonas montañosas del país (ver Figura 115), sumando a la vulnerabilidad a los deslaves, pérdida de fertilidad del suelo, reduciendo la capacidad de auto regeneración de los ecosistemas.

213- Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala 2015. Estrategia de Restauración del Paisaje Forestal: Mecanismo para el Desarrollo Rural Sostenible de Guatemala, 58 pp.

Figura 114 Mapa de erosión de suelos, Escenario Tendencial 2030

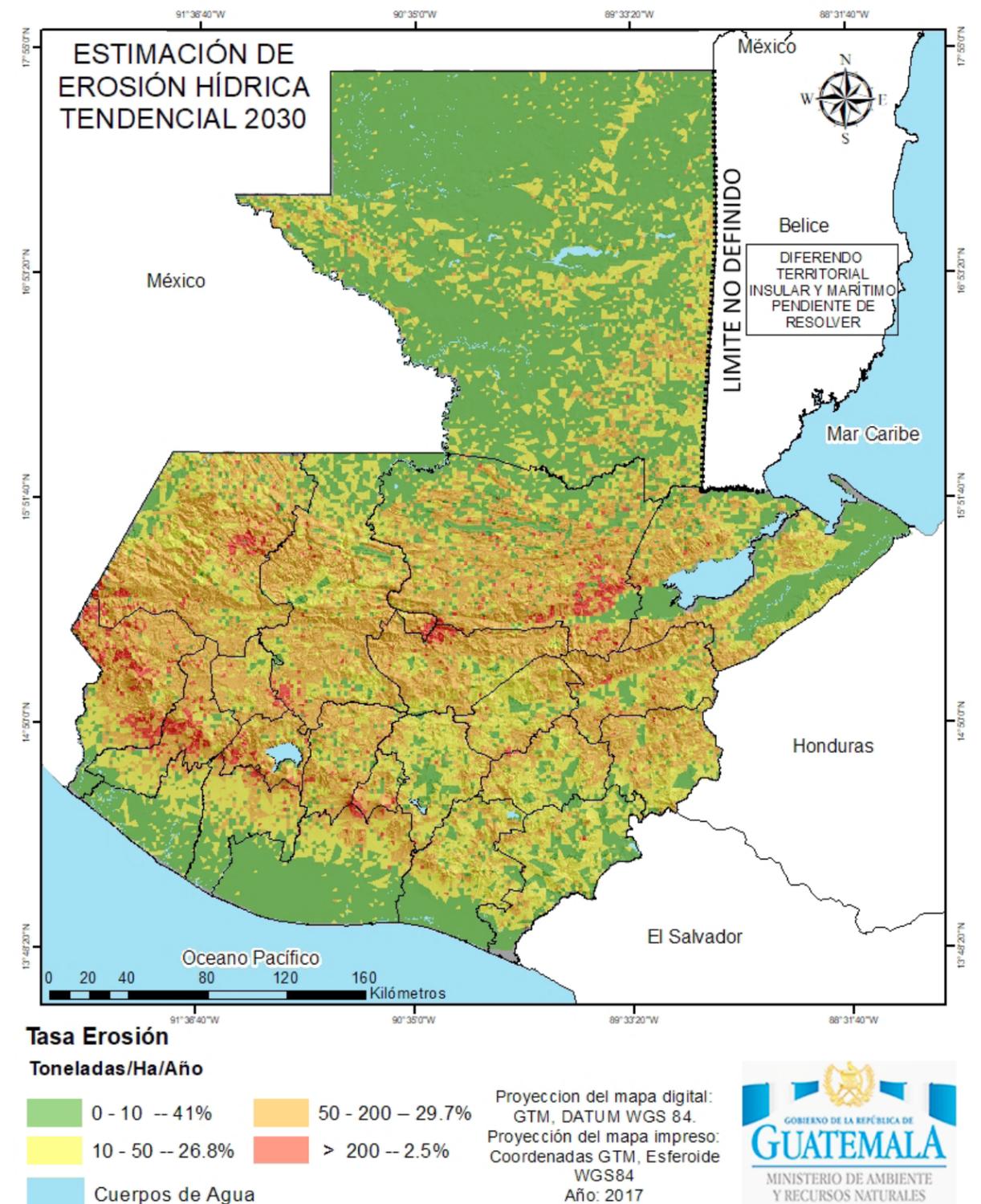
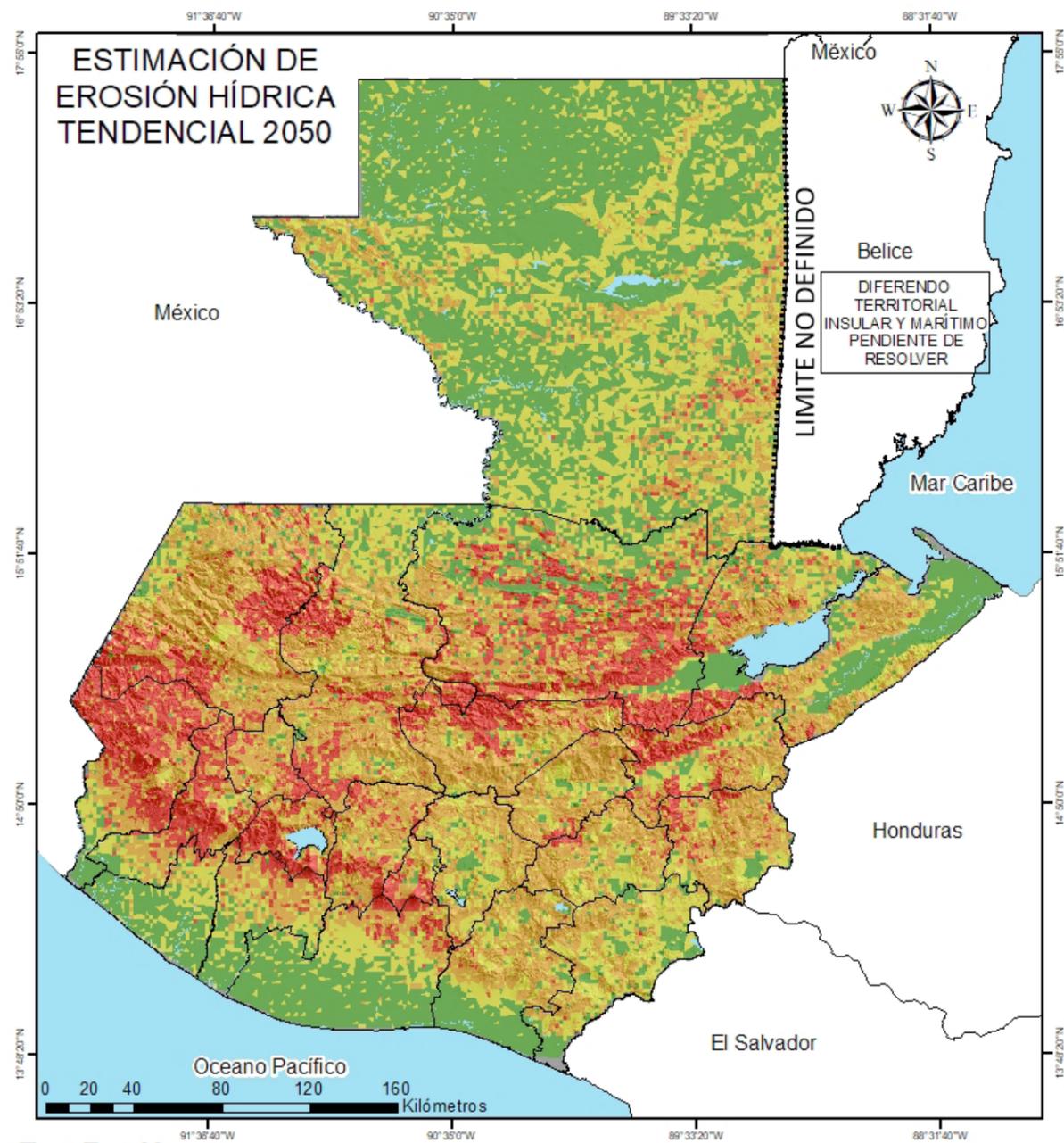


Figura 115 Mapa de erosión de suelos, Escenario Tendencial 2050



**Tasa Erosión**

**Toneladas/Ha/Año**

- 0 - 10 -- 30.7%
- 10 - 50 -- 24.1%
- 50 - 200 -- 31.2%
- > 200 -- 14%
- Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WGS84  
Año: 2017



Así también provoca que el suelo erosionado coadyuve a la contaminación de las fuentes de agua y a la pérdida de capacidad de su uso, tanto para agricultura, consumo humano y generación de hidroelectricidad.

Cada año se esperaría que la erosión arrastre un promedio de 75 toneladas por hectárea, grave pérdida de un recurso tan valioso y cuya renovación conlleva un marco temporal muy elevado (Cuadro 77).

Cuadro 77 Promedio de erosión en el Escenario Tendencial para el año 2050

Erosión	Tasa de erosión	Área Ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/Ha/País
Nula a leve	0 - 10	3342892.3	30.7	16.7	75.8
Moderada	10-50	2624224.9	24.1	78.7	
Fuerte	50 - 200	3397336.8	31.2	424.7	
Muy Fuerte	> 200	1524446	14	304.9	
<b>Total</b>		<b>10888900</b>	<b>100</b>	<b>825</b>	

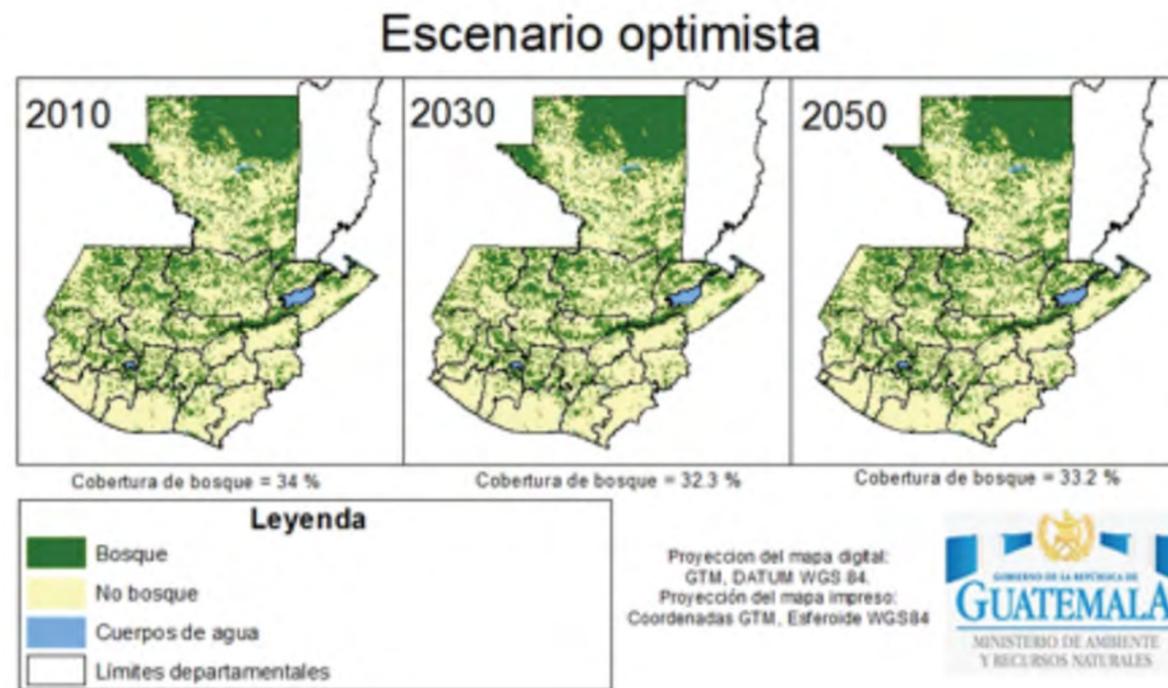
## Escenario Optimista ¡Una luz al final del túnel!

En este escenario se espera que las políticas de gobierno que integralmente tratan de abordar un fenómeno tan complejo como la deforestación y su participación en la pérdida de otros recursos y ciclos naturales, así como su papel en el aumento de la vulnerabilidad, por fin se coordinen y provoquen cambios positivos en el ambiente.

De esta manera los preceptos recogidos en la leyes PROBOSQUE, Cambio Climático, Forestal, Áreas Protegidas, así como el Plan K'atun 2032, la Política de Desarrollo Rural Integral y la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal, empiezan a dibujar un mejor futuro para la conservación de los ecosistemas boscosos del país.

Si bien durante el año 2,030, aún la tendencia señala que el país sigue perdiendo bosque, ésta se desacelera sustancialmente (ver Figura 116). El SIGAP mantiene aún importantes remanentes de diferentes ecosistemas y la capacidad de producción de bienes y servicios ambientales se mantienen en niveles parecidos a los actuales.

Figura 116 Mapas cobertura forestal, Escenario Optimista 2030-2050



El cambio más importante se prevé el año 2050, en donde al fin después, de más de un siglo de deforestación constante del país, se logra revertir el proceso.

La cobertura forestal alcanza valores históricos positivos, en donde hay más recuperación de los ecosistemas forestales, ya sea por medio de la regeneración natural o cualquiera de los programas de restauración o reforestación, que pérdidas.

Poco a poco se empieza a cumplir con el 1.2 millones de hectáreas de plantaciones o regeneración natural propuesta por Guatemala en la Declaración de Nueva York sobre Bosques, en el ámbito de la CMCC.

La erosión se espera que se estabilice en 2030, siendo su valor promedio de pérdidas cercanas a las 45 toneladas de suelo erosionado (Cuadro 78 y Figura 117). Las montañas siguen siendo las áreas en donde la erosión es más severa, pero cada vez se tiende a la estabilidad.

Cuadro 78 Promedio de erosión en el Escenario Optimista para el año 2030

Erosión	Tasa de erosión	Área Ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/ Ha/País
Nula a leve	0 - 10	4943561	45.4	24.7	44.7
Moderada	10-50	3048892	28	91.5	
Fuerte	50 - 200	2776670	25.5	347.1	
Muy Fuerte	> 200	119777.9	1.1	24.0	
<b>Total</b>		<b>10888900</b>	<b>100</b>	<b>487.2</b>	

Aún son niveles que afectan los cuerpos de agua, provocan vulnerabilidad a derrumbes y pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas. La capacidad de producción de alimentos es estable con respecto al año base 2010, pero mejores que en el Escenario Tendencial.

El Escenario Optimista indica que para el año 2050 la pérdida de suelos por erosión provocada por la pérdida de bosques, empieza a estabilizarse. Las áreas montañosas que son las más vulnerables pierden menos suelo fértil que el año 2030 (ver Figura 118).

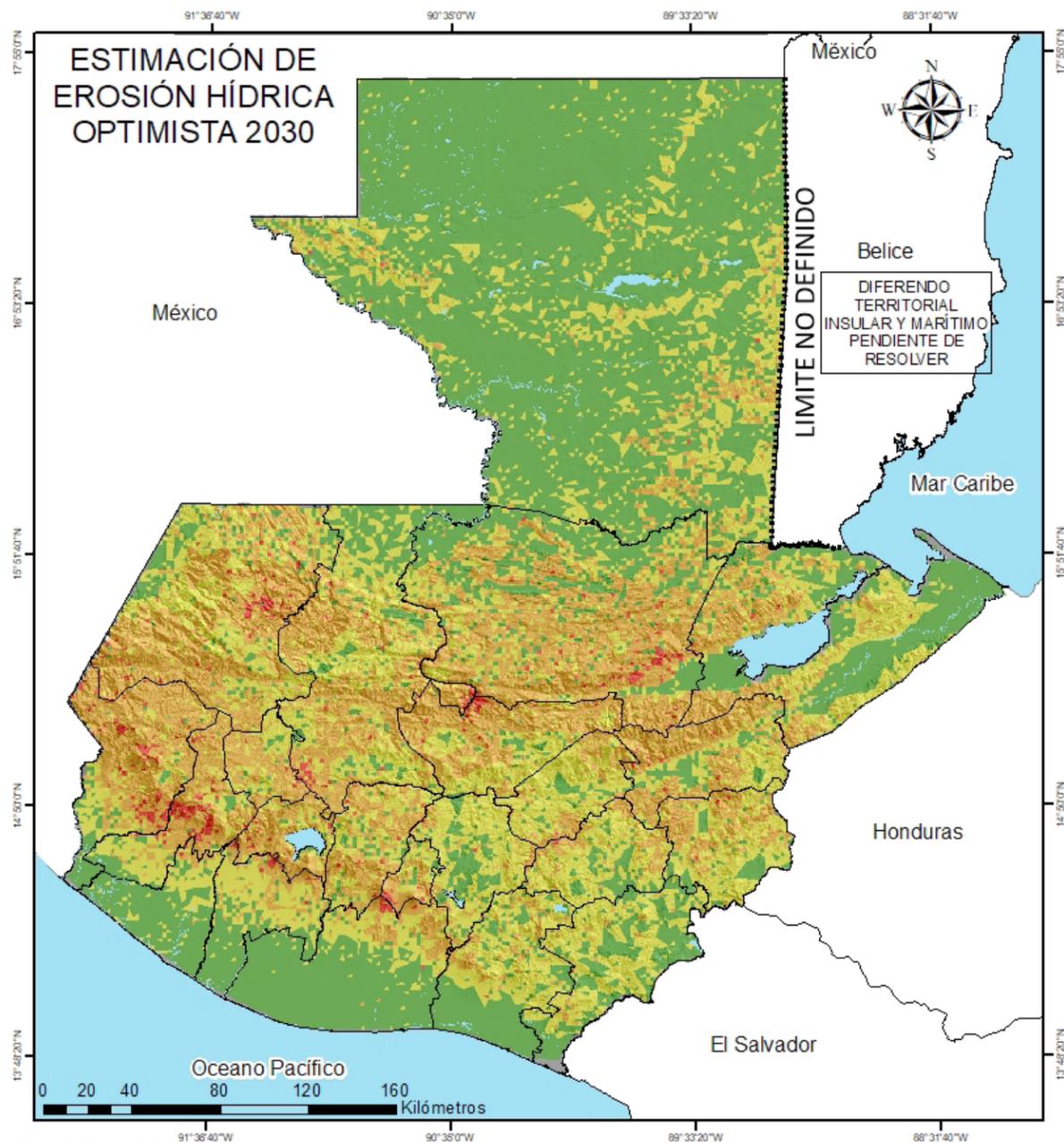
Esta disminución permite mantener la producción agrícola, estabilizar los desastres derivados de la pérdida de suelos. Las 25 toneladas de suelo por hectárea erosionado aún ensucian los cuerpos de agua con sedimentos, limitan la calidad del agua para riego, así como para consumo humano y producción hidroeléctrica; sin embargo, y a pesar de los inconvenientes, el panorama empieza a ser mejor especialmente en las zonas montañosas (ver Cuadro 79).

Cuadro 79 Promedio de erosión en el Escenario Optimista para el año 2050

Erosión	Tasa de erosión	Área ha	% Área	Pérdida de suelo/año millones de toneladas	Promedio toneladas/ ha/país
Nula a leve	0 - 10	5 988,895	55	29.9	25.6
Moderada	10-50	3 843,781.7	35.3	115.3	
Fuerte	50 - 200	1 034,445.5	9.5	129.3	
Muy Fuerte	> 200	21,777.8	0.2	4.4	
<b>Total</b>		<b>10 888,900</b>	<b>100</b>	<b>279</b>	

Fuente: González y otros

Figura 117 Mapa de erosión de suelos, Escenario Optimista 2030



**Tasa Erosión**

Toneladas/Ha/Año

- 0 - 10 -- 45.4%
- 10 - 50 -- 28%
- 50 - 200 -- 25.5%
- > 200 -- 1.1%
- Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WGS84  
Año: 2017



Figura 118 Mapa de erosión de suelos, Escenario Optimista 2050



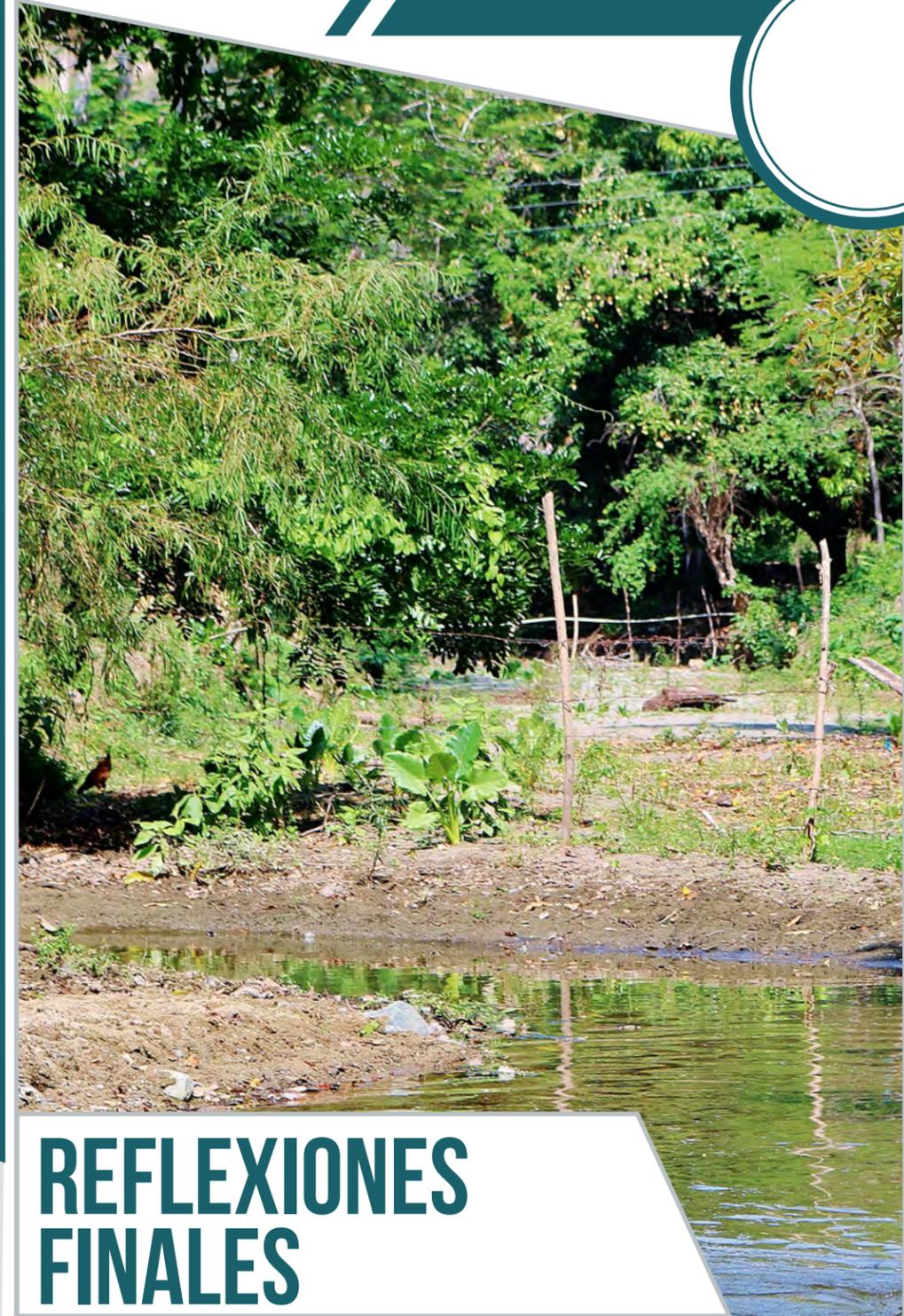
**Tasa Erosión**

Toneladas/Ha/Año

- 0 - 10 -- 55%
- 10 - 50 -- 35.3%
- 50 - 200 -- 9.5%
- > 200 -- 0.2%
- Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital:  
GTM, DATUM WGS 84.  
Proyección del mapa impreso:  
Coordenadas GTM, Esferoide  
WGS84  
Año: 2017





# REFLEXIONES FINALES

Guatemala, con 108,889 km<sup>2</sup>, es relevante en la región mesoamericana por ser un país megadiverso, multicultural, multiétnico y con muchas tradiciones ancestrales vinculadas al uso, manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente.

La alta diversidad biológica del país es el producto de una interacción entre su compleja topografía y variedad de climas.

En los últimos 30 años ha tenido importantes avances en la construcción de la Institucionalidad Ambiental del país, así como la creación de legislación y normativa especializada que busca consolidar la protección y mejoramiento del ambiente, así como la conservación y uso sostenible de sus recursos naturales.

Durante este tiempo se ha creado en el marco institucional del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales (SIPECIF), la Fiscalía del Medio Ambiente del Ministerio Público (FMA-MP), la División de Protección de la Naturaleza (DIPRONA-PNC) de la Policía Nacional Civil, el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), entre otras.

Guatemala, ahora cuenta con leyes, políticas y normas que coadyuvan a la mejora del desempeño Ambiental y protección de los recursos naturales, así como la prevención ante el Cambio Climático.

Se ha protegido dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), en diferentes categorías de manejo, el 32% del territorio nacional y la cobertura nacional de ecosistemas boscosos aún ocupa un 34% del área del país.

La tasa de deforestación bruta en 2010 alcanza el 1% del país, un poco menor a la estimada en 2006, lo que indica un descenso en paulatino, aunque en el tema de pérdidas de biodiversidad aún existen problemas, porque las reforestaciones generalmente tienden a tener un objetivo netamente forestal.

A pesar de estos importantes logros, que en muchos casos ha recaído enteramente en el presupuesto y en la solidaridad internacional, aún existen rezagos en varios temas torales de la política ambiental. Guatemala no cuenta con una Ley General de Aguas, que tiene relevancia como Ley Constitucional, Ley de Protección del Suelo y Remediación de Tierras Degradadas, entre otras relevantes.

Los recursos hídricos de la nación se ven presionados en las zonas urbanas y en las regiones montañosas (parte altas de las cuencas y zonas de recarga hídrica), de tal forma que habría que plantearse también el impacto del crecimiento urbano e impermeabilización de las cuencas, así como con la dinámica forestal, que aún indica que el país sigue perdiendo cobertura forestal.

Los análisis indican que el mayor impacto sobre el abastecimiento de agua se concentra en el Occidente del país, ya que es el área con mayor problemática de acceso al agua desde fuentes subterráneas y subsuperficiales.

En el caso del crecimiento urbano e impermeabilización de cuencas, así como la producción y desecho de aguas servidas, el mayor impacto lo empiezan a sufrir las cuencas del área central como Guatemala y Sololá.

También es importante indicar que la erosión hídrica afecta especialmente al Lago de Atitlán y el lago de Izabal, que están siendo azolvados por la llegada de una fuerte carga de sedimentos en sus lechos.

El azolvamiento y la contaminación también afectan a otros cuerpos de agua como el río Motagua. En este caso es importante que exista una Autoridad para Manejo Sustentable de esta cuenca, ya que es importante mitigar la problemática ambiental, legal y política, especialmente porque la cuenca ocupa cerca del 30% de espacio territorial y porque ya existen problemas internacionales derivado de su contaminación.

En cuanto a la diversidad biológica, a pesar que la cantidad de especies identificadas en el territorio guatemalteco, es importante mencionar que aún existen especies que están a la espera de ser identificadas. Durante mucho tiempo los ecosistemas han sido proveedores de bienes y servicios para la sociedad guatemalteca, por lo cual la pérdida de éstos tiene un efecto negativo en el desarrollo de la población, especialmente en aquellos sectores que dependen por completo de la extracción de recursos para la satisfacción de sus necesidades diarias.

Los esfuerzos de las diversas instituciones, dedicadas a la conservación y manejo de estos recursos naturales, se encuentran con situaciones adversas como el crecimiento desordenado de sociedad guatemalteca, explotación no sostenible, así como actividades de extracción ilícita o el desarrollo del narcotráfico, entre otras.

Es importante resaltar que la conservación de la Diversidad Biológica del país, es responsabilidad de todos los sectores de la sociedad, lastimosamente, en muchos casos, la falta de educación ambiental, hace pensar que los recursos naturales juegan un papel casi inexistente para el desarrollo del país, que su conservación no debe ser un tema prioritario, que no representan un bien económico para la sociedad, que su capacidad de regeneración es suficiente para soportar la extracción desmedida y mal manejo de los mismos, y lo peor, que su degradación o desaparición no afectará el modo de vida, sobre todo en los sectores urbanos.

La falta de valorización económica de la Diversidad Biológica es un punto clave por el cual algunos sectores de la sociedad no han logrado visualizar la importancia de tan valioso recurso. A pesar que existen algunos esfuerzos para lograr la asignación de valor económico a este tipo de recursos, es necesario trabajar con mayor diligencia este tema y así concientizar a toda la sociedad. Tras el estudio realizado por la Iniciativa para la Financiación de la Biodiversidad (BIOFIN, 2014) se determinó el desembolso total en este ámbito, asimismo permitió identificar la manera en que este rubro es utilizado, siendo la investigación, el tipo de actividad con menor inversión y a través de la cual podría lograrse la valorización económica de estos recursos.

Es importante mencionar que Guatemala cuenta con una Estrategia Nacional de Diversidad Biológica, además ha ratificado algunos instrumentos internacionales como el Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Esto evidencia que la diversidad de nuestros recursos biológicos ha sido tema de discusión y han existido sectores que han intentado protegerlos, sin embargo, ante las crecientes amenazas que ponen en riesgo la pérdida de estos recursos, es importante pensar en un nuevo planteamiento para la protección y manejo de esta diversidad, siendo un punto fundamental la asignación de mayores recursos a este tema, pues a pesar que el SIGAP, a cargo del CONAP, intenta cumplir con su función de protección a estas áreas, los recursos son insuficientes, pues según BIOFIN el porcentaje del rubro asignado al CONAP, para actividades de inversión en el año 2014, correspondió a un 0.7% de su presupuesto total.

Finalmente, no se puede dejar de mencionar que Guatemala es digna representante dentro del exclusivo grupo de países considerados como Megadiversos, lo cual representa un gran orgullo, pero también debe significar un alto nivel de compromiso y responsabilidad, para lograr un adecuado manejo y conservación de la Diversidad Biológica que se desarrolló, en gran manera, sin la intervención de la sociedad, y por lo cual, no existe el derecho de destruir un sistema tan complejo, del cual aún sabemos muy poco, pero que noblemente nos brinda muchos beneficios.

En el sector forestal existen programas de gobierno que buscan involucrar a gran porcentaje de las personas poseedoras de tierras con vocación forestal, un ejemplo es la ley PROBOSQUE, los incentivos forestales que buscan, en el corto plazo, poder establecer una ruta de trabajo para la conservación y producción de bosques. En el marco del cambio climático, en el sector forestal hay proyectos que están siendo pioneros como es REDD+, FIP, la estrategia de desarrollo de bajas emisiones para Guatemala, SESA, MRV y otros proyectos que engloban estos compromisos internacionales.

Sin embargo, al ser procesos nuevos se están creando metodologías acordes, siendo también importante involucrar a los sectores interesados en la lucha por el cambio climático y poder llegar a consensos para que sean lo más transparente posible y que el beneficio sea hacia la mayor cantidad de personas involucradas; por ejemplo en REDD+, utilizando un mismo lenguaje técnico establecería claramente la participación de los pueblos indígenas y de género, de las universidades, ONG's, el sector privado, todo con un marco legal nacional e internacional que englobe el uso eficaz de los recursos.

Incrementar el porcentaje del Presupuesto Nacional a las instituciones de gobierno que están involucradas en el sector forestal, específicamente aquellas que forman parte del Grupo de Coordinación Interinstitucional conocido como GCI (MARN, CONAP, INAB y MAGA), esto con la finalidad de poder tener capacidades para el manejo adecuado del bosque de una forma integral y no buscar recursos siempre de organizaciones internacionales; también fortalecer al SIPECIF para la lucha contra los incendios forestales que representan una amenaza en la línea del tiempo para el Cambio Climático y de los programas nacionales forestales.

Considerar el tema de Carbono Azul como una nueva política de conservación de los manglares de Guatemala y hacer investigaciones sistemáticas de la dinámica forestal, esto con generación de datos de información geográfica, útiles para las instituciones de gobierno y de las universidades.

En cuanto al Sistema Lítico-Edáfico se observa que la tenencia de la tierra ha permitido una desigualdad de acceso a ésta en el país. No se dispone de datos más actualizados, pero en el último censo agropecuario, realizado en 2013, el coeficiente de Gini de acceso a la tierra fue 0.84 demostrando dicha desigualdad. En el marco del ambiente, el problema que esto genera se refleja en el uso que se le da a la tierra y las prácticas de manejo de sus suelos que se realizan. Las tierras con mayor vocación agrícola se encuentran concentradas en pocas manos y su enfoque es netamente agroindustrial. Es bien sabido que el aporte de cultivos extensivos como la caña, el hule, el café o la palma africana son un fuerte componente del PIB del país pero, aún existe una deuda hacia el medio ambiente y en muchos casos estas actividades son incompatibles con la diversidad, ya que se promueven los monocultivos, el uso intensivo de agroquímicos, y el uso indiscriminado de agua para riego.

Por otra parte, esta situación empuja a que muchas manos tengan poca tierra y la tengan en áreas de menor vocación agrícola. Si se ve en términos cuantitativos y en su conjunto, el maíz ocupa aproximadamente el 12% del territorio nacional, lo que lo establecería como el monocultivo que abarca la mayor superficie en Guatemala, equivalente a la suma del resto de monocultivos como la caña de azúcar, el café, el hule, la palma africana y cardamomo. El problema es que esta producción se da en áreas de menor vocación agrícola y dados los estudios de este informe y a la escala de trabajo (1:250,000), este cultivo es uno de los factores que provocan la tercera parte de la sobreintensificación del suelo, y la superficie en donde se cultivan tampoco está exenta del uso inadecuado de agroquímicos, que en muchas ocasiones ha sido promovida por el Gobierno central.

Esta realidad debe verse también a una menor escala, la visión del pequeño productor es satisfacer primariamente sus necesidades alimenticias, de abrigo y de protección familiar.

En ese sentido, se tiene a mucha gente con poca tierra cuyo objetivo principal es alimentarse y para ello van a utilizar los medios de que se dispongan, sin importar si se daña el medio ambiente o no, ya que se trata de supervivencia; pero todo esto surge del sistema de tenencia de la tierra y de los modelos de producción.

Estos modelos de producción están basados en una agricultura de alto rendimiento que demanda una alta cantidad de insumos agrícolas, que en muchas ocasiones el suelo no es capaz de soportar, en especial en las áreas de poca vocación agrícola. Los pequeños productores al perder fertilidad sus suelos copian estos modelos y en muchas ocasiones se han visto alentados por el Gobierno central que en algunas de sus políticas promueve el uso de fertilizantes químicos al proveerlos de manera gratuita o a precios menores que los de mercado.

Los efectos adversos que se ven en el suelo no se atienden de manera directa. Parece ser que el Estado

promueve sistemas y políticas para la conservación de los recursos tales como los bosques y como uno de sus efectos la conservación del suelo, pero no existen, dejaron de existir o no se aplican políticas de conservación de suelos en áreas de producción agrícola.

Esto hace que la conservación de los suelos se dé en áreas de producción o protección forestal y algunas donde se promueven los sistemas agroforestales, pero no se contemplan las áreas de producción agrícola, las cuales representan más de un tercio del territorio nacional. Un ejemplo es el K'atun 2032, donde se establecen metas de recuperación forestal pero no se menciona nada sobre suelo.

Existen algunos instrumentos tales como los planes de desarrollo municipales realizados por las municipalidades; sin embargo, en su mayoría no contemplan estrategias directas de conservación de suelos y su planificación parece ser deficiente ya que no incluyen metas específicas, ni las estrategias espacio-temporales ni los recursos necesarios para alcanzarlas (incluso el mismo K'atun 2,032 tiene esta misma deficiencia).

Estos planes parecen ser meramente descriptivos y es probable que se deba a que no son elaborados por gente especializada en el tema. Existen algunos planes de ordenamiento territorial municipal: como el del Municipio Guatemala y el de Quetzaltenango. La mayoría de municipios parece estar creciendo de manera desordenada. El plan más desarrollado es el de la capital, lo cual es obvio debido a que allí se concentra una mayor cantidad de recursos técnicos y financieros.

El MARN ha establecido estrategias como la gestión integrada de cuencas que contempla el ordenamiento territorial y la preservación de zonas de recarga hídrica. Siendo uno de los problemas que afecta su implementación la tenencia de la tierra y los modelos de producción agrícolas del país. Mientras los suelos se sigan degradando y por ende la producción de las zonas agropecuarias se reduzca, las zonas de recarga hídrica y zonas especiales de conservación seguirán estando en una alta vulnerabilidad. Por ello se considera urgente crear modelos de producción agrícola que permitan incrementar la producción y/o satisfacer las necesidades de las familias guatemaltecas para evitar el uso de las áreas especiales.

Estos modelos deben considerar también una producción sostenible y en armonía con el medio ambiente y el Estado debe ser la punta de lanza que debe promoverlos. Es decir, para la protección del medio ambiente se necesita la articulación y trabajo conjunto de toda institución del Estado.

En el caso de los pequeños productores es necesario alcanzar su seguridad alimentaria y sobre ese eje promover la conciencia ambiental, y en el caso de los medianos y grandes productores ejercer, en su medida para cada uno, una mayor presión por el cumplimiento de las normas tales como las contempladas en los estudios de impacto ambiental.



## RECOMENDACIONES

1. Guatemala presenta significativos avances en el proceso de poder generar directrices en todos los sectores involucrados en la protección y mejoramiento del ambiente, así como la protección de los recursos naturales, reducción de la vulnerabilidad y desarrollo rural integral.
2. Existen programas de gobierno que buscan involucrar a gran porcentaje de las personas poseedoras de tierras con vocación forestal, un ejemplo es la ley PROBOSQUE, los incentivos forestales, que buscan en el corto plazo, poder establecer una ruta de trabajo para la conservación y producción de bosques.
3. En el marco del cambio climático, hay proyectos que están siendo pioneros como es REDD+, FIP, la Estrategia de Desarrollo de Bajas Emisiones para Guatemala, SESA, MRV y otros proyectos que engloban estos compromisos internacionales, sin embargo, al ser procesos que se están empezando a desarrollar y no existen metodologías nacionales, es importante involucrar a los sectores interesados en la lucha por el cambio climático y poder llegar a consensos para que sean los más transparente posible y que el beneficio sea a la mayor cantidad de personas involucradas en REDD+, utilizando un mismo lenguaje técnico; establecer claramente la participación de los pueblos indígenas y de género, universidades, ONG's, el sector privado, todo con un marco legal nacional e internacional que englobe el uso eficaz de los recursos.
4. Para mejorar el desempeño ambiental del país, es necesario Incrementar el porcentaje del Presupuesto nacional a las instituciones de gobierno que están involucradas y son responsables o rectoras de los recursos naturales y del ambiente, especialmente las que constituyen el GCI (MARN, CONAP, MAGA e INAB), esto con la finalidad de poder tener capacidades para el manejo adecuado del bosque de una forma integral y no buscar recursos siempre de organizaciones internacionales.
5. Es vital e importante fortalecer el SIPECIF, para la lucha contra los incendios forestales, que representan una amenaza en la línea del tiempo para el cambio climático especialmente por el aumento de la vulnerabilidad, la pérdida de suelos, la contaminación de las fuentes de agua.
6. Considerar el tema de Carbono Azul como una nueva política de conservación de los mangles de Guatemala.
7. Es de suma urgencia invertir todos los recursos humanos, económicos y logísticos para desarrollar investigaciones sistemáticas, para la generación de información primaria. Uno de los grandes retos de este estudio lo constituyó la dispersión de información y la falta de control de calidad de la misma, incluidas las diferencias en criterios metodológicos y periodicidad. Es importante que el Sistema Guatemalteco de Información de Cambio Climático, el Sistema Nacional de Información Ambiental, el INE, el INSIVUMEH, las Universidades y Centros de Investigación se fortalezcan para afrontar el reto de generar información de alta calidad y oportuna para la toma de decisiones.



