

# SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO GUATEMALA

INFORME FINAL  
GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

---

## INDICE DE CONTENIDO

### Capítulo 1.

<b>CIRCUNSTANCIAS NACIONALES</b> .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Características geográficas .....	2
1.2.1 Ubicación .....	2
1.2.2 Clima .....	3
1.3 Características sociales .....	6
1.3.1 Población .....	6
1.3.2 Educación .....	8
1.3.3 Salud .....	10
1.3.4 Desarrollo humano .....	15
1.4 Economía .....	16
1.4.1 Crecimiento económico .....	16
1.4.2 Sectores de la economía nacional .....	18
1.4.3 Empleo .....	19
1.4.4 Pobreza .....	20
1.5 Recursos naturales .....	23
1.5.1 Agua .....	23
1.5.2 Suelo .....	23
1.5.3 Bosque .....	24
1.5.4 Biodiversidad y áreas protegidas .....	25
<b>Capítulo 2.</b> .....	27
<b>INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b> .....	27
2.1 Introducción .....	27
2.2 Arreglos institucionales .....	28
2.3 Proceso de preparación del inventario y aspectos metodológicos .....	28
2.4 Resultados de los Inventarios Nacionales .....	29
2.4.1 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 1994 .....	29
2.4.2 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2000 .....	30
2.4.3 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2005 .....	32
2.4.4 Integración de los Inventarios Nacionales .....	33
2.4.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Gas .....	34
2.4.6 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Sector .....	37
2.4.7 Tendencias .....	43
2.4.8 Conclusiones sobre los inventarios nacionales .....	44
<b>Capítulo 3.</b> .....	46
<b>MEDIDAS ADOPTADAS PARA IMPLEMENTAR LA CONVENCIÓN</b> .....	46
3.1 Introducción .....	46
3.2 Organización de Estado para aplicar el marco de la CMNUCC .....	47
3.2.1 Marco Jurídico .....	47

3.2.2	Marco Político .....	51
3.2.3	Marco Institucional .....	55
3.3	Educación, formación y sensibilización acerca del cambio climático .....	59
3.3.1	Acciones ejecutadas por el Ministerio de Educación .....	59
3.3.2	Otras acciones de educación y sensibilización .....	60
<b>Capítulo 4</b>	.....	<b>63</b>
<b>VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	.....	<b>63</b>
4.1	Introducción .....	63
4.2	Vulnerabilidad y adaptación en la política pública y legislación .....	64
4.3	Observaciones del clima y de su variabilidad .....	65
4.3.1	Cambio en la temperatura .....	66
4.3.2	Cambio en la precipitación .....	69
4.3.3	Eventos extremos en Guatemala .....	72
4.4	Eventos de variabilidad climáticas en Guatemala .....	80
4.4.1	El Niño Oscilación del Sur (ENOS) .....	80
4.4.2	Frentes fríos .....	83
4.4.3	Canícula .....	85
4.5	Proyecciones climáticas en Guatemala .....	86
4.5.1	Escenarios de climáticos a futuro .....	86
4.6	Evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático .....	97
4.6.1	Vulnerabilidad de la salud humana .....	98
4.6.2	Vulnerabilidad de los recursos hídricos .....	101
4.6.3	Vulnerabilidad en la generación de energía hidroeléctrica .....	108
4.6.4	Vulnerabilidad de los medios de vida asociados a la producción de granos básicos ..	110
4.6.5	Vulnerabilidad a la biodiversidad .....	112
<b>Capítulo 5</b>	.....	<b>117</b>
<b>ACCIONES ORIENTADAS A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA</b>	.....	<b>117</b>
5.1	Introducción .....	117
5.2	Orientaciones para el diseño de las medidas de adaptación .....	118
5.2.1	Lineamientos generales que deben regir las acciones de adaptación .....	119
5.2.2	Fortalecer la observación climática, investigación y la transferencia del conocimiento 120	
5.2.3	Integrar la gestión de riesgo en la planificación y programación estatal .....	121
5.2.4	Promover el ordenamiento territorial como estrategia para disminuir la vulnerabilidad 122	
5.2.5	Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables .....	123
5.3	Acciones de adaptación en el país .....	124
5.3.1	Medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la salud humana .....	124
5.3.2	Acciones identificadas para la adaptación de los recursos hídricos .....	125
5.3.3	Adaptación en la generación de energía hidroeléctrica .....	127
5.3.4	Adaptación de la agricultura .....	129
5.3.5	Acciones identificadas para la adaptación de la biodiversidad .....	135
5.3.6	Otras iniciativas existentes de adaptación .....	137

<b>Capítulo 6</b> .....	140
<b>ACCIONES ORIENTADAS A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA</b> .....	140
6.1    Introducción .....	140
6.2    La mitigación de gases de efecto invernadero en el país.....	141
6.3    Esfuerzos realizados para la mitigación en Guatemala.....	144
6.3.1    Sector energético .....	144
6.3.2    Sector agropecuario .....	152
6.3.3    Sector de uso de la tierra .....	154
6.3.4    Sector desechos.....	157
6.3.5    Instrumentos económicos orientados a la mitigación .....	159
<b>Capítulo 7</b> .....	162
<b>OTRA INFORMACION RELEVANTE PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CMNUCC</b> .....	162
7.1    Introducción .....	162
7.2    Investigación sobre el clima y el cambio climático en Guatemala.....	163
7.2.1    Instituciones vinculadas a la observación del clima.....	163
7.2.2    Instituciones que promueven la investigación sobre Cambio Climático .....	164
7.3    Necesidades de investigación sobre Cambio Climático en Guatemala .....	170
7.3.1    Fomento a la investigación en áreas vinculadas al cambio climático .....	174
7.3.2    Sistemas de monitoreo ambiental (red hidrometeorológica) .....	175
7.4    Fortalecimiento de capacidades .....	177
7.4.1    Fortalecimiento de capacidades a niveles municipales y departamentales.....	177
7.4.2    Fortalecimiento de las capacidades institucionales.....	178
7.5    Rol de la sociedad civil en los procesos de discusión nacional e internacional relacionados al cambio climático .....	179
7.5.1    Fortalecimiento de las capacidades nacionales para la negociación internacional.....	180
<b>Capítulo 8</b> .....	182
<b>OBSTACULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES RELACIONADOS CON EL FINANCIAMIENTO, TECNOLOGÍA Y CAPACIDADES</b> .....	182
8.1    Introducción .....	182
8.2    Obstáculos, carencias y necesidades sectoriales .....	183
8.2.1    Adaptación .....	183
8.2.2    Mitigación.....	189
8.2.3    Necesidades financieras a nivel nacional .....	191
8.2.4    Necesidades de información relacionadas con el cambio climático.....	194
8.3    Fortalecimiento de las comunicaciones nacionales .....	198
<b>Referencias</b> .....	200

---

# Capítulo 1.

# CIRCUNSTANCIAS

# NACIONALES

## 1.1 Introducción

Guatemala, situada en la región centroamericana, posee una gran diversidad de recursos naturales, posee varios volcanes, cuerpos de agua, bosques y una diversidad de climas definidos en seis regiones en el país. Las proyecciones indican que la población Guatemalteca casi se duplicará para el 2050, con relación a la población del año 2015. EL país se caracteriza por ser pluriétnico, pluricultural y multilingüe, registrándose un aumento en la concentración de la población en las áreas urbanas, debido a la búsqueda de opciones de mejora en el acceso a los servicios básicos y oportunidades laborales.

El Índice de Desarrollo Humano sigue siendo bajo al promedio mundial y a nivel latinoamericano. En el ámbito de la educación, las personas en situación de pobreza se ven afectadas por el limitado acceso y oportunidades de estudiar, por lo que aún se puede observar que existen necesidades nacionales de cobertura en todos los niveles de la educación formal. El analfabetismo se considera un indicador de desigualdad, el cual es producto de la combinación de varios factores, entre ellos el factor económico, social y cultural excluyente, siendo las mujeres las más excluidas, según los registros de educación a nivel nacional, por lo tanto, el derecho de las mujeres a la educación sigue siendo un desafío. En el ámbito de la salud, la inversión en el sistema no alcanza el 3% del PIB, situación que evidencia los problemas de salud en la población, empeorando la situación en el área rural y en los territorios más vulnerables al cambio climático en el país.

El crecimiento económico en el país ha sido dinámico, el cual se puede analizar en cuatro sub períodos,

---

el primero de entre los años 2000-2007, el segundo 2008-2009, el tercero en el 2010, el cuarto inicia a finales del 2011 al 2013, y se espera que para el año 2015, supere el promedio anual de los últimos sub-períodos. Con relación al empleo, se continúa observando que la mayoría de la población joven tiene empleo informal, lo que evidencia una precariedad laboral en el país. La situación de pobreza en el país se agudiza, en dónde más del 60% de la población, principalmente rural, se encuentra en situación de pobreza.

Sobre el estado de los recursos naturales, se observan indicadores que muestran el deterioro de los recursos naturales. En la materia forestal se han desarrollado acciones públicas de reforestación y manejo forestal, sin embargo, se registra una tasa alta de deforestación a nivel nacional. Asimismo, con relación a la conservación de la biodiversidad y áreas protegidas, se registra un aumento de las áreas protegidas, pero, existe el desafío de mantener y conservar la diversidad de especies de la flora y fauna. En éste capítulo se evidencia la necesidad de considerar los elementos económicos, sociales, culturales, la biodiversidad, y los fenómenos ambientales para mejorar las intervenciones del Estado y así mejorar el desarrollo sostenible del país.

Sobre el estado de los recursos naturales, se observan indicadores que muestran el deterioro de los recursos naturales. En la materia forestal se han desarrollado acciones públicas de reforestación y manejo forestal, sin embargo, se registra una tasa de deforestación a nivel nacional, asimismo, con relación a la conservación de la biodiversidad y áreas protegidas, se registra un aumento de las áreas protegidas, pero, existe el desafío de mantener y conservar la diversidad de especies de la flora y fauna. En éste capítulo se evidencia la necesidad de considerar los elementos económicos, sociales, culturales, la biodiversidad, y los fenómenos ambientales para mejorar las intervenciones del Estado y así mejorar la el desarrollo sostenible del país.

## **1.2 Características geográficas**

### **1.2.1 Ubicación**

Guatemala se encuentra situada en la región de Centroamérica. Su ubicación geográfica está entre los paralelos 13o 44' a 17o 49' latitud norte y 88 o 13' a 92 o 30' longitud oeste, con una extensión aproximada de 108,889km<sup>2</sup>. Limita al oeste y norte con México, al este con Belice y el golfo de Honduras, al sureste con Honduras y El Salvador, y al sur con el océano Pacífico (IGN, 1976). La figura 1 muestra la ubicación de Guatemala respecto al continente americano.



Figura 1. Ubicación de Guatemala

Fuente: elaboración propia, con información de IGN, 2000.

Guatemala es un país montañoso, la cadena principal de montañas atraviesa el país de noreste a sureste, y forma hacia el noreste vastas mesetas que constituyen los altiplanos de Guatemala. La mayor altura sobre el nivel del mar se alcanza en la Sierra Madre, en el departamento de San Marcos. Las fallas geológicas que separan las cordilleras, han moldeado un complejo sistema fisiográfico, caracterizado por una cadena volcánica, montañas, valles intermontanos, altiplanicies y tierras bajas. La topografía es muy accidentada con elevaciones desde el nivel del mar hasta los 4,200 metros. (MAGA/FAO, 2008).

El territorio de Guatemala posee aproximadamente 288 volcanes o estructuras identificadas como de origen volcánico, de éstos solamente ocho tienen reportes de actividad en tiempos históricos, y tres son los más activos actualmente (INSIVUMEH, 2015). A lo largo de la sierra Madre se localizan treinta y cuatro volcanes, que son los más conocidos a nivel nacional.

El sistema hidrográfico de Guatemala está compuesto por las vertientes del Atlántico y la del Pacífico (28 ríos). La vertiente del Golfo de México se puede a su vez dividir en dos regiones detalladas a continuación: los ríos que desembocan al Golfo de México (diez ríos) y los que van al Golfo de Honduras (seis ríos) (MAGA, 2001). El inventario nacional de humedales registra 188 cuerpos de agua (Dix, 2001). Entre los lagos y lagunas más importantes para la economía están: lago Petén Itzá, Izabal, Atilán, Amatitlán, Ayarza y Güija.

### 1.2.2 Clima

El clima de Guatemala está definido por los fenómenos que se generan por efecto de la circulación general de la atmósfera, la influencia oceánica, y adquiere características particulares por la posición geográfica y la topografía del país. En Guatemala no se marcan las cuatro estaciones normales del hemisferio norte, únicamente se marca la época lluviosa (mayo a octubre) y la seca (noviembre a abril). El ciclo lluvioso se produce cuando se establece el régimen de los vientos alisios<sup>1</sup> del nordeste, y

<sup>1</sup> Vientos persistentes sobre extensas regiones, generalmente en la atmósfera inferior, que soplan desde un anticiclón subtropical hacia las regiones ecuatoriales. Las direcciones predominantes son: del NE para los alisios del hemisferio Norte y del SE para los del hemisferio Sur (WMO, 2015).

subsecuentemente, cuando la zona de convergencia intertropical<sup>2</sup> se aproxima a nuestras latitudes.

Cuando esta situación se da, se generan las condiciones climáticas que se experimentan en mayo y particularmente en junio, que corresponden a días nublados y lluviosos; en el mes de julio y parte de agosto se produce un período seco denominado canícula, el cual se da por la inversión de los alisios que al debilitarse y desaparecer se intensifica el anticiclón semipermanente del Atlántico. A partir de finales del mes de Agosto, se reinicia la época lluviosa produciendo precipitaciones intensas que completan la temporada lluviosa, principalmente en los meses de septiembre y octubre.

Las características del clima durante la temporada seca son determinadas por el desplazamiento, hasta nuestra región, de las masas frías migratorias post-frontales. Muchas veces la trayectoria de este flujo es casi meridional, llegando a nuestra latitud más densas y frías.

Las condiciones descritas son de carácter general; pero a cada región le dan ciertas características climáticas locales por efecto de la topografía regional, permitiendo definir seis regiones perfectamente caracterizadas, siendo estas regiones las siguientes: a) región Norte, b) región Caribe y Franja Transversal del Norte, c) región de la meseta central y altiplano occidental, d) región Boca Costa, e) región Pacífico, y f) región de los valles de Oriente (Ver Figura 2).



Figura 2. Regionalización climática de Guatemala  
Fuente: INSIVUMEH, 2013

La descripción general de cada región se presenta en el Cuadro 1.

<sup>2</sup> Franja zonal ecuatorial de bajas presiones, fuerte convección e importantes precipitaciones, próxima al ecuador, en que los vientos alisios del nordeste se encuentran con los del sureste. Esta franja se desplaza estacionalmente (IPCC, 2013.)

Cuadro 1. Regiones climáticas de Guatemala

Región	Características
Norte	<p>Comprende las planicies del norte del país, presentando altitudes que oscilan entre 0 y 900 msnm.</p> <p>Es una zona muy lluviosa, llueve durante todo el año, aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones más intensas.</p> <p>La temperatura promedio oscila entre los 20º y 30º C, y los niveles más altos se manifiestan entre abril y septiembre.</p> <p>En esta región se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos; húmedos y semisecos; y sin estación seca bien definida.</p>
Caribe y Franja Transversal del Norte	<p>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.</p> <p>Los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la altitud.</p> <p>Existen climas de género cálido con inviernos benignos; cálidos sin estación fría bien definida y semicálidos con invierno benigno. Su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida.</p>
Altiplano Central y Occidente	<p>Comprende la mayor parte de región centro occidental del país, que tiene la característica de ser la región más montañosa del territorio nacional. Tiene altitudes que oscilan entre 2500 y 3500 msnm. Estos accidentes geográficos generan de una gran diversidad de microclimas.</p> <p>Las lluvias son de baja a media intensidad, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre; en los meses restantes se pueden dar registros deficitarios.</p> <p>En cuanto a la temperatura, principalmente en las partes más altas se registran los niveles más bajos del país. Existen climas que varían de Templados y semifríos con invierno benigno, de carácter húmedo y semiseco con invierno seco.</p> <p>En esta región hay una franja donde se encuentran las menores altitudes (dentro del altiplano) y define un eje de simetría entre los climas de la región norte y sur del país. Se registran las temperaturas más altas del altiplano y las precipitaciones son deficitarias en alguna época del año.</p>
Boca Costa	<p>Es una región angosta que transversalmente se extiende en la ladera montañosa y en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del pacifico, 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.</p> <p>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. Existe un clima generalizado de género semicálidos 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.</p>

Región	Características
Costa del Pacífico	Desciende de 600 a 0 msnm. Con precipitaciones menos intensas que la Boca Costa, que tienden a disminuir conforme se acerca al litoral marítimo. Los registros de temperatura son altos. Existen climas de género cálido sin estación fría bien definida; con carácter húmedo con invierno seco, variando a semisecos con invierno seco. La vegetación varía de bosque a pastizal en el sector oriental. Se manifiesta deficiencia de lluvia en algunos meses del año.
Valles del Oriente	Comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de Chiquimula, el Progreso y Jalapa. La característica principal es la deficiencia de lluvia, es la región del país donde menos llueve. El factor que define las condiciones de la región es la Sierra de las Minas, que la deja sin humedad, filtrándose únicamente aire cálido. Se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, variando su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta seco con invierno seco. La vegetación característica es pastizal y matorrales.

Fuente: INSIVUMEH, 2015.

## 1.3 Características sociales

### 1.3.1 Población

La sociedad guatemalteca es pluricultural, pluriétnica y multilingüe, conformada por cuatro grupos étnicos (mayas, xinca, garífuna y ladina) y 23 comunidades lingüísticas. Para el año 2006 los pueblos indígenas representaban más de la mitad de la población de Guatemala (63%). La mayoría de la población vivía en zonas rurales (54%), no obstante el resto de la población (46%) se encontraba asentada en la urbe (Ziegler, 2006).

En el año 2002 Guatemala tenía 11.237 millones de habitantes y se estima que para el 2015, la población ha aumentado a 16 millones y para el 2050 se estima que serán 27 millones de habitantes. Como resultado de su dinámica demográfica, aunque a menor ritmo que en décadas anteriores, la población de Guatemala sigue creciendo de modo acelerado, la tasa de crecimiento anual de la población es de 2.4% (2010 – 2015), una de las más altas de América Latina (INE, 2002).

Guatemala tiene una población relativamente joven, al registrar que el 66.6% de los habitantes cuentan con menos de 30 años de edad, destacando dentro de la población joven, los ubicados dentro del rango de edad de 10 a 14 años, que representan el 13.5% de la población total (ver Figura 3).

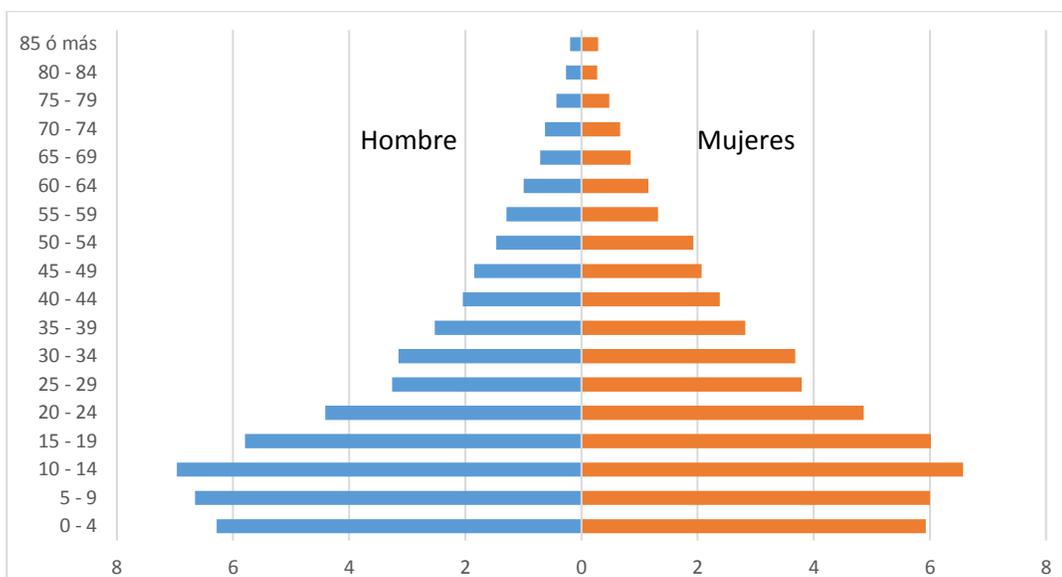


Figura 3. Pirámide poblacional, año 2011

Fuente: Elaboración propia con información de la ENCOVI 2011.

En 2013, la población se estimaba en un total de 15,438,383 habitantes, de los cuales el 51.9% estaba conformado por población urbana, y el restante 48.1%, de la población rural (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Población Total (2002 y 2013)

Distribución	Año 2002		Año 2013	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
	11,791,136		15,498,383	
Población área urbana	5,382,604	46.10%	7,856,093	51.90%
Población área rural	6,408,532	53.90%	7,582,290	48.10%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

La distribución poblacional rural se encuentra determinada por las dinámicas de inserción en las actividades productivas agropecuarias (en especial para el caso de la población indígena, que es de aproximadamente dos tercios del total). La mayor parte de población nacional en el 2009, siguiendo el patrón histórico de concentración de población, se ubica en el departamento de Guatemala (22%). Seguido de otros departamentos que en años recientes han sumado más de un millón o cerca del millón de habitantes cada uno, entre estos: Huehuetenango (7.7%), Alta Verapaz (7.5%), San Marcos (6.9%) y Quiché (6.4%).

En términos de su evolución, Guatemala se encuentra en una etapa de transición demográfica moderada, ya que tiene un nivel de fecundidad y ritmo de crecimiento altos, y niveles de mortalidad en disminución. El descenso de la mortalidad experimentado en las tres últimas décadas, y en especial la infantil, ha favorecido el incremento de las expectativas de vida: en el 2009 se posee un promedio de 71 años, que implica haber ganado 13 años más de vida, respecto a 1980 (SEGEPLAN, 2012).

### 1.3.2 Educación

En Guatemala, con un desarrollo humano medio y rezagos educativos históricos, la escolaridad promedio de su población adulta es de 4.1 años. Esta escolaridad, la más baja de Centroamérica, limita la competitividad y restringe el ejercicio de la ciudadanía, por lo cual constituye un factor de exclusión social. El nivel de personas que saben leer y escribir en la población en situación de pobreza es únicamente del 64%, es decir que más del 35% no sabe leer y escribir. El analfabetismo es del 25.19% y en las mujeres 29.9% (INE, 2006).

La escolaridad de jóvenes de 13 a 30 años se ha incrementado en el transcurso del tiempo: de 4.0 años, en 1989, a 6.5, en 2011 (ver Cuadro 3). Asimismo, para el grupo de 15 a 24 años, los valores respectivos son 4.3 y 6.9. En la actualidad, la mayor escolaridad la tienen las mujeres y los hombres urbanos de 15 a 24 años (8.2), así como las mujeres y los hombres no indígenas del mismo rango etario (7.7). En veinte años, la brecha que más disminuyó fue la de género, seguida de la de etnicidad. La brecha por área todavía es 2.5 años menor en el área rural que en la urbana (INE, 2011).

Cuadro 3. Escolaridad de jóvenes por rango de edad, sexo, etnicidad y área, en promedio de años (1989, 2000, 2006 y 2011)

	1989		2000		2006		2011	
	13 a 30	15 a 24						
Total	4.0	4.3	5.0	5.3	5.8	6.1	6.5	6.9
<b>Sexo</b>								
a. Hombre	4.5	4.7	5.5	5.7	6.1	6.5	6.8	7.2
b. Mujer	3.7	3.9	4.6	5.0	5.5	5.7	6.2	6.7
Relación b/a	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>Etnicidad</b>								
a. No Indígena	5.2	5.4	6.0	6.3	6.6	6.9	7.3	7.7
b. Indígena	2.0	2.2	3.4	3.7	4.4	4.7	5.1	5.6
Relación b/a	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>Área</b>								
a. Urbana	64.0	6.6	7.1	7.5	7.4	7.6	8.0	8.2
b. Rural	2.7	2.9	3.6	3.8	4.2	4.5	5.1	5.6
Relación b/a	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7

Fuente: ENSMI 1989, ENCOVI 2000, 2006 y 2011 (ajustada PNUD).

El gasto público en educación se ha mantenido estancado en alrededor del 2.6% del PIB durante el periodo 2001–2007. En el año 2001 se alcanzó el nivel más elevado de ejecución presupuestaria con un 2.8% del PIB, mientras en el 2002, 2003, 2006 su nivel más bajo con un 2.5% del PIB. Para el 2013 el Ministerio de Educación reporta un 2.8% del PIB en educación (ICEFI, 2007).

El bajo nivel de gasto e inversión en educación contrasta con los últimos datos que contiene la ENCOVI 2006, en la cual se indica que del 51% de la población pobre (que corresponde al 71.6% de la población), no tiene ningún nivel de escolaridad, el 55.2% tiene la primaria incompleta, el 39% la primaria completa, la secundaria incompleta el 22.5%, la secundaria completa únicamente el 8%, la educación superior incompleta el 1.1% y la superior completa el 0.4%.

La población en edad escolar entre 5 y 18 años al 2012 se estimó en 5.62 millones. De acuerdo con la normativa educativa, estos niños, niñas y adolescentes deberían estar inscritos según su edad en el nivel pre-primario, primario, ciclo básico o ciclo diversificado. En el período 2002-2012, la Tasa Neta de Escolaridad (TNE) mostró una tendencia creciente en todos los niveles educativos hasta el año 2009, a partir de 2010, se observó una disminución en las TNE de los niveles pre-primario y primario, cuyas causas se están analizando. Los valores de la TNE del año 2013 son de 45.60% en el nivel pre primario y de 85.40% en el nivel primario. (SEGEPLAN, 2014).

### 1.3.2.1 Analfabetismo

El analfabetismo se considera un indicador de la desigualdad, ya que es el resultado de la exclusión que han enfrentado las personas adultas durante la niñez, al no acceder al sistema educativo en la etapa de vida correspondiente. Esta exclusión también se encuentra influenciada por algunos patrones culturales, en especial en el caso de las mujeres, quienes usualmente no asistieron a la escuela debido a una decisión familiar en la que se priorizó a los niños.

En Guatemala, el analfabetismo es el reflejo de un entorno económico, social y cultural excluyente que ha relegado del sistema educativo a la población adulta mayor de 15 años, especialmente a mujeres y jóvenes del área rural en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Como se refleja en la figura 4, en el período comprendido entre 2002 y 2011, el analfabetismo referido a personas mayores de 15 años reflejó una tendencia a la baja, pues disminuyó de 29.32 a 17.46%, es decir, se redujo 11.86 puntos porcentuales. Esto es resultado de la ampliación de cobertura del nivel primario y del impulso de los programas de alfabetización y post-alfabetización para la población adulta. (SEGEPLAN, 2014)

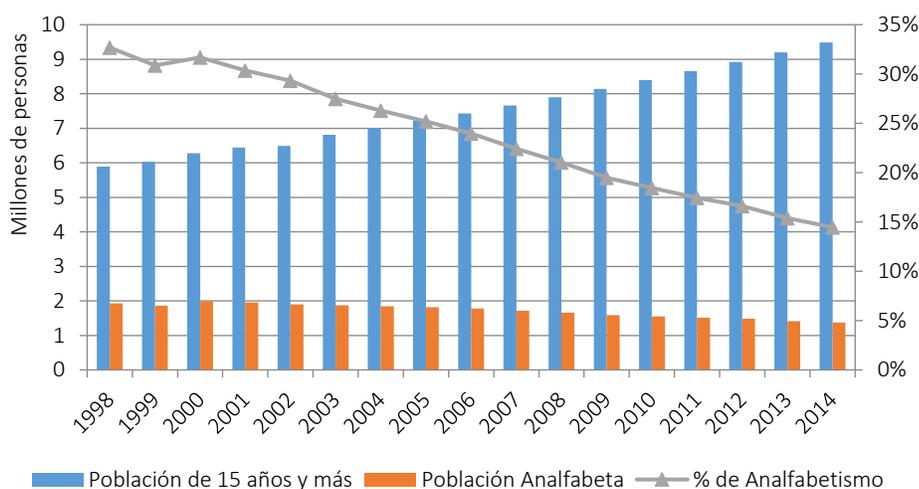


Figura 4. Evolución de IDH de Guatemala: Tendencias 1980 – 2011

Fuente: Proyecciones de Población con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, INE y Registro de resultados finales de los Procesos de Alfabetización CONALFA, 1994 - 2010 y estimación 2014. Unidad de Informática y Estadística –CONALFA-

El derecho a la educación de las mujeres es todavía un desafío. Para el año 2011, tres de cada diez mujeres mayores de 14 años, y una de cada diez, entre 15 y 24 años, no sabían leer y escribir. Una de

---

cada dos mujeres indígenas mayores de 14 años no sabía leer y escribir (MIDES/SEGEPLAN, 2012).

### 1.3.3 Salud

El sistema de salud está segmentado y fragmentado, lo cual repercute respectivamente en exclusión social e ineficiencia. Los servicios públicos de primero, segundo y tercer nivel no han crecido a la misma velocidad que la población. La relación entre número de especialistas en medicina y enfermería por cada 10,000 habitantes es muy baja (4.65) en relación con el estándar (25). El gasto privado en salud representa el 4.5% del PIB y el gasto público, el más bajo de Centroamérica, el 2.6% del PIB. Entre los modelos de atención de salud existentes en el primer nivel, solo los que ofrecen servicios integrales incluyen a adolescentes y jóvenes. (PNUD, 2012).

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) como rector de la salud a nivel nacional es el mayor financista de los servicios de salud públicos, sin embargo, la tendencia de sus aportaciones no han sobrepasado el 1% del PIB de Guatemala. La meta a partir de la firma de los Acuerdos de Paz (año 1996), estuvo definida en términos de que “el Gobierno se compromete a aumentar los recursos destinados a la salud: Como mínimo, el Gobierno se propone que el gasto público ejecutado en salud en relación al producto interno bruto, para el año 2000, sea incrementado en 50% respecto del gasto ejecutado en 1995. Esta meta será revisada al alza en función de la evolución de la situación fiscal” (MSPAS, 2015).

De acuerdo con la lectura real del compromiso, se observa que el financiamiento público en 1995 era de 1.56% del PIB y su incremento en 50% era alcanzar un financiamiento de 2.35% del PIB, monto que se alcanzó en el año 2006. Sin embargo, en muchos escritos se interpreta que la meta sólo se refería al MSPAS, lo que significa que esta institución debió asignar un financiamiento en el año 2000 de 1.03% del PIB. Esto se observa logrado en el transcurso de los años, pero la expresión “meta revisada al alza” podría interpretarse como la inclusión del crecimiento demográfico y la inflación. (MSPAS, 2015).

El Gobierno Central y Municipal financió la salud con una tendencia decreciente desde el año 2009 hasta el año 2012, en donde se asignaron en conjunto 4,287 millones de quetzales en contraposición a los 4,309 millones de quetzales asignados en el 2011 y sobre todo un dato mucho menor a los 4,578 millones de quetzales asignados en el año 2009. En este mismo periodo, 2009-2011, el presupuesto del MSPAS que se encuentra integrado en la línea punteada registró una meseta, lo que también repercute en la tendencia a la baja.

La tendencia errática de este tipo de gasto durante toda su historia, depende de acciones independientes que realizan las 338 municipalidades que tienen un gobierno autónomo, así como lo programado en el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda para la ampliación y remodelación de centros y hospitales; las acciones del Ministerio de Educación en sus programas de prevención o las acciones específicas de las Secretarías y otras dependencias del Ejecutivo. En el año 2013, debido a la liquidación del Fondo Nacional para la Paz, los recursos que esta entidad tenía en su presupuesto trianual, fueron trasladados para su ejecución al Ministerio de Salud, al Ministerio de Educación y al Fondo de Desarrollo Social, lo que significó un incremento en la ejecución de los servicios de salud. Sin embargo, al año 2013 la tendencia sigue siendo un 1.2% del PIB que ya se había alcanzado en el año 2005 (ver Figura 5) (MSPAS, 2015).

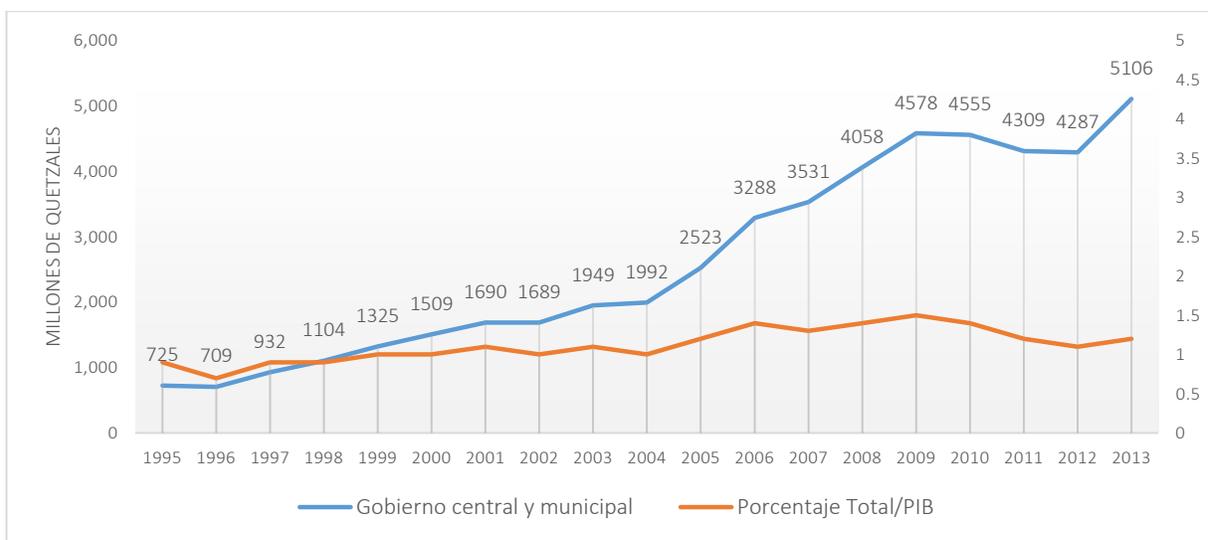


Figura 5. Tendencias de financiamiento público en salud en Guatemala, periodo 1995-2013  
Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2014.

El gasto en salud como % del PIB se mantiene estancado en el periodo 2001 - 2007 en un 1.2% del PIB ubicando al país como el gasto más bajo de América Central. Costa Rica obtuvo un nivel de gasto como % del PIB del 6.5% en el 2005, El Salvador del 3.3%, Honduras del 3.3%, Nicaragua del 3.4% y Panamá del 6.2% durante el 2005<sup>13</sup>. Mientras la ENCOVI 2006 señala que el 67.2% de los niños en situación de pobreza menores de seis años han sufrido de diarrea, y un 62.8% de enfermedades respiratorias. Del 51% de la población en situación de pobreza únicamente el 35.8% de la población tiene acceso a un hospital público, el 42.5% a un farmacia, el 55.2% a un centro de salud, el 68% a un puesto de salud, y un 75% a un centro comunitario. El 83.3% de las mujeres en edad fértil y situación de pobreza no se han realizado el Papanicolaou, y el 20% no tiene control de embarazo (INE, 2006).

### 1.3.3.1 Morbilidad y mortalidad

La evolución epidemiológica de Guatemala se caracteriza por la coexistencia de enfermedades pertenecientes tanto al grupo de las infecciosas y parasitarias como al grupo de las crónico-degenerativas, lo que se define como un «modelo polarizado prolongado». Esta condición representa un doble desafío: enfrentar la mortalidad por enfermedades infecciosas y parasitarias y, a la vez, abordar la creciente mortalidad por causas no transmisibles.

En el año 2002, la morbilidad de la población en general estaba asociada con enfermedades infecciosas como las respiratorias agudas, el parasitismo intestinal, la diarrea y la anemia. Las infecciones respiratorias afectaban tanto a hombres (26.83%) como a mujeres (25.60%), mientras que enfermedades como la diarrea eran más frecuentes en los hombres (6.82%) y la anemia en las mujeres (5.54%). En 2011, las infecciones respiratorias agudas (47.6%), el parasitismo intestinal (10.1%), la gastritis (8.9%) y las infecciones de las vías urinarias (6.8%) fueron las cuatro causas que representaron el 73.36% del total de las consultas a los servicios de salud en este año (SEGEPLAN, 2014).

Estas enfermedades afectan con una magnitud diferente a hombres y mujeres. En el reporte del MSPAS del año 2012 se indica que las infecciones respiratorias agudas se presentaron mayormente en hombres,

---

en un 51.76%, mientras que el porcentaje en mujeres fue de 44.97. La gastritis, por su parte, es más frecuente en hombres (8.90%) y la parasitosis intestinal en las mujeres (11.10%) (MSPAS, 2012).

En cuanto a mortalidad general, cabe indicar que en 2012 se registraron 71,980 defunciones, 8.6% más que en el año anterior. En promedio, fallecieron 197 personas al día. Las estadísticas mostraron que la principal causa de muerte fue la neumonía (21.7%), seguida por los infartos agudos (16.1%) y la diabetes Mellitus (11.9%). Para este mismo año, se reportó un 60.9% de muertes de hombres y un 39.1% de muertes de mujeres. Por grupos de edad, el 18.8% de las personas falleció antes de cumplir 15 años, mientras un 43.7% murió después de los 59 años (INE, 2012).

La tasa de mortalidad infantil incluye a los niños y niñas que mueren en el período neonatal o post neonatal como consecuencia del limitado acceso a la atención durante el embarazo, parto y postparto. Muchas de las muertes en este grupo de edad pueden relacionarse con las condiciones nutricionales del entorno familiar, cuidado del infante, condiciones de salud y habitacionales en las que se desarrolla el período de gestación y el primer año de vida.

En el año 2002, la tasa de mortalidad infantil alcanzó los 39 niños(as) por cada mil nacidos vivos. Aunque este indicador tuvo una reducción, Guatemala atraviesa una transición epidemiológica propia de los países en vías de desarrollo. Los cambios en la morbilidad y mortalidad de la población adulta, especialmente en el área urbana, están influenciados por los cambios en el estilo de vida, tales como el sedentarismo, el estrés y la alimentación no saludable; los cambio clima han aumentado las enfermedades respiratorias y digestivas, tales como neumonía, malaria, dengue, paludismo, entre otras.

Entre las principales causas de mortalidad en la niñez (menores de cinco años) se identifican la neumonía (34.4%), la diarrea (18.4%) y la desnutrición (3%). Estos padecimientos se incrementan a raíz de las condiciones precarias en las que vive un alto porcentaje de la población guatemalteca. La tasa de mortalidad en este grupo de edad se ubica en 45 por cada mil nacidos vivos para el período 2008- 2009, frente a una tasa de 59 durante el año 2002 (INE / MSPAS, 2009). Las brechas más significativas se observaban entre la población rural y urbana, así como entre la población indígena y no indígena (SEGEPLAN, 2014).

### **1.3.3.2 Desnutrición**

La comunidad científica ha evidenciado que la desnutrición en la niñez está directamente asociada con la situación social y económica de los países. En términos generales, los hijos e hijas de las familias más pobres, menos educadas y con menos activos productivos y del hogar, son los más desnutridos. En el año 2008, en Guatemala el 49.8% de las y los niños menores de cinco años padecía desnutrición crónica (Palmieri, 2010). Esto indica que la mitad de los niños y niñas menores de 5 años están sufriendo condiciones adversas en su crecimiento, condiciones que generalmente están asociadas a una precaria situación social y económica.

La quinta parte (21.2%) de las y los niños sufren de desnutrición crónica severa. El porcentaje con desnutrición crónica asciende de 23.5% entre los niños y niñas de 3 a 5 meses, a 33.5% entre los que tienen 6 a 11 meses y a 52.3% entre los que tienen de 12 a 23 meses de edad. El problema de la desnutrición crónica también aumenta con el orden de nacimiento, de 38.6% con el primer niño nacido a 64.8% si el niño es el sexto o después. No existe gran diferencia según el sexo de los niños.

La desnutrición crónica en el área rural (58.6%) es mayor de la que se encuentra en el área urbana (34.3%). Las regiones que presentan niveles más altos de desnutrición crónica son la Nor-Occidente y la Norte, con 70.8 y 59.4%, respectivamente. La desnutrición crónica es casi el doble en los niños y niñas indígenas, 65.9%, que en los niños y niñas no indígenas, 36.2%. También se observa amplias diferencias según el nivel educativo de la madre y el quintil económico del hogar donde viven los niños y niñas. Varía desde 14.1% para el quintil más alto a 70.2% para el quintil más bajo. La Figura 6 muestra la variabilidad de desnutrición crónica según departamentos, con un rango entre 82.2 por ciento para Totonicapán y 25.3 por ciento para El Progreso (INE / MSPAS, 2009).

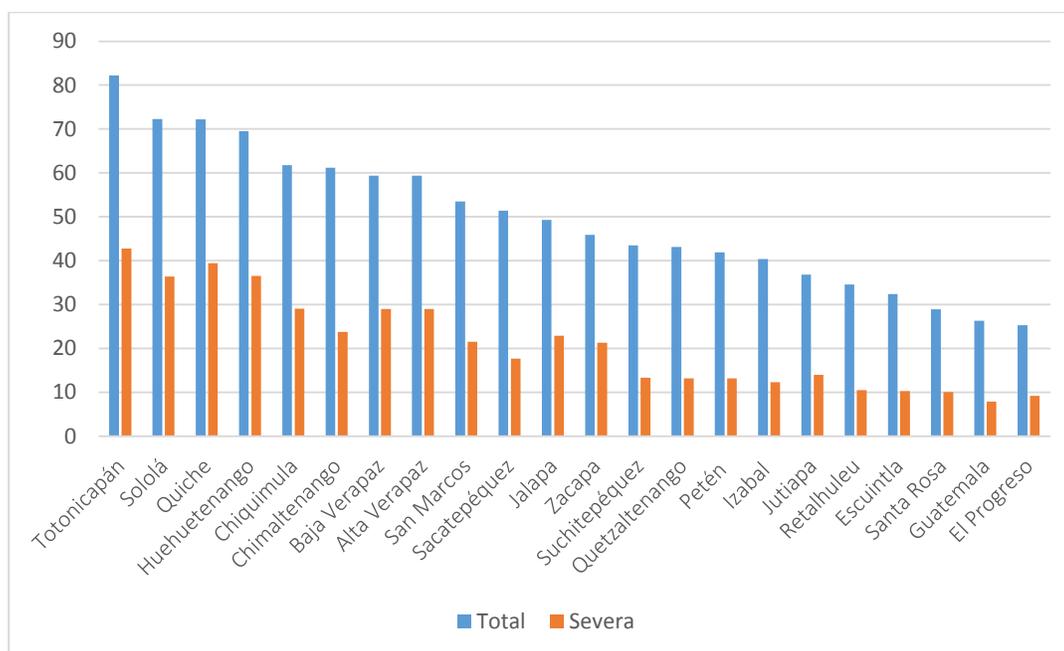


Figura 6. Porcentaje de desnutrición crónica (talla para la edad), para niños y niñas de 3 a 59 meses, por departamento

Fuente: Elaboración propia con datos de la V Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2008-2009

### 1.3.3.3 Agua y saneamiento

Las coberturas de agua para consumo humano y saneamiento a nivel nacional son 75.3% y del 55.96% respectivamente. Un hecho importante de resaltar es que, la cobertura de agua para consumo humano era del 78.7% lo que refleja un retroceso del 3.4% al 2011. Una causa pueden ser los daños ocasionados por eventos extraordinarios ocurridos en el país en los últimos años y, adicionalmente, ello quizás puede explicarse porque el crecimiento en el acceso a los servicios se han ido rezagando en relación con el crecimiento de la población (INE, 2006).

Actualmente el país cuenta con la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento (MSPAS, 2013), la cual establece que: "...la cobertura, calidad, continuidad, accesibilidad y precio de los servicios difieren entre los centros urbanos y rurales por diversas causas. Se estima que en el país existen aproximadamente 3 millones de personas sin acceso a sistemas adecuados de agua y 6 millones no cuentan con servicios adecuados de saneamiento. Si bien, durante los últimos años se han logrado avances significativos en la institucionalidad del sector de agua potable y saneamiento, en la actualidad

---

aún se presenta importantes retos a enfrentar, considerando que los servicios públicos de agua potable y saneamiento son de importancia estratégica para el país, ya que constituyen las medidas más costo-efectivas para reducir la pobreza, la desnutrición crónica, los índices de morbilidad y mortalidad materno-infantil y la deserción escolar.

- La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud

En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas en el país aún persisten. El impacto de la falta servicios de agua potable y saneamiento recae, principalmente, sobre los sectores con mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social, el ingreso y el consumo.

- La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la seguridad alimentaria y nutricional

En Guatemala, más del 90% de las aguas superficiales está contaminada con heces fecales y otros desechos perjudiciales para la salud. La ingestión de agua contaminada tiene una alta incidencia en los casos de enfermedades diarreicas, lo que, a la vez, tiene una gran influencia en la aparición de problemas de nutrición, especialmente en los niños menores de 5 años.

La SESAN señala que “la inseguridad alimentaria y nutricional en la población se refleja en el bajo peso al nacer que afecta al 12% de los neonatos”. Continúa señalando que dicha problemática se manifiesta en la presencia de desnutrición crónica en menores de 5 años y añade que la incidencia de la situación se duplica en relación con la niñez indígena (69.5%), en comparación con la no indígena (35.7%); la media de desnutrición crónica en las áreas rurales es de 55.5%).”<sup>9</sup> Por su lado, la ENSMI 2008-2009 señala que la desnutrición crónica en niños menores de 5 años, según referencia de la OMS, fue de 49.8%. Esta tasa es aún mayor en áreas de población indígena, principalmente en el occidente del país, en donde existen prevalencias superiores al 90%.

Es importante señalar que en los departamentos en donde se tienen los principales problemas de coberturas de servicios de agua y saneamiento y los niveles de pobreza más altos (Alta Verapaz, Chimaltenango, Huehuetenango, Petén, Quiché y San Marcos), se manifiestan también los índices más altos de desnutrición. Esto significa que la falta de infraestructura y de servicios de agua potable y saneamiento básico, da como resultado condiciones sanitarias e higiénicas insuficientes.

- La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la pobreza

Según la ENCOVI 2011, el porcentaje de pobreza total en Guatemala es del 53.71% (pobreza extrema 13.33% y pobreza no extrema 40.38%), un 2.71% más respecto del índice de pobreza total del año 2006 (51%). Los departamentos de la República de Guatemala con el índice de pobreza total más alto son Alta Verapaz (78.24%), Sololá (77.47%) y Totonicapán (73.29%), mientras que los Departamentos con el menor índice de pobreza total son Guatemala (18.64%), Escuintla (39.64%) y El Progreso (41.05%). Es interesante observar como la cobertura de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento es deficiente en los departamentos con altos índices de pobreza y, por el contrario, dicha cobertura es mayor en los departamentos que cuentan con indicadores más altos.

- La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con el género

---

La carencia de servicios sanitarios adecuados también conlleva a problemas de equidad de género. No sólo se encuentra que la tasa de deserción escolar es mayor en el caso de las niñas, sino que, en la mayoría de los casos, la mujer es la encargada y responsable de asegurar el abastecimiento de agua en el hogar.

Según Foster y Araujo (2004) citados por MSPAS (2012), el 74% de las actividades de acarreo de agua en Guatemala son realizadas por mujeres y niñas. Además de las tareas de acarreo, la mujer suele ser la persona responsable del tratamiento del agua, de las labores de limpieza y aseo del hogar y del lavado de los alimentos, entre otras actividades vinculadas con el agua. Se estima que el tiempo promedio empleado en estas actividades es entre 5 y 6 horas por día (RASGUA, 2007). De esta forma, la mujer destina tiempo y esfuerzo a esta labor, lo que limita las posibilidades de inserción laboral en el mercado formal y, consecuentemente, representa un costo de oportunidad por los ingresos que deja de percibir por realizar estas tareas (Ducci, 2007)” (MSPAS, 2012).

#### **1.3.3.4 Manejo de desechos**

En 2009, de las 1.7 millones de toneladas de residuos domiciliarios, el 25% se generó en el departamento de Guatemala. Del total de residuos a nivel nacional, el 56.7% fue incinerado o simplemente tirado en algún lugar, sin control sanitario; y sólo el 30% cuenta con algún servicio de recolección. La producción nacional per cápita de residuos domiciliarios fue cercana a los 125 kilogramos por persona por año, cifra inferior a los 146 kilogramos por persona por año, registradas para el departamento de Guatemala.

Estas cifras son inferiores a las producciones de residuos domiciliarios de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), como España o Finlandia, ambos con 230 kg/ persona/año, con la diferencia de que estos países tienen en general cerca del 100% de acceso a un servicio de disposición de residuos. Las respuestas para la gestión integral de la contaminación ambiental, los datos demuestran el bajo nivel de inversión y de capacidad institucional para enfrentar el problema. Tal situación tendrá que ser resuelta en el marco general de un pacto ambiental global, donde los temas ambientales sean parte de la agenda política de país, dentro de la cual estará la política fiscal (IARNA, 2012).

#### **1.3.4 Desarrollo humano**

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) representa el impulso de una definición más amplia del bienestar y ofrece una medida compuesta de tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación e ingresos. Entre 1980 y 2011 el IDH de Guatemala creció en un 0.95% anual, pasando desde el 0.428 hasta el 0.574, un resultado que si bien es significativo, es insuficiente para las necesidades del país (ver Figura 7). No obstante a lo expresado anteriormente el ritmo de crecimiento del IDH guatemalteco es mayor que el de otros países y regiones. La tasa de crecimiento promedio anual del país en el período 1980 a 2011 fue de 0.95%, el cual es mayor que el promedio mundial anual (0.65%) y que el promedio latinoamericano (0.73%) (PNUD, 2012).

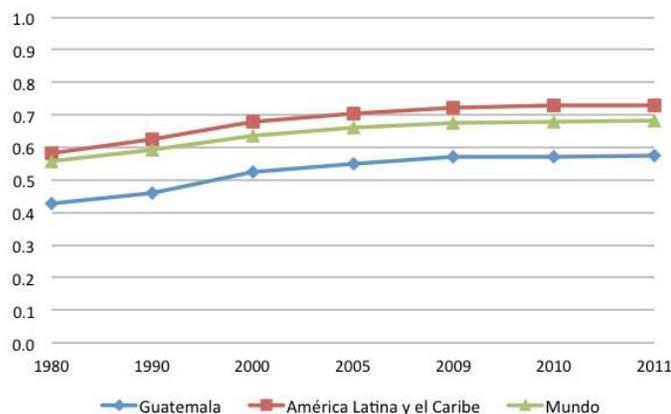


Figura 7. Evolución de IDH de Guatemala: Tendencias 1980 – 2011  
Fuente: PNUD (2011)

Las principales variables encontradas al estimar el IDH para el año 2011 se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Indicadores de desarrollo humano de Guatemala (2011)

PAISES	IDH	Clasificación (187 países)	IDH social	Esperanza de vida al nacer	Escolaridad promedio	Escolaridad esperada	Ingreso Bruto Nac per cápita	Diferencia I INB-IDH
<b>Guatemala</b>	<b>0.574</b>	<b>131</b>	<b>0.595</b>	<b>71.2</b>	<b>4.1</b>	<b>10.6</b>	<b>4,167</b>	<b>-14</b>
América Latina y el Caribe	0.731	n.a	0.767	74.4	7.8	13.6	10,119	n.a
Mundo	0.682	n.a	0.683	69.8	7.4	11.3	10,082	n.a

Fuente: Fuente: HDRO-PNUD.

Notas: IDH social: IDH sin el componente de ingresos. Escolaridad promedio: para adultos de 25 años y más. Escolaridad esperada: para niños en edad de iniciar su formación (7 años). \$PPA: Dólares estadounidenses de paridad de poder adquisitivo a precios constantes de 2005. Diferencial INB-IDH: Diferencia entre la clasificación por el Ingreso Nacional Bruto y la clasificación por IDH.

## 1.4 Economía

En los últimos años, el concepto de desarrollo económico se ha complementado con el enfoque de desarrollo sostenible, el cual incorpora la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales y la implementación de acciones de control de los impactos negativos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. El desarrollo económico con enfoque sostenible, contribuye a reducir las condiciones de vulnerabilidad de los medios de vida de la población, en particular de los sectores históricamente excluidos o expuestos al cambio climático.

### 1.4.1 Crecimiento económico

El nivel de crecimiento observado por la economía guatemalteca durante la última década ha sido irregular y fuertemente influenciado por la situación internacional. Su desempeño se ha dado por debajo

---

del crecimiento promedio de los años sesenta y setenta del siglo pasado. La tasa de crecimiento promedio anual durante el período 2000-2013 fue de 3.34% con sub-períodos distintos que se describen a continuación:

El primer sub-período inició en el año 2000 hasta 2007, con algunos altibajos en los periodos iniciales producto de la crisis del café de 2001 y la desaceleración de la economía internacional. Se caracteriza por un fuerte crecimiento que se incrementa gradualmente desde un 2.5%, en 2000, hasta alcanzar la mejor tasa de crecimiento de la década, de 6.3% en 2007. Esto fue resultado de un contexto internacional favorable y se vio reflejado en las variables macroeconómicas del país.

En 2008 inicio el segundo sub-período, cuando la dinámica económica internacional se deteriora. La economía guatemalteca altamente vinculada con importantes economías avanzadas sufrió una severa desaceleración, sensible durante el año 2009, cuando se observó una reducción de 5.8 puntos porcentuales con respecto a la cima alcanzada en 2007. Al contrastar el crecimiento promedio del PIB en el período (3.5%) y el incremento poblacional (2.5%), se observa que dicho crecimiento resulta insuficiente para satisfacer la demanda laboral creciente. Pese a ello, Guatemala fue uno de los pocos países que no entro en recesión. Sin embargo, variables macroeconómicas como los ingresos tributarios, el comercio exterior y el crédito, se redujeron ante la desaceleración económica.

El tercer sub-período inició a partir del año 2010, en el cual, la recuperación económica comenzó a manifestarse impulsada por la moderada recuperación de la demanda internacional. Esto incidió en un aumento de las exportaciones, la Inversión Extranjera Directa (IED), las remesas y los ingresos por turismo; además, se dio un mayor dinamismo en la demanda interna, dando como resultado un crecimiento positivo para todos los sectores productivos.

A finales de 2011 y hasta 2013 se observa un cuarto sub-período, en el cual, la economía internacional nuevamente entro en un proceso crítico, producto de los problemas de deuda de la zona del euro, la ralentización en el ritmo de crecimiento de los EEUU y China, así como los precios de las principales materias primas (maíz, trigo y petróleo) que, aunque se han reducido, aún continúan en niveles elevados.

Este contexto internacional adverso amenaza nuevamente la moderada recuperación de la dinámica económica del país, pues presenta el riesgo de llevar hacia una desaceleración o, cuando menos, a un estancamiento. Producto de ello, los pronósticos del Banco de Guatemala estiman una tasa de crecimiento para 2015 de entre un 3.6 y un 4.2%, muy próxima a la observada en 2013 (4.2%<sup>3</sup>). Esta cifra está condicionada por el menor dinamismo en el ritmo de crecimiento del comercio exterior y las remesas familiares, así como por la invariabilidad de la tasa de crecimiento del crédito al sector privado. El desafío para el país consiste en compatibilizar los resultados económicos con un mayor esfuerzo en materia de equidad e inclusión social. (ver Figura 8) (BANGUAT, CONADUR/SEGEPLAN, 2014).

---

<sup>3</sup> Cifras preliminares según Banco de Guatemala, 2015.

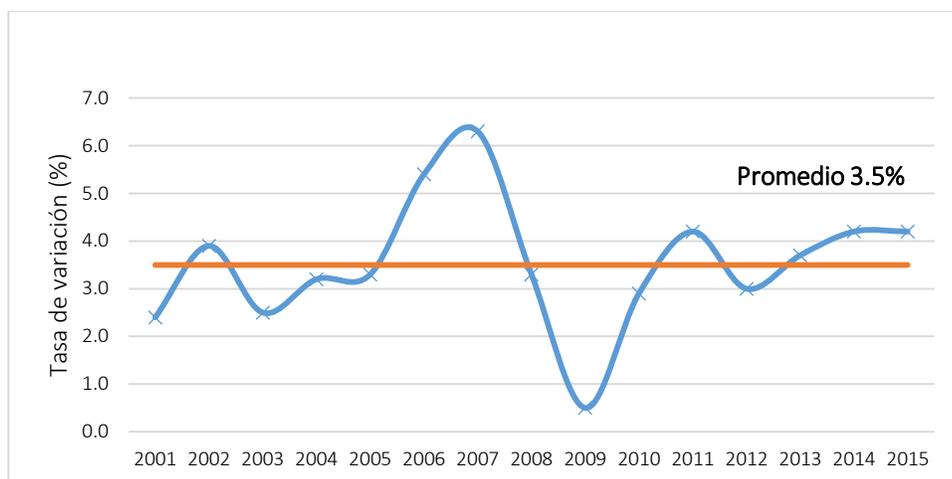


Figura 8. Variación interanual del Producto Interno Bruto de Guatemala, periodo 2001 - 2015  
Fuente: Elaboración propia con información del Banco de Guatemala, 2015.

### 1.4.2 Sectores de la economía nacional

En 2009, la mayoría de actividades económicas que integran el producto interno bruto registraron un comportamiento menos dinámico que el observado en 2008, excepto en la Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; Explotación de minas y canteras; y, Administración pública y defensa, en las cuales se observó un mayor dinamismo.

Para la actividad agrícola, ganadería, caza, silvicultura y pesca (con una participación de 13.6% en el PIB) se estima un crecimiento del valor agregado de 3.8%, superior al observado para 2008 (0.9%). Este comportamiento estuvo influenciado, de conformidad con apreciaciones de gremiales y asociaciones de productores y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), principalmente por el dinamismo observado en el cultivo de banano, cardamomo y caña de azúcar; así como de cultivos no tradicionales, en especial del cultivo de arroz, papa, hortalizas y frutas. Para el caso de los cultivos tradicionales (café, banano y cardamomo), aún con la caída observada para el cultivo de café (-2.9% en 2009 contra 2.5% en 2008), en conjunto, se espera un crecimiento de 4.9%, superior al observado en 2008 (-1.6%).

El valor agregado generado por la actividad Explotación de minas y canteras (con una participación de 0.7% en el PIB), registró una tasa de crecimiento de 4.2% (-4.3% en 2008). Dicho comportamiento se asocia al incremento en la extracción de minerales metálicos y de otros minerales no metálicos, las cuales mostraron variaciones de 25.3% y 21.0%, respectivamente (-0.6% y -5.0%, en su orden, en 2008). Por su parte, la extracción de piedra, arena y arcilla; así como, la extracción de petróleo y gas natural, registraron caídas de 8.2% y 5.6%, respectivamente (-4.3% y -7.3%, en 2008); en el caso de la extracción de piedra, arena y arcilla, su comportamiento negativo se asocia a una disminución en la demanda de estos insumos por parte de la actividad construcción, mientras que la contracción del crudo se debe a la disminución en la producción de los principales pozos petroleros del país, como resultado del proceso de agotamiento de los mismos.

Respecto al valor agregado de la actividad Suministro de electricidad y captación de agua (con una participación de 2.6% en el PIB), éste registró una tasa de crecimiento de 0.7% (1.6% en 2008). Este

---

resultado estuvo influenciado, principalmente, por la desaceleración en la demanda de captación, depuración y distribución de agua, que observó una tasa de variación de 1.4% (7.7% en 2008). Por su parte, la generación, captación y distribución de energía eléctrica, registró una tasa de 0.5% (0.4% en 2008), comportamiento asociado a un leve incremento de la demanda interna, como consecuencia del proceso gradual de recuperación que registró la actividad económica a partir del tercer trimestre de 2009.

En lo que concierne al valor agregado de las actividades Transporte, almacenamiento y comunicaciones (con una participación de 10.5% en el PIB), en 2009 registró un crecimiento de 2.5% (14.6% en 2008), asociado a la desaceleración observada en las sub-actividades de correo y comunicaciones y de transporte. En lo que se refiere al correo y comunicaciones, ésta mostró un menor dinamismo principalmente en las telecomunicaciones, cuyo valor agregado mostró una tasa de variación de 6.9% en 2009 (23.4% en 2008), representando el 98.7% de este subgrupo. De conformidad con la Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala (SIT), el comportamiento obedece, principalmente, a la desaceleración observada en el número de líneas activadas. Por su parte, la sub-actividad transporte, observó una caída, al pasar de 3.3% en 2008 a -3.4% en 2009, asociada, por una parte, a una menor demanda intermedia de servicios de transporte de carga por carretera por parte de las actividades industriales y comerciales, y por la otra, a la caída en el número de pasajeros y volumen de carga transportada por vía aérea

En cuanto a la actividad económica Servicios privados (con una participación de 15.9% en el PIB), su valor agregado registró una tasa de crecimiento de 1.1% (6.4% en 2008). Este menor desempeño se explica, principalmente, por el menor dinamismo observado en las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, las cuales pasaron de una variación de 8.6% en 2008 a una variación de 3.1% en 2009; así como al comportamiento observado en los servicios prestados por los hoteles y restaurantes, los cuales crecieron levemente en 1.6% (5.0% en 2008). Las actividades indicadas, en conjunto, representaron el 56.0% del total de los servicios privados. Por su parte, la sub-actividad de mantenimiento y reparación observó una contracción de 2.1% (4.1% de crecimiento en 2008); al igual que los servicios de enseñanza, salud y servicios sociales los cuales pasaron de una variación de 7.1% en 2008 a una de -2.1% en 2009. (BANGUAT, 2009)

### 1.4.3 Empleo

En Guatemala del 100% de la población ocupada de jóvenes entre 15 y 24 años, tres cuartas partes tienen empleo informal; de estas, el 39% tiene educación primaria, el 26.1%, secundaria y el 1% superior. Del 25% restante con empleo formal, el 6.5% tiene educación primaria, el 15.9% secundaria y el 3.9% superior. La alta informalidad entre jóvenes con estudios de nivel medio evidencia la precariedad laboral del país; de cada cinco jóvenes con nivel educativo secundario, dos están incorporados en el mercado formal y tres en el informal, en situación de precariedad laboral (INE, 2011).

En los últimos veintidós años, el peso de la población económicamente activa (PEA) de jóvenes entre 15 y 24 años en la PEA total se redujo un punto porcentual, pasando de 28.9%, en 1989, a 27.7%, en 2011. La tasa de participación económica de este mismo grupo etario pasó de 53.5 a 55.7%, entre 1989 y 2011, con un ascenso en 2006 (59.4%) (ver Figura 9). Un enfoque intergeneracional permite apreciar que, aunque la tasa tuvo una leve mejoría en veintidós años, cayó en relación con el nivel más alto alcanzado en 2006. Esta dinámica en la inserción económica contrasta con el hecho de que las y los jóvenes, en 2011, tienen mayores niveles educativos y de conocimientos tecnológicos que sus padres y madres, lo

cual debería permitirles optar por más y mejor empleo y ser menos vulnerables a los vaivenes económicos (INE, 2011).

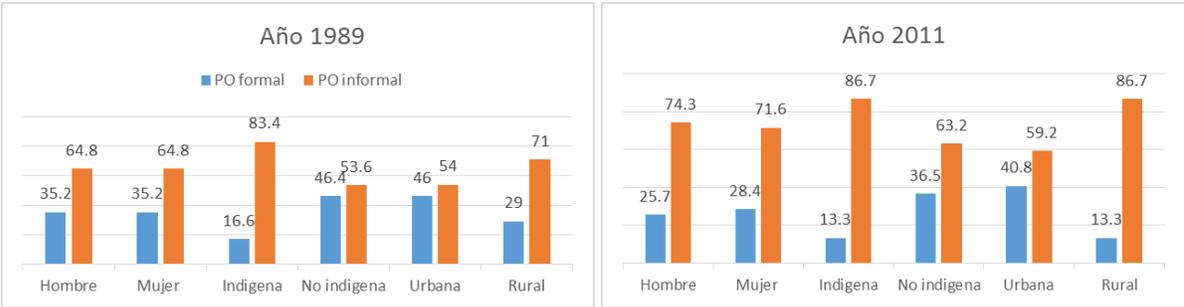


Figura 9. Empleo formal e informal de jóvenes de 15 a 24 años, por categoría, 1989 y 2011  
Fuente: Elaboración propia, con datos de la ENS 1989 y las ENCOVI 2006 y 2011 (ajustada PNUD).

### 1.4.4 Pobreza

Guatemala es la economía más grande de Centroamérica, pero se ubica dentro de los países con mayores niveles de desigualdad en Latinoamérica, con altos índices de pobreza, particularmente en zonas rurales y entre poblaciones indígenas, y con tasas de desnutrición crónica y de mortalidad materno-infantil de los más altos en la región.

El estudio Evaluación de la pobreza en Guatemala del Banco Mundial, señala que el país fue capaz de reducir la pobreza de un 56% al 51% entre 2000 y 2006. No obstante, cifras oficiales de 2011 indican que la pobreza subió a un 53.7%. La situación es particularmente difícil en casi la mitad de los municipios rurales, donde ocho de cada diez personas son pobres, según los Mapas de Pobreza Rural 2011<sup>4</sup>.

Al contrastar los resultados de brecha y severidad de la pobreza, la población rural que vive en Alta Verapaz es la que se encuentra en peores condiciones. En el departamento, 89.6 %de la población rural vive en pobreza, mientras que 46.7% vive en extrema pobreza (ver Figura 10). En varios municipios de Alta Verapaz, más de la mitad de la población rural vive en extrema pobreza, por ejemplo en Panzos (76%), Tucurú y Chisec (ambos con 65 por ciento), Santa Catalina La Tinta (61 por ciento) y San Cristóbal Verapaz (54 por ciento) (INE, 2011).

<sup>4</sup> Según Narcizo, R. *El mapa de pobreza es una herramienta muy útil porque destaca las variaciones geográficas de la pobreza y ayuda a entender mejor los factores determinantes de la pobreza. Esto resulta determinante para focalizar las intervenciones para la reducción de la pobreza y los proyectos de infraestructura y de servicios sociales.*

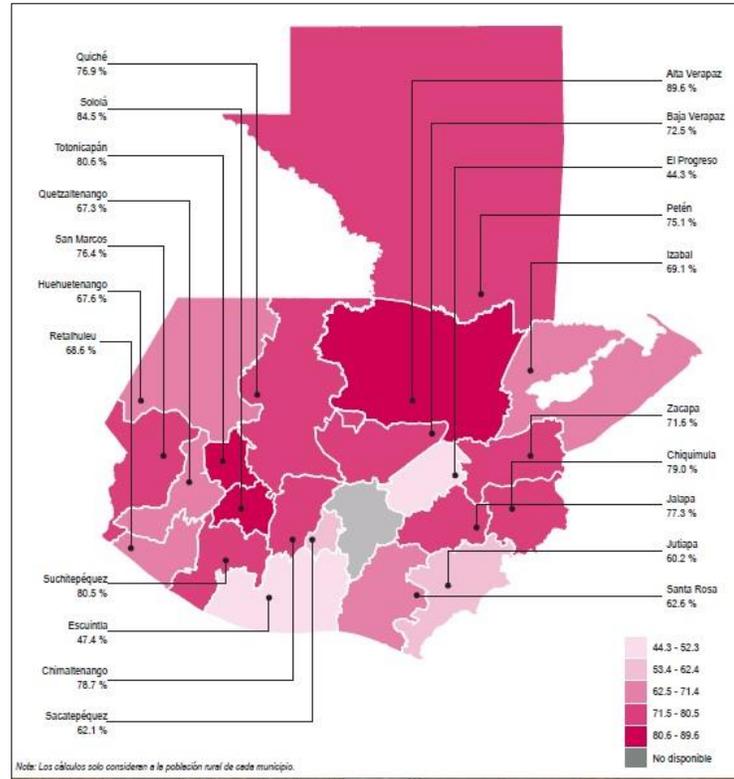


Figura 10. Mapa de Pobreza Rural de Guatemala  
Fuente: INE, 2013

Los niveles de desigualdad imperantes no han permitido que la incidencia de pobreza se reduzca. Durante el periodo 2000-2006, la pobreza general disminuyó 5.0 puntos porcentuales, pasando de 56.2 a 51.0%. Por su parte, la pobreza extrema prácticamente permaneció inalterable: se redujo solo 0.5 puntos, al pasar de 15.7 a 15.2%, cambio que estadísticamente no es significativo. Recientemente, los resultados de la nueva Encuesta Nacional de Condiciones de Vida muestran una reducción de casi dos puntos porcentuales en la pobreza extrema (1.87%) y un incremento en la pobreza general (2.71%) comparado con el año 2006 (ver Cuadro 5) (INE, 2011).

Cuadro 5. Incidencia de la pobreza nivel nacional (comparaciones entre 2000, 2006 y 2011)

Año	Pobreza extrema	Pobreza total
2000	15.70	56.00
2006	15.20	51.00
2011	13.33	53.71

Fuente: SEGEPLAN, con base en datos de las ENCOVI de 2000, 2006 y 2011.

La disminución de la pobreza no ha sido equitativa entre los distintos grupos sociales o a nivel territorial. El dinamismo económico de las ciudades supera la actividad económica del área rural. Las poblaciones no indígenas, las personas que viven en las áreas urbanas y en algunas regiones y departamentos del país han experimentado una reducción de la pobreza (ver Figura 11). Contrariamente, la población indígena, las personas del área rural y quienes viven en las regiones suroccidente, norte y noroccidente, que incluyen los departamentos de Alta Verapaz, Quiché, Huehuetenango, San Marcos, Sololá y Chimaltenango, continúan concentrando la incidencia de la pobreza.

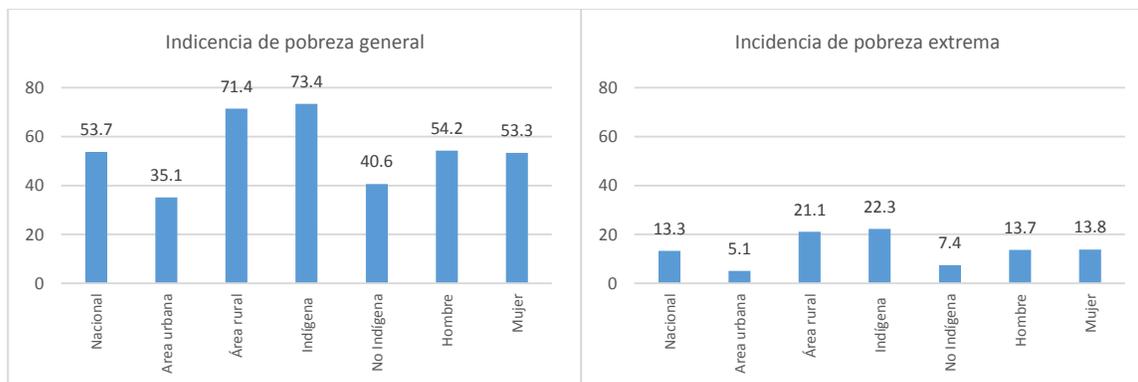


Figura 11. Incidencia de pobreza por grupos sociales al 2011 (en porcentajes)

Fuente: Elaboración propia con información de ENCOVI 2011

La intensidad de la pobreza extrema experimentó cambios un tanto más evidentes que los registrados por la incidencia de la pobreza; sin embargo el patrón de distribución continúa siendo bastante polarizado. En otras palabras, en 2011, en comparación con el año 2006, se observó un cambio relativo en la intensidad de la pobreza, la cual fue más pronunciada en los pueblos indígenas y en la población rural, mientras que fue cuatro o cinco veces inferior en el área urbana y entre la población no indígena (SEGEPLAN, 2014).

Esto tiene implicaciones en el grado de desarrollo humano alcanzado. Pese al incremento en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) en los últimos años, la posición relativa del país en la escala mundial y regional resulta baja. En suma, el balance en materia económica durante la última década puede considerarse modesto. El crecimiento observado, sobre todo durante el primer sub-período indicado, no se desbordó hacia todos los estratos sociales, tal y como se esperaba. Los niveles de pobreza y desigualdad muestran resultados contrastantes y continuaron siendo significativamente altos; los diversos choques económicos, ambientales y de precios suscitados durante el periodo, contribuyeron a la configuración de un mayor deterioro social.

Un factor de la desigualdad del país es la alta concentración del uso y propiedad de la tierra. El coeficiente de GINI en la distribución de la tierra es del 0.84, muy cerca del 1 que significa total inequidad. Según el INE (2003) el 92.06% de las y los pequeños productores únicamente cultivan el 21.86% de la superficie, mientras el 1.86% de los productores comerciales ocupan el 56.59% de la superficie. Existen 47 fincas de 3,700 hectáreas o más, mientras el 90% de los productores sobreviven con un promedio de una hectárea (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Estructura de la tenencia de la tierra 2003.

Concepto	Número de Productores	% Productores	Área Has.	% Tierra
< 0.7 has (infrasubsistencia)	375,708	45.26	120,568	3.24
0.7-7 has (subsistencia)	388,976	46.83	692,161	18.62
7-45 has (excedentario)	50,528	6.08	800,920	21.55
45 has y más (comerciales)	15,472	1.86	2,103,719	56.59
<b>Total</b>	<b>830,684</b>	<b>100.00</b>	<b>3,717,369</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo Agropecuario 2003.

---

## 1.5 Recursos naturales

### 1.5.1 Agua

El país cuenta con una alta disponibilidad hídrica (aproximadamente 93,388.50 millones de metros<sup>3</sup> anuales de agua dulce) que se da en función del régimen ordinario del ciclo hidrológico. Esta disponibilidad, sin embargo, no redundaría necesariamente en bienestar para la población en general (IARNA, 2012).

La mayor disponibilidad hídrica a nivel nacional se concentra principalmente en la vertiente del Golfo de México (49%); en ella se encuentran ríos de gran tamaño, tales como Salinas, La Pasión, Ixcán y San Pedro. Destaca la presencia del embalse Chixoy, el cual provee agua para la generación de una proporción significativa de la energía eléctrica que se distribuye en el país (IARNA, 2012).

A pesar de esta alta abundancia, se estima que solo se aprovecha cerca de un 16.4% del total del agua, debido principalmente a la alta irregularidad en la disponibilidad de este recurso, inducida sobre todo por la alteración y comportamiento del ciclo hidrológico. Esto da como resultado un exceso de agua en la época lluviosa —que llega incluso a causar inundaciones— y, en el mes más seco, la disponibilidad apenas alcanza un 5.14% de la oferta total (4,800 millones de m<sup>3</sup>), provocando estrés hídrico. Esta escasez se manifiesta en todo el país, pero es más fuerte en el altiplano oriental, altiplano central occidental, la costa sur y en el norte de Petén (IARNA, 2012).

Guatemala enfrenta deficiencias importantes en materia de gobernabilidad del agua. La ausencia de un marco legal al respecto, así como los débiles procesos de institucionalización de políticas dirigidas al aprovechamiento y protección del recurso, para beneficio de la población en su conjunto, no permiten que el Estado cumpla su rol de garantizar el acceso y la disponibilidad del agua. Las debilidades en la gestión de los recursos hídricos aumentan la conflictividad social y abonan la inestabilidad en todos los ámbitos de la dinámica social.

### 1.5.2 Suelo

La interacción entre la sociedad y la naturaleza ha dado lugar a diferentes niveles de presión sobre el uso de los territorios. En ese sentido, la tierra, como bien natural, interacciona de diferentes maneras con la economía y con el ambiente; constituye un soporte de las actividades económicas y es la fuente primaria de nutrientes para la producción agrícola, ganadera y forestal, y de los minerales, metales y recursos energéticos para la industria. Es importante mencionar que la tierra es el soporte para el desarrollo de los diferentes ecosistemas y sus especies; también permite el almacenamiento de agua en el manto freático para alimentar los cuerpos de agua (URL-IARNA, 2009).

#### Uso de la tierra

Para el año 2012 el país contaba con el 1.28 % de territorio transformado, refiriéndose principalmente a los asentamientos humanos, los territorios agrícolas ascienden al 38.10 % incluyéndose agricultura anual, permanente, pastos cultivados y zonas agrícolas heterogéneas, el bosque abarca el 33.74 %, los

medios con vegetación arbustiva y/o herbácea cubren el 23.48 % incluyendo las sabanas del norte del país, vegetación arbustiva baja como guamiles y matorrales y arboles dispersos, 0.33 % corresponde a espacios abiertos, sin o con poca vegetación, haciendo referencia a los conos de volcanes, arenas y zonas con pedregosidad, 0.98 % humedales y 0.45% de cuerpos de agua incluyendo ríos, lagos y lagunas (GIMBUT, 2014).

### Cambio de uso de la tierra

De acuerdo con el análisis de los cambios del uso de la tierra Guatemala 2001 – 2010, se refleja que 3,122,830 hectáreas de tierras forestales se han mantenido como tal, lo que representa aproximadamente el 29% del territorio nacional, mientras que la pérdida de bosques ha sido estimada en 1,034,622 hectáreas, principalmente por la transformación a tierras agrícolas y praderas, con aproximadamente el 9,5% del país. También se reporta una ganancia de Tierras Forestales equivalentes a 549,699 hectáreas, un 5,08% entre los años 2001 y el 2010. La superficie representada por tierras agrícolas y praderas que se ha mantenido invariable representa 5,791,335 hectáreas, el 53.18% del total nacional, mientras que la pérdida equivale a 550,599 hectáreas, que han cambiado su uso a tierras forestales, asentamientos y en menor medida a otras tierras, que en su conjunto significan el 5.05% (GIMBUT, 2014).

### Intensidad de uso de la tierra

Con relación a la intensidad de uso de la tierra, para el año 2003, el 15% del territorio nacional se encontraba sobre utilizado. Esto significa que en esta proporción del territorio los suelos se están deteriorando como producto de la utilización más allá de su capacidad. La mayor parte de las actividades productivas que se desarrollan en suelos sobre utilizados corresponde a cultivos anuales (61.47%) y cultivos permanentes (31%) (ver Cuadro 7). Por lo tanto, estos cultivos son responsables de que el 93% del territorio se encuentre en sobreuso (URL-IARNA, 2009).

Cuadro 7. Actividades económicas que se desarrollan en tierras sobre utilizadas

Uso de la tierra	Área (ha)	Porcentaje del total
Cultivos anuales	1,009,527	61.47
Cultivos perenes	505,533	30.78
Otros	10,439	0.63
Pastos	115,785	7.05
Plantación forestal para producción	1,119	0.07
<b>Total</b>	<b>1,642,403</b>	<b>100.0</b>

Fuente: IARNA/URL (2009), con base en información del MAGA

### 1.5.3 Bosque

En Guatemala la tendencia de disminución de la cobertura forestal ha sido sostenida. Para el año 2001, la proporción de la superficie cubierta por bosques era de 38.1% del territorio nacional y, para el año 2010, esta cobertura había disminuido a un 34.2% (ver figura 12). Es decir, en diez años Guatemala

perdió aproximadamente un 4% de su cobertura forestal, equivalentes a una tasa de deforestación anual de 1.0% durante el periodo 2006-2010, y corresponde a la diferencia entre la pérdida anual bruta de bosques naturales (132,138 ha/año) y la ganancia entre plantaciones forestales y regeneración natural (93,541 ha/año) (GIMBUT, 2014).

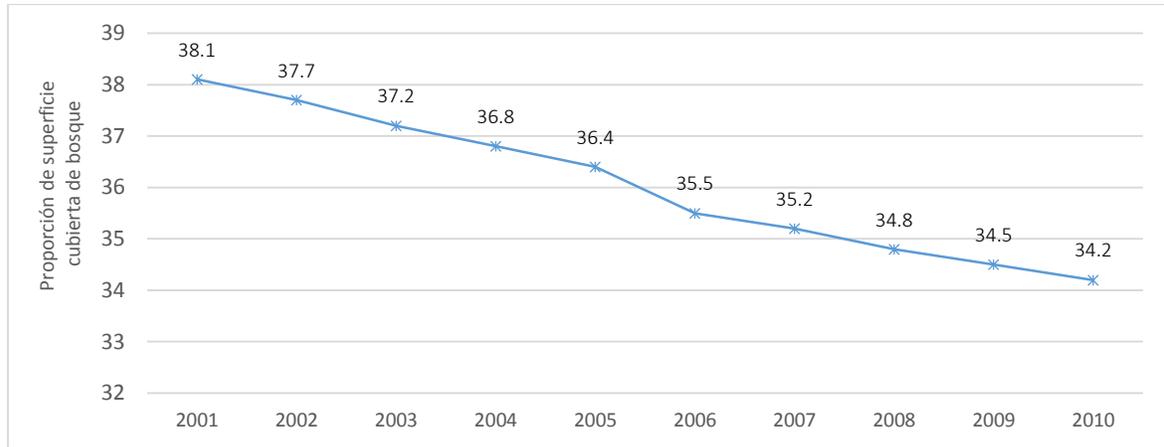


Figura 12. Proporción de superficie terrestre cubierta de bosque

Fuente: Elaboración propia, con base en Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala 2001-2006 y 2006-2010

El análisis de la dinámica de la cobertura forestal durante el periodo 2006-2010, muestra que los departamentos con mayores pérdidas de cobertura (cambio neto) son, en su orden: Petén, Izabal, Chiquimula, Baja Verapaz y Guatemala. Petén significó un 35% de la pérdida bruta de cobertura durante dicho periodo. Los departamentos que han obtenido ganancia de cobertura son: Huehuetenango, Quiché, Escuintla, Alta Verapaz y Suchitepéquez (IARNA, 2012).

La deforestación neta promedio anual se estimó en 48,084 ha para el periodo 2001-2006 y 38,597 ha para el periodo 2006-2010 (GIMBUT, 2014). Esto es un indicador de los impactos que el cambio de uso de la tierra tiene sobre los recursos forestales. La superficie de poco más de un millón de hectáreas de bosque que se han deforestado en los últimos 20 años, difícilmente van a recuperarse de continuar con los niveles actuales de reforestación. En un escenario alcanzable, dadas las actuales capacidades sectoriales, en donde se logra evitar un 10% de la deforestación anual acumulada, y se cumple con la meta de reforestar anualmente 10,000 ha (BANGUAT y IARNA-URL, 2009), se espera estabilizar la cobertura forestal en un 35% para el año 2030.

#### 1.5.4 Biodiversidad y áreas protegidas

Guatemala alberga aproximadamente 14,997 especies de flora y fauna, de las cuales 5.6% (836 especies) son endémicas nacionales; de estas, un 69% corresponde al reino *Plantae*, y un 31% al reino *Animalia*. Actualmente, Guatemala forma parte del Grupo de Países Mega Diversos Afines, de la Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Sin embargo, aproximadamente 1,287 especies de esta alta diversidad biológica, están siendo fuertemente presionadas por el ser humano; la distribución entre ellas es la siguiente: especies forestales (726), peces (259), flora no maderable (155), aves (63), mamíferos (45), reptiles (18), crustáceos (16) y moluscos (5). Es decir, se ejerce presión sobre 8.6% del total de especies descritas para el país en 2009 (CONAP, 2010).

---

La superficie del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) ha aumentado significativamente desde 1955, cuando la extensión de las áreas protegidas en el país apenas alcanzaba los 1,370 km<sup>2</sup> (1.26% del territorio nacional). Para 2015, el SIGAP estaba constituido por 328 áreas protegidas que cubrían una extensión de 3,440,262.74 ha. (30.65% de la extensión terrestre del país) (CONAP, 2015). Sin embargo, este nivel de crecimiento en número de áreas y extensión de superficie no necesariamente se encuentra asociado con un manejo adecuado de los espacios protegidos, ya que la gestión administrativa que se hace no satisface los requerimientos mínimos de conservación planteados en los objetivos de declaratoria como áreas protegidas (SEGEPLAN, 2014).

---

# Capítulo 2.

# INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

## 2.1 Introducción

Basado en los compromisos que Guatemala adquirió ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), principalmente los relacionados en los artículos 4 y 12 de dicha convención, así también como en Directrices sobre Comunicaciones Nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC adoptadas en la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2004), las cuales establecen que los países informaran a la Conferencia de las Partes (CP) sobre sus fuentes de emisión y absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, denominados como los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.

Para la preparación del inventarios de GEI en Guatemala para el 2000, se emplearon las Guías revisadas del IPCC del 1996 y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000) y la orientación sobre las buenas prácticas sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2003), presentando los resultados en los formatos establecidos para el informe de los inventarios anuales.

En la evaluación de las tendencias, de forma voluntaria el país está incluyendo información de emisiones y absorciones para los años 1994 y 2005, tomando en consideración los periodos de reporte. Los inventarios presentan cálculos de emisiones de GEI para cinco de los seis sectores de emisión definidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), las cuales son: Energía, Procesos

---

Industriales, Agricultura; Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UTCUTS) y Desechos; no se presentan resultados del sector Solventes dado que emiten únicamente gases precursores de ozono.

En los INEGEI 1994, 2000 y 2005 se evalúan los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), otros hidrocarburos volátiles diferentes del metano (NMVOC), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), halocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

En este capítulo presenta los resultados de los Inventarios Nacionales de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero (INVGEI) de Guatemala para los períodos 1994, 2000 y 2005, y su vinculación con el INVGEI para el año 1990 que fue presentado como parte de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARN, 2001), asimismo, se indica los vacíos de información para establecer las incertidumbres de los inventarios presentados, incluyendo un análisis de las brechas, que se deben considerar para establecer un Plan de Garantía de Calidad / Control de Calidad y Verificación, como parte del proceso de mejora continua de los inventarios nacionales.

## 2.2 Arreglos institucionales

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Guatemala, es el punto focal nacional ante la CMNUCC, y por medio de la Dirección de Cambio Climático, es el responsable de formular y dar seguimiento a las Comunicaciones Nacionales y Reportes Bianuales que se deben presentar ante esta (Acuerdo Gubernativo 50-2015).

A la fecha, Guatemala ha elaborado cuatro INVGEIs los cuales han sido financiados con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) por medio de los proyectos Primera y Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Dentro de estos proyectos, se organizó la preparación y elaboración de los INVGEIs, actividad que se realizó principalmente con el apoyo de consultores nacionales externos al MARN, quienes fueron los responsables de la identificación y selección de las fuentes de información de los datos de actividad, la selección de los factores de emisión y la realización de los cálculos correspondientes, empleando para el propósito el software basado en Excel denominado NAIS ver. 1.3.2.

En todos los procesos, los consultores contratados para la elaboración de los inventarios establecieron procesos de consulta y retroalimentación con personeros de entidades gubernamentales y no gubernamentales para garantizar la obtención de los datos de actividad más precisos posibles, lo que permitió lograr una alta participación de las instituciones públicas, sector privado y sociedad civil en la elaboración de los INVGEIs.

## 2.3 Proceso de preparación del inventario y aspectos metodológicos

Con base en las decisiones adoptadas en la decisión 17/CP.8, los inventarios para calcular las emisiones y absorciones de GEIs para Guatemala se desarrollaron con base a las guías del IPCC para inventarios adoptadas en la CMNUCC, las cuales son:

- Directrices revisadas de 1996 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC GL 1996)
- Orientaciones sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GPG 2000)
- Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (GPG-LULUCF, 2003)

Los inventarios elaborados en el marco del Proyecto Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático para los años 1994, 2000 y 2005 incluyen los cálculos de emisiones y absorciones antropogénicas de los GEI en cinco de los sectores establecidos por el IPCC, los que son:

1. Energía: que incluye las emisiones provenientes de las actividades energéticas fijas y móviles, incluyendo las generadas por la combustión y las emisiones fugitivas.
2. Procesos industriales: incluye las emisiones derivadas de los procesos físicos y químicos de transformación de materias primas en actividades de producción industrial y las emisiones fugitivas de GEI de estos procesos. Las emisiones por quema de combustibles de este sector se reportan en el sector de energía.
3. Agricultura: dentro de este sector se reportan las emisiones antropogénicas sectoriales, exceptuando las emisiones resultantes de los combustibles en actividades agrícolas y las emisiones del manejo de las aguas residuales de las actividades de este sector.
4. Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS): dentro del sector se incluyen las emisiones y absorciones provenientes de las actividades en los bosques y otros usos de la tierra, incluyendo las que son sometidas a manejo forestal.
5. Desechos: incluye las emisiones que se generan del manejo de desechos sólidos y líquidos de las diversas actividades humanas.

Se trató de estimar las incertidumbres asociadas a los datos de actividad de cada sector utilizando las directrices del IPCC, sin embargo, esta actividad no fue posible debido a la falta de datos de certidumbre en varios sectores de los inventarios. Este análisis permitió definir un conjunto de actividades prioritarias para mejorar la calidad de datos de actividad requerida en cada una de las categorías de fuente, como parte del proceso de mejora continua al momento de desarrollar los próximos inventarios.

## 2.4 Resultados de los Inventarios Nacionales

A continuación se presentan los resultados desglosados por sector y categoría de actividad los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INVGEI) de los períodos 1994, 2000 y 2005.

### 2.4.1 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 1994

Los resultados obtenidos para el año 1994 del inventario de emisiones y absorciones de GEIs para cada uno de los sectores y categorías de datos se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 1994

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
<b>Total de las Emisiones y Absorciones Nacionales</b>	<b>10,116.473</b>	<b>-31,225.180</b>	<b>192.745</b>	<b>11.720</b>	<b>48.446</b>	<b>958.066</b>	<b>235.257</b>	<b>74.607</b>

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
<b>1. Energía</b>	<b>9,338.939</b>	<b>0.000</b>	<b>34.401</b>	<b>0.520</b>	<b>36.905</b>	<b>725.726</b>	<b>91.743</b>	<b>74.235</b>
A. Quema de combustibles (Enfoque Sectorial)	9,338.939		34.284	0.520	36.871	725.674	90.984	73.700
1. Industria energética	4,547.322		0.008	0.002	0.524	0.039	0.013	73.700
2. Industria manufacturera y construcción	948.863		0.349	0.050	3.267	39.401	0.600	0.000
3. Transporte	3,117.761		0.352	0.018	21.033	124.781	23.604	0.000
4. Otros sectores (comercial, institucional, residencial)	724.994		33.575	0.450	12.046	561.453	66.767	0.000
B. Emisiones fugitivas de combustibles	0.000		0.117		0.035	0.052	0.759	0.535
1. Combustibles sólidos			0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
2. Petróleo y gas natural			0.117		0.035	0.052	0.759	0.535
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>777.534</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>143.514</b>	<b>0.372</b>
A. Productos minerales	777.534					0.000	123.284	0.372
B. Industria química	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C. Producción de metales	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D. Otra producción (papel, comidas y bebidas)	0.000				0.000	0.000	20.230	0.000
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
<b>3. Uso de solventes y otros productos</b>	<b>NE</b>		<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
<b>4. Agricultura</b>			<b>115.003</b>	<b>10.649</b>	<b>9.156</b>	<b>232.274</b>		
A. Fermentación entérica			100.135					
B. Manejo de estiércol			4.055	0.331				
C. Cultivo de arroz			0.070					
D. Suelos agrícolas				10.065				
E. Quema prescrita de sabanas			1.267	0.016	0.567	33.259		
F. Quema de residuos agrícolas en campo			9.477	0.238	8.590	199.015		
<b>5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>0.000</b>	<b>-31,225.180</b>	<b>9.595</b>	<b>0.061</b>	<b>2.384</b>	<b>0.066</b>		
A. Cambios en los bosques y otra biomasa leñosa	0.000	-35,096.540						
B. Conversión de bosques y praderas	8,358.465		9.595	0.061	2.384	0.066		
C. Abandono de tierras cultivadas		-4,443.708						
D. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> de los suelos	0.000	-43.397						
<b>6. Residuos</b>			<b>33.745</b>	<b>0.491</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
A. Disposición de residuos sólidos en la tierra			32.153					
B. Tratamiento de aguas residuales			1.592	0.491				
C. Incineración de residuos								
<b>Ítems de Memo</b>								
<b>Depósitos Internacionales (Bunkers)</b>	<b>110.275</b>		<b>0.003</b>	<b>0.004</b>	<b>0.394</b>	<b>0.267</b>	<b>0.045</b>	<b>0.035</b>
Aviación	110.275		0.003	0.004	0.394	0.267	0.045	0.035
Marino	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la biomasa</b>	<b>12,857.384</b>							

Fuente: Proyecto 2da Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MARN, 2015.

## 2.4.2 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2000

Los resultados obtenidos para el año 2000 del inventario de emisiones y absorciones de GEIs para cada uno de los sectores y categorías de datos se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2000

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
<b>Total de las Emisiones y Absorciones Nacionales</b>	<b>10,578.653</b>	<b>-25,124.264</b>	<b>211.255</b>	<b>16.902</b>	<b>75.945</b>	<b>1,211.924</b>	<b>176.926</b>	<b>98.458</b>
<b>1. Energía</b>	<b>9,342.926</b>	<b>0.000</b>	<b>41.614</b>	<b>0.677</b>	<b>69.841</b>	<b>1,015.551</b>	<b>135.715</b>	<b>97.871</b>
A. Quema de combustibles (Enfoque Sectorial)	9,342.926		41.354	0.677	69.786	1,015.468	135.142	97.012
1. Industria energética	2,503.355		0.081	0.024	6.892	0.501	0.157	97.012
2. Industria manufacturera y construcción	1,297.389		0.514	0.074	5.048	58.804	0.885	0.000
3. Transporte	4,483.030		0.823	0.041	43.055	287.692	54.314	0.000
4. Otros sectores (comercial, institucional, residencial)	1,059.153		39.936	0.538	14.790	668.471	79.787	0.000
B. Emisiones fugitivas de combustibles	0.000		0.259		0.055	0.083	0.573	0.859
1. Combustibles sólidos			0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
2. Petróleo y gas natural			0.259		0.055	0.083	0.573	0.859
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>1,235.727</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>41.211</b>	<b>0.586</b>
A. Productos minerales	1,235.727					0.000	15.518	0.586
B. Industria química	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C. Producción de metales	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D. Otra producción (papel, comidas y bebidas)	0.000				0.000	0.000	25.692	0.000
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
<b>3. Uso de solventes y otros productos</b>	<b>NE</b>		<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
<b>4. Agricultura</b>			<b>111.507</b>	<b>15.535</b>	<b>1.968</b>	<b>50.752</b>		
A. Fermentación entérica			105.737					
B. Manejo de estiércol			3.436	3.527				
C. Cultivo de arroz			0.021					
D. Suelos agrícolas				11.954				
E. Quema prescrita de sabanas			0.418	0.005	0.187	10.966		
F. Quema de residuos agrícolas en campo			1.895	0.049	1.782	39.786		
<b>5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>0.000</b>	<b>-25,124.264</b>	<b>16.642</b>	<b>0.114</b>	<b>4.135</b>	<b>145.622</b>		
A. Cambios en los bosques y otra biomasa leñosa	0.000	-25,963.828						
B. Conversión de bosques y praderas	12,332.551		16.642	0.114	4.135	145.622		
C. Abandono de tierras cultivadas		-10,170.530						
D. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> de los suelos	0.000	-1,322.457						
<b>6. Residuos</b>			<b>41.492</b>	<b>0.575</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
A. Disposición de residuos sólidos en la tierra			38.319					
B. Tratamiento de aguas residuales			3.173	0.575				
C. Incineración de residuos								

Ítems de Memo								
<b>Depósitos Internacionales (Bunkers)</b>	<b>0.000</b>		<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
Aviación	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Marino	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la biomasa</b>	<b>12,679.014</b>							

Fuente: Proyecto 2da Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MARN, 2015.

### 2.4.3 Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2005

Los resultados obtenidos para el año 2005 del inventario de emisiones y absorciones de GEIs para cada uno de los sectores y categorías de datos se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Emisiones y absorciones de GEIs por sector y categoría para el año 2005

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
<b>Total de las Emisiones y Absorciones Nacionales</b>	<b>12,553.743</b>	<b>-16,227.925</b>	<b>259.397</b>	<b>16.712</b>	<b>95.434</b>	<b>1,433.583</b>	<b>414.576</b>	<b>90.488</b>
<b>1. Energía</b>	<b>11,012.654</b>	<b>0.000</b>	<b>44.495</b>	<b>0.707</b>	<b>87.104</b>	<b>1,078.030</b>	<b>150.807</b>	<b>89.950</b>
A. Quema de combustibles (Enfoque Sectorial)	11,012.654		44.388	0.707	86.937	1,077.779	149.079	87.357
1. Industria energética	2,758.556		0.075	0.029	7.805	0.555	0.165	26.007
2. Industria manufacturera y construcción	1,731.487		0.276	0.044	5.096	31.208	0.495	15.227
3. Transporte	5,976.040		0.942	0.055	58.455	329.288	62.397	7.915
4. Otros sectores (comercial, institucional, residencial)	546.570		43.095	0.579	15.580	716.727	86.021	0.008
B. Emisiones fugitivas de combustibles	0.000		0.108		0.167	0.251	1.729	2.593
1. Combustibles sólidos			0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
2. Petróleo y gas natural			0.108		0.167	0.251	1.729	2.593
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>1,541.089</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>263.769</b>	<b>0.538</b>
A. Productos minerales	1,541.089					0.000	230.481	0.538
B. Industria química	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C. Producción de metales	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D. Otra producción (papel, comidas y bebidas)	0.000				0.000	0.000	33.288	0.000
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
<b>3. Uso de solventes y otros productos</b>	<b>NE</b>		<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
<b>4. Agricultura</b>			<b>155.214</b>	<b>15.319</b>	<b>5.824</b>	<b>267.276</b>		
A. Fermentación entérica			139.041					
B. Manejo de estiércol			5.190	0.715				
C. Cultivo de arroz			0.364					
D. Suelos agrícolas				14.443				
E. Quema prescrita de sabanas			8.433	0.104	3.772	221.370		
F. Quema de residuos agrícolas en campo			2.186	0.057	2.052	45.906		
<b>5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>0.000</b>	<b>-16,227.925</b>	<b>10.089</b>	<b>0.069</b>	<b>2.507</b>	<b>88.277</b>		
A. Cambios en los bosques y otra biomasa leñosa	0.000	-24,193.148						
B. Conversión de bosques y praderas	8,264.135		10.089	0.069	2.507	88.277		
C. Abandono de tierras cultivadas		-264.218						

Categorías de fuentes y sumideros de GEIs	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	Emisiones	Absorciones						
D. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> de los suelos	0.000	-34.694						
<b>6. Residuos</b>			<b>49.599</b>	<b>0.616</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
A. Disposición de residuos sólidos en la tierra			45.764					
B. Tratamiento de aguas residuales			3.836	0.616				
C. Incineración de residuos								
<b>Ítems de Memo</b>								
<b>Depósitos Internacionales (Bunkers)</b>	<b>220.955</b>		<b>0.002</b>	<b>0.007</b>	<b>0.776</b>	<b>0.503</b>	<b>0.061</b>	<b>0.070</b>
Aviación	220.955		0.002	0.007	0.776	0.503	0.061	0.070
Marino	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la biomasa</b>	<b>17,806.897</b>							

Fuente: Proyecto 2da Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MARN, 2015.

#### 2.4.4 Integración de los Inventarios Nacionales

Los resultados obtenidos de los INVGElS realizados dentro del marco de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Guatemala, se muestran en forma resumida en el Cuadro 11.

Estos resultados se comparan con los resultados del INVGEl de 1990, a fin de relacionarlos y poder evaluar la evolución de las emisiones y absorciones en el país. Los resultados se presentan en los formatos acordados por la CMNUCC, en los que muestran los tres GEIs, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, así como los otros gases que no son considerados de efecto invernadero y que se reporten como CO, NO<sub>x</sub>, COVDM, SO<sub>x</sub>.

Cuadro 11. Emisiones y absorciones de GEIs de Guatemala, años 1990, 1994, 2000 y 2005

Año	CO <sub>2</sub> (en Gg)		CH <sub>4</sub> (en Gg)	N <sub>2</sub> O (en Gg)	NO <sub>x</sub> (en Gg)	CO (en Gg)	NMVOC (en Gg)	SO <sub>2</sub> (en Gg)
	emisiones	absorciones						
1990	7,489.619	-42,903.726	199.556	20.709	43.792	961.655	105.949	74.497
1994	18,474.938	-39,583.645	192.745	11.720	48.446	958.066	235.257	74.607
2000	22,911.204	-37,456.815	211.255	16.902	75.945	1,211.924	176.926	98.458
2005	20,817.879	-24,492.061	259.397	16.712	95.434	1,433.583	414.576	90.488

Fuente: Proyecto 2da Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MARN, 2015.

Los resultados anteriores se presentan en forma gráfica y expresados en CO<sub>2</sub>-eq<sup>5</sup> (ver Figura 13) a fin de visualizar la tendencia de las mismas y de los principales sectores que los generan.

<sup>5</sup> Es una medida universal que indica el potencial de calentamiento global de cada GEIs. Se usa para evaluar las emisiones de los diferentes gases que producen el efecto invernadero; el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es definido con un potencial 1 de calentamiento; el metano (CH<sub>4</sub>) posee un potencial de calentamiento de 21 (21 veces la capacidad de calentamiento del CO<sub>2</sub>); y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) tiene un potencial de calentamiento global 310.

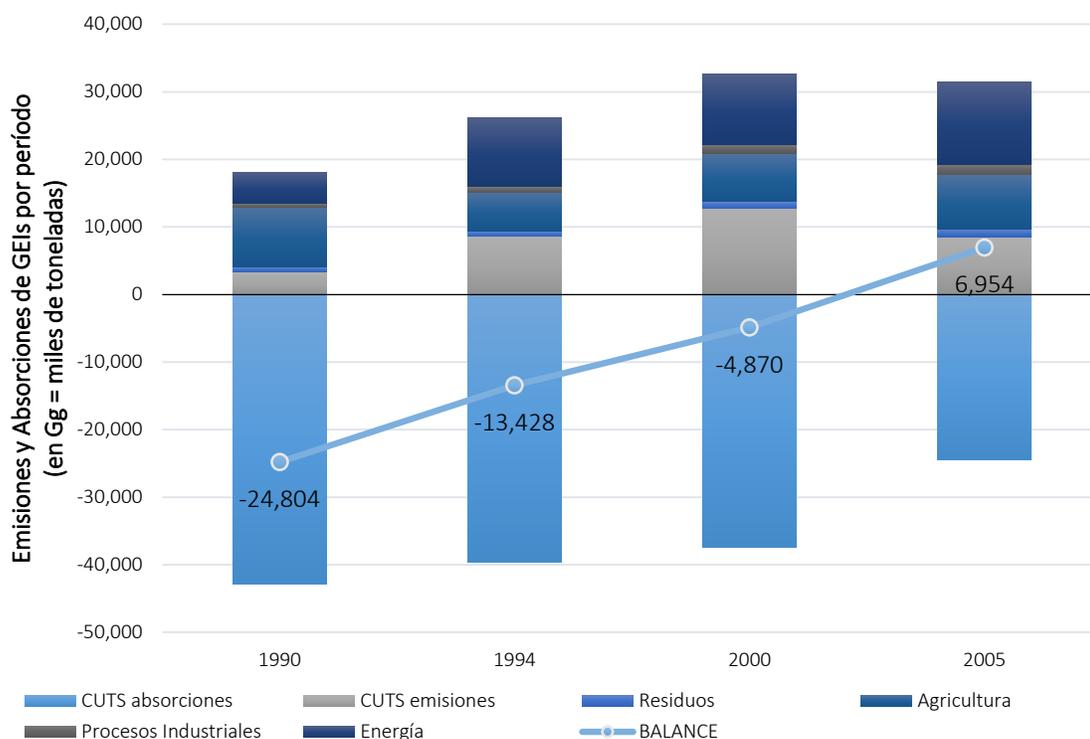


Figura 13. Emisiones, absorciones y balance de GEIs por sector

La figura anterior permite observar la tendencia del balance, entre las emisiones y absorciones, que se reportan en los INVGEIs, la cual muestra una tendencia fuertemente a la alza. Esto se debe principalmente a la reducción de la capacidad de absorción de los bosques y suelos del país, al mismo tiempo que otros sectores aumentaron sus aportes, lo cual será detallado en las siguientes secciones.

#### 2.4.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Gas

De acuerdo a lo establecido en las directrices sobre Comunicaciones Nacionales para los países no-Anexo I, estos deberán proporcionar en sus inventarios nacionales, las estimaciones desglosadas por gases de las emisiones antropogénicas de los principales GEIs directos, que son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los cuales se observan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Emisiones de GEIs (en CO<sub>2</sub>-eq) para los años 1994, 2000 y 2005

Año	CO <sub>2</sub> emisiones	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1994	18,474.938	4,047.645	3,633.200
2000	22,911.204	4,436.355	5,239.620
2005	20,817.879	5,447.337	5,180.720

Las emisiones totales para los años 1994 fueron 26,155.783 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, para el año 2000 fue de 32,587.179 Gg CO<sub>2</sub>-eq y para el 2005 de 31,445.936 Gg CO<sub>2</sub>-eq. Los datos anteriores muestran un comportamiento errático entre los valores, principalmente en las emisiones reportadas en el año 2000, lo cual se debe a las fuentes de datos de actividad utilizadas, principalmente las relacionadas al sector Uso de la Tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. En Guatemala se cuenta con mapas de uso de

la tierra para los años 1978, 1999 y 2003, los cuales presentan diferencias en las escalas y métodos de clasificación de los mismos, generan esta divergencia de entre los datos finales. Esta situación genera una alta incertidumbre en el inventario de UTCUTS, situación que será abordada en futuros ejercicios de cálculo de emisiones de GEIs.

La contribución de cada gas en las emisiones totales de GEIs, en los tres inventarios (1994, 2000 y 2005), se observan en la Figura 14.

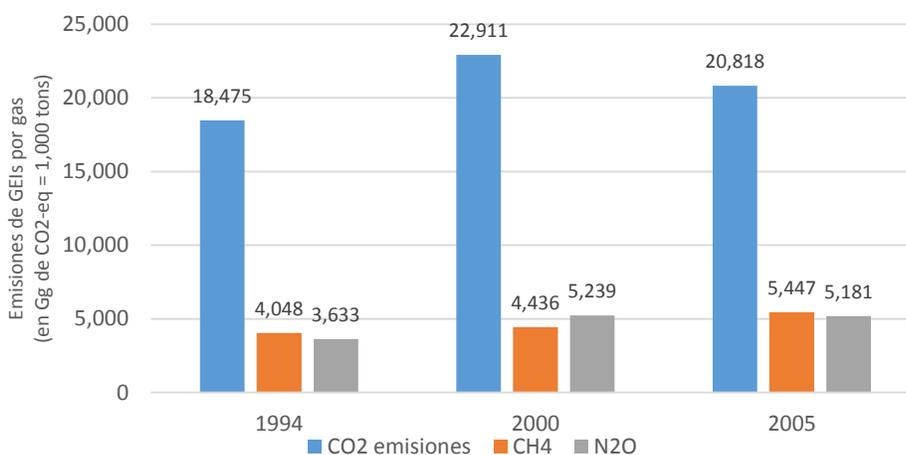


Figura 14. Emisiones por gas, para los períodos 1994, 2000 y 2005

#### 2.4.5.1 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Para el caso de Guatemala, el CO<sub>2</sub> se considera el principal GEI que se emitido. Para 1994 se emitieron 18,474.9 Gg de CO<sub>2</sub>; estas emisiones se incrementaron a 22,911.2 Gg para el año 2,000 y posteriormente se redujeron a 20,817.8 Gg para el 2005 (ver Figura 14). Este es el gas más importante respecto al total de emisiones del país, siendo el que aporta más de dos terceras partes de los inventarios.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> contribuyeron con el 70.6% del inventario de 1994 y tuvieron un incremento de 146.7% respecto al año 1990. Las emisiones de CO<sub>2</sub> para este período, provinieron principalmente de la quema de combustibles fósiles (50.5%), la conversión de bosques y praderas en el sector UTCUTS (45.2%) y los procesos industriales (4.3%). Como se indicó anteriormente, esta tendencia errática de las emisiones en el sector UTCUTS se debe a las condiciones de los datos de actividad (derivados de los mapas de uso de la tierra) que se disponen en Guatemala.

Para el período del 2000, las emisiones de CO<sub>2</sub> representaron un 70.3% del total de emisiones para ese período, y representaron un incremento respecto al 1994 del 24.0%. Estas emisiones provinieron principalmente de la conversión de bosques y praderas en el sector UTCUTS (53.8%), la quema de combustibles fósiles (40.8%) y por la conversión de bosques y praderas en el sector UTCUTS (45.2%) y procesos industriales (5.4%).

Para el año 2005, las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondieron al 66.2% del total de las emisiones del país, y representaron un decremento del 9.1% respecto al total de emisiones del 2000. Las emisiones para este

---

período se emitieron por la quema de combustibles fósiles (52.9%), la conversión de bosques y praderas en el sector UTCUTS (39.7%) y procesos industriales (7.4%).

Respecto a las absorciones de CO<sub>2</sub>, estas se generan principalmente por los cambios en la biomasa de los bosques y otras tierras arboladas y por el abandono de las tierras de cultivo. Las cantidades absorbidas que se reportan en el país, corresponden a 39,583.6 Gg, 37,456.8 Gg, y 24,492.0 Gg de CO<sub>2</sub>, para los períodos 1994, 2000 y 2005, respectivamente.

#### **2.4.5.2 Metano (CH<sub>4</sub>)**

El CH<sub>4</sub> es el tercer gas de mayor importancia para Guatemala. Durante 1994, las emisiones de este gas fueron de 192.745 Gg, las cuales se incrementaron a 211.255 Gg para el período 2000 y a 259.397 Gg para el 2005 (ver Figura 14).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> muestran una tendencia constante al alza, asociada principalmente a las actividades agropecuarias, la quema de combustibles fósiles y el manejo de desechos, como se explica a continuación, en el análisis de cada periodo evaluado:

Para el período 1994 contribuyeron con el 15.5% del total de emisiones, expresadas en CO<sub>2-eq</sub>, las que representaron un decremento de 3.4% respecto al año 1990. Estas emisiones se generaron principalmente de las actividades agropecuarias (59.7%), la quema de combustibles fósiles (17.8%) y el manejo de los desechos (17.5%).

En el año 2000, las emisiones de CH<sub>4</sub> representaron un 13.6% del total de emisiones, expresadas en CO<sub>2-eq</sub>, representando un incremento respecto al 1994 del 9.6%. Los sectores que contribuyeron a la generación de estas emisiones, fueron las actividades agropecuarias (52.7%), la quema de combustibles fósiles (19.7%) y el manejo de los desechos (19.6%).

Para el año 2005, las emisiones de CH<sub>4</sub> correspondieron al 17.3% del total de las emisiones del país, expresadas en CO<sub>2-eq</sub>, y representaron un incremento del 22.8% respecto al total de emisiones del 2000. Las emisiones para este período se emitieron por las actividades agropecuarias (59.8%), el manejo de los desechos (19.1%), y la quema de combustibles fósiles (17.1%).

#### **2.4.5.3 Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)**

El óxido nitroso es el segundo gas de mayor importancia en los INVGElS de Guatemala. En el período 1994 las emisiones de N<sub>2</sub>O ascendieron a 11.720 Gg, las cuales se incrementaron a 16.902 Gg para el período 2000 y a 16.712 Gg para el 2005 (ver Figura 14). El incremento de las emisiones de N<sub>2</sub>O en el año 2000 se debe principalmente a las altas cantidades de fertilizantes nitrogenados que se tienen reportados en las importaciones del país. Esta situación genera alta incertidumbre en los datos de emisiones del sector agricultura.

En 1994 las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron de 11.7 Gg, que representan el 13.9% de las emisiones de este período, expresadas en CO<sub>2-eq</sub>; esta cantidad es menor en un 43.3% respecto a 1990. La principal contribución de este gas proviene del manejo de los suelos agrícolas (85.9%), la quema de combustibles fósiles (4.4%), el manejo de desechos (4.2%), y el manejo del estiércol (2.8%), principalmente.

En el año 2000, las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron de 16.9 Gg, mismas que representaron el 16.1% del total de emisiones, expresadas en CO<sub>2</sub>-eq, lo que significó un incremento del 44.2% respecto al período de 1994. Estas emisiones se generaron principalmente por el manejo de los suelos agrícolas (70.7%), el manejo del estiércol (20.9%), la quema de combustibles fósiles (4.0%), y el manejo de desechos (3.4%).

Para el año 2005, las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron de 16.7 Gg, las que representan el 16.5% del total de las emisiones del período, expresadas en CO<sub>2</sub>-eq, y presentó un leve decremento del 1.1% respecto al total de emisiones del 2000. Estas emisiones se generaron principalmente por el manejo de los suelos agrícolas (86.4%), el manejo del estiércol (4.3%), la quema de combustibles fósiles (4.2%), y el manejo de desechos (3.7%).

## 2.4.6 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Sector

### 2.4.6.1 Energía

Dentro de este sector se reportan todas las emisiones de GEIs se originan en cualquier caso de combustión de los combustibles fósiles para la producción de energía: CO<sub>2</sub> cuando la combustión es completa, y otros gases cuando la combustión es incompleta, como el monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y una serie de gases denominados compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM).

Otro tipo de emisiones de gases liberados conocida como de emisiones fugitivas se origina durante los procesos de extracción de petróleo, producción y almacenaje de sus derivados. Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa principalmente, se estiman pero no se incluyen en la contabilidad del país, de acuerdo a la metodología de reporte de emisiones del IPCC.

El consumo energético en Guatemala ha presentado una tendencia creciente en los últimos años. Parte importante del abastecimiento energético ha provenido del incremento en el consumo de combustibles fósiles, los que aportan significativamente a la generación de GEI (ver Cuadro 13).

Cuadro 13. Emisiones de GEIs del sector Energía por categoría, para 1994, 2000 y 2005

Sector Energía	Emisiones (en Gg de CO <sub>2</sub> -eq)			Contribución (%)			Tasa de Crecimiento (%)	
	1994	2000	2005	1994	2000	2005	%	%
<b>Total sectorial</b>	<b>10,222.638</b>	<b>10,426.667</b>	<b>12,166.181</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
A. Quema de combustibles (Enfoque Sectorial)	10,220.180	10,421.223	12,163.922	99.98%	99.95%	99.98%	0.3%	3.3%
1. Industria energética	4,547.975	2,512.449	2,769.250	44.49%	24.10%	22.76%	-7.5%	2.0%
2. Industria manufacturera y construcción	971.760	1,331.199	1,750.902	9.51%	12.77%	14.39%	6.2%	6.3%
3. Transporte	3,130.800	4,512.919	6,012.767	30.63%	43.28%	49.42%	7.4%	6.7%
4. Otros sectores (comercial, institucional, residencial)	1,569.645	2,064.656	1,631.003	15.35%	19.80%	13.41%	5.3%	-4.2%

B. Emisiones fugitivas de combustibles	2.458	5.444	2.259	0.02%	0.05%	0.02%	20.3%	-11.7%
1. Combustibles sólidos	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
2. Petróleo y gas natural	2.458	5.444	2.259	0.02%	0.05%	0.02%	20.3%	-11.7%

Las emisiones de GEI del sector energético están influenciadas principalmente por la actividades de transporte, tanto de carga como de personas, ya que esta actividad ha presentado una tendencia al alza, pasando de aportar el 30.6% de las emisiones de energía en 1994 al 49.4% de las emisiones de ese sector para el 2005. La segunda categoría de importancia en este sector es la quema de combustibles en la industria energética, cuyo aumento podría estar asociado a un aumento en la generación de energía eléctrica en respuesta al crecimiento de la demanda. Otra categoría que aporta fuertes emisiones es el consumo energético comercial, institucional y residencial, que corresponde aproximadamente al 16% de las emisiones de este sector, cuya reducción está asociada con cambios en la matriz energética, en la que ha aumentado la proporción de energía generada a partir de fuentes renovables.

El incremento de consumo de combustibles en la industria manufacturera, transporte y uso energético comercial, institucional y residencial, han generado un incremento en las emisiones de GEIs. Por su lado, la quema de combustibles en la industria energética ha tendido a reducirse, principalmente por el incremento de la generación hidroeléctrica.

En último caso, la reducción de la producción petrolera en el país ha motivado la reducción de las emisiones fugitivas de combustibles, principalmente a partir del 2000, que fue el año en que se logró la máxima extracción en el país.

#### 2.4.6.2 Procesos industriales

Dentro del sector de Procesos Industriales se reportan las emisiones que se generan en la producción y uso de minerales, industria química, producción de metales, algunos procesos como producción de papel, alimentos y bebidas, así también como en la producción y consumo de hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

Dentro de este sector se contabilizan los gases que incluyen al CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y S<sub>6</sub>, así como los otros gases denominados precursores de ozono, como son el CO, NO<sub>x</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub>. Por el nivel de industrialización que se tiene en Guatemala, las emisiones de este sector se limitan únicamente a los gases de CO<sub>2</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub>.

Las emisiones de GEI debidas a los procesos industriales se incrementaron 9.82% entre 1994 y el 2000, y el 4.94% entre el 2000 y el 2005, ya que la emisiones de este sector pasaron de 777.534 Gg de CO<sub>2-eq</sub> en 1994, a 1,235.727 Gg de CO<sub>2-eq</sub> en 2000 y a 1,541.089 Gg de CO<sub>2-eq</sub> en 2005 (ver Figura 15). Este aumento se debió principalmente al crecimiento en la utilización de piedra caliza y dolomita en la producción de cemento.

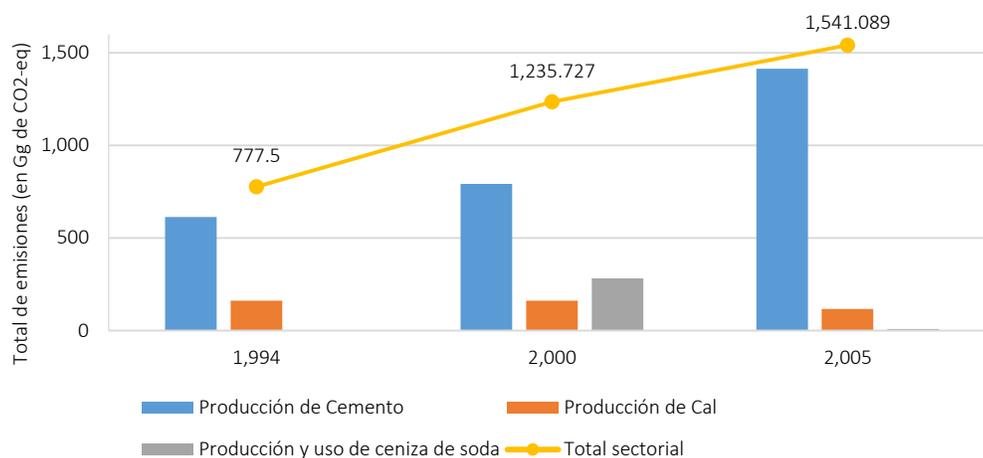


Figura 15. Emisiones del sector Procesos Industriales, para 1994, 2000 y 2005

Como se puede observar, la principal actividad que genera emisiones en este sector es la producción de cemento, la cual aportó el 79% de las emisiones para el 1994, el 64% en el 2000 y el 92% en el 2005. A esta actividad le sigue la producción de cal (incluyendo la cal dolomítica), la cual, a partir de los datos de producción de la Dirección General de Minería del MEM, entre 1994 y 2000 mantuvo la misma cantidad de emisiones, pero en el 2005 presentó una reducción significativa. En cuanto a su aporte relativo a las emisiones de este sector, la producción de cal presentó una reducción constante, ya que para 1994 contribuyó con el 21% de las emisiones, reduciéndose al 13% para el 2000 y al 8% para el 2005.

### 2.4.6.3 Agricultura

Este sector reporta las emisiones que provienen de diversas actividades agrícolas y pecuarias, como la fermentación entérica de los rumiantes, el manejo del estiércol de los animales, la aplicación de fertilizantes nitrogenados, el cultivo de arroz y la quema de residuos agrícolas. Los gases que se generan derivados de estas actividades, son el CH<sub>4</sub> por la fermentación entérica y manejo del estiércol y N<sub>2</sub>O que se genera de los suelos agrícolas principalmente (ver Cuadro 14 y Figura 16).

Cuadro 14. Emisiones del sector Agricultura (en Gg de CO<sub>2</sub>-eq), por categoría, para 1994, 2000 y 2005

Categoría	1,994	2,000	2,005
Fermentación entérica	2,102.830	2,220.482	2,919.859
Manejo del estiércol	187.623	1,165.423	330.772
Cultivo de arroz	1.462	0.441	7.644
Suelos agrícolas	3,120.209	3,705.831	4,477.258
Quema prescrita de sabanas	31.468	10.375	209.448
Quema de residuos agrícola en campo	272.688	55.067	63.504

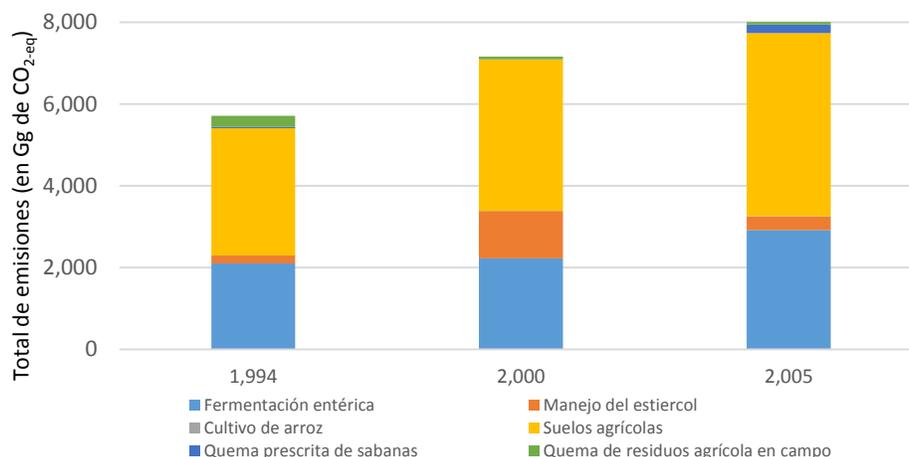


Figura 16. Emisiones del sector Agricultura (en Gg de CO<sub>2</sub>-eq), por categoría, para 1994, 2000 y 2005

El principal gas que contribuye a las emisiones del sector agricultura es el N<sub>2</sub>O, especialmente en la categoría Suelos Agrícolas, la cual ha mostrado una tendencia al aumento de 10.065 Gg en 1994 (equivalente a 3,102.2 Gg de CO<sub>2</sub>), a 11.954 Gg en 2000 (equivalente a 3,705.8 Gg de CO<sub>2</sub>), y a 14.443 Gg en 2005 (equivalente a 4,477.3 Gg de CO<sub>2</sub>).

El siguiente gas de importancia en este sector es el CH<sub>4</sub>, el cual se genera principalmente por la fermentación entérica y por el manejo del estiércol. Las emisiones relacionadas con la fermentación entérica han mostrado un incremento menor, pasando de 100.135 Gg en 1994 (equivalente a 2,102.8 Gg de CO<sub>2</sub>), a 105.737 Gg en 2000 (equivalente a 2,220.5 Gg de CO<sub>2</sub>), y a 139.041 Gg en 2005 (equivalente a 2,919.9 Gg de CO<sub>2</sub>). El comportamiento errático de estas emisiones se considera asociado a la alta incertidumbre del dato oficial de actividad.

#### 2.4.6.4 Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

En la categoría Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) se estiman las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por prácticas de manejo de la tierra y la vegetación allí contenida, y las emisiones de gases diferentes a CO<sub>2</sub> que se generan por la quema de biomasa en estos lugares. Como parte de la metodología propuesta por el IPCC, en este sector se reportan las emisiones de CO<sub>2</sub> que se dan por los cambios de biomasa por el manejo y aprovechamiento de bosques, plantaciones y otras prácticas de manejo forestal; las emisiones generadas por el cambio en las reservas de biomasa por la conversión de bosques y pradera a usos agropecuarios, incluyendo la fracción de biomasa quemada en sitio; y las absorciones por el crecimiento de los bosques naturales, por la revegetación que ocurre en las tierras de cultivo que se abandonan. Además del CO<sub>2</sub>, se incluyen las emisiones de CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, por la quema de biomasa en la conversión de bosques y praderas.

Las emisiones totales del sector UTCUTS fueron para 1994 de 8,578.744 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa un incremento del 155.5% de las emisiones respecto a las reportadas para 1990 (con una tasa de aumento anual de 38.9%). Para el año 2000 se reportaron emisiones por 12,717.512 Gg de CO<sub>2</sub>-eq en este sector, lo que significó un aumento de 48.2% respecto al 1994 (con una tasa de aumento anual de 8.0%). Para el año 2005, las emisiones de este sector reportaron una reducción del 33.2% respecto al

año 2000, quedando en 8,497.503 Gg de CO<sub>2</sub>-eq. Esta reducción presenta una tasa anual de reducción del 6.6% (ver Figura 17).

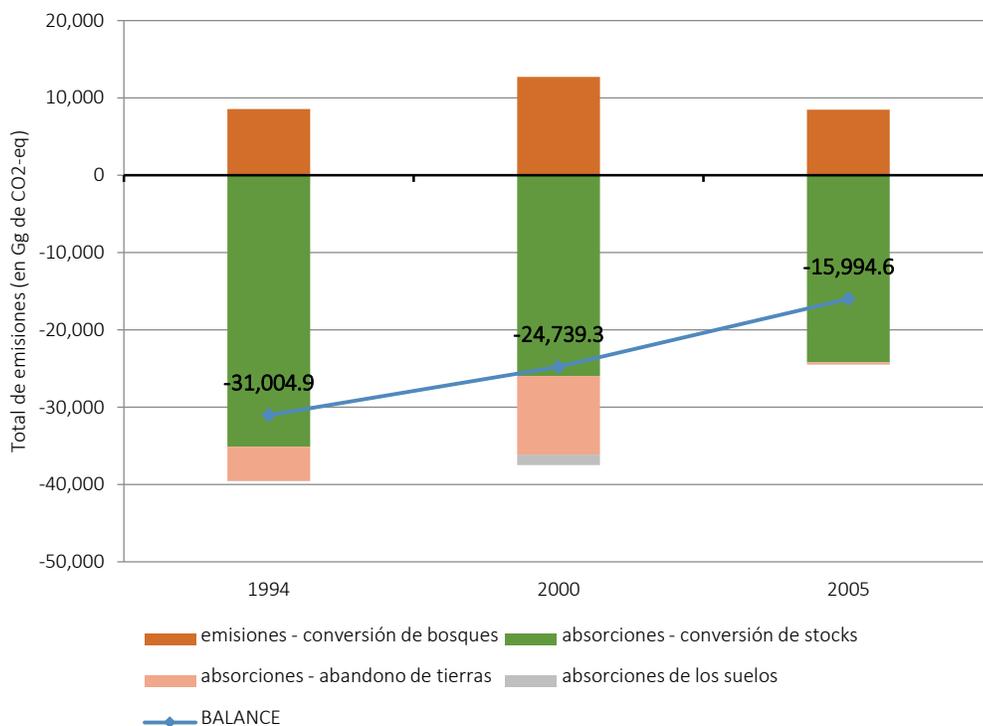


Figura 17. Emisiones del sector UTCUTS (en Gg de CO<sub>2</sub>-eq), por categoría, para 1994, 2000 y 2005

Algunas de las variaciones que se muestran en los datos anteriores están asociadas principalmente a un alto nivel de incertidumbre en los datos de actividad que se emplearon para la elaboración de los inventarios de este sector, que se refiere a mapas oficiales de cobertura y uso de la tierra, desarrollados por el MAGA, INAB, CONAP y otras organizaciones principalmente del sector académico. . Estos mapas presentan diferencias en los métodos de clasificación y en las escalas de los mismos, lo cual dificulta su comparación.

Los cambios de uso de la tierra que reportan las mayores emisiones en este sector son la conversión de bosques y otras coberturas vegetales a usos de suelo agrícola principalmente, seguidas por la quema de biomasa en los sitios convertidos, lo cual genera emisiones de otros gases diferentes al CO<sub>2</sub> como el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, con potenciales de calentamiento muy superiores al CO<sub>2</sub>.

Las absorciones que se reportan en los INVGElS elaborados en Guatemala están relacionadas al incremento de la biomasa de los bosques naturales intervenidos, las absorciones de las plantaciones forestales y la revegetación que se da en las tierras cultivadas que son abandonadas.

En el inventario presentado en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Guatemala, para 1990 se reportaron absorciones totales por 40,445.906 Gg de CO<sub>2</sub>. Estas absorciones han mostrado una tendencia decreciente, ya que disminuyeron a 39,583.645 Gg de CO<sub>2</sub> para 1994, a 37,456.815 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2000 y a 24,492.061 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2005.

Respecto a las absorciones, el incremento de la biomasa de los bosques naturales, asociado al crecimiento vegetativo de los bosques que han sido intervenidos, es la categoría que más aporta a dichas absorciones, seguido por el abandono de las tierras de cultivo y por último, las absorciones de los suelos.

En términos generales, los datos presentados demuestran que las emisiones de GEI asociadas al sector UTCUTS representan alrededor del 27% de las emisiones totales del país según el último inventario, dato cercano al arrojado por los dos inventarios anteriores, en los que este sector representa, en promedio, el 33% de las emisiones nacionales totales de GEI. Lo anterior marca un panorama muy claro en términos de las estrategias que Guatemala implementa – o debe implementar- en función de la mitigación de las referidas emisiones.

#### 2.4.6.5 Desechos

Las emisiones en el sector Desechos fueron estimadas siguiendo las directrices del IPCC de 1996, por medio del cual se reportan las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de los desechos sólidos y del tratamiento y eliminación de aguas residuales.

Las emisiones de GEI expresadas en CO<sub>2</sub>-eq derivadas del manejo de los desechos se reportaron 33.745 Gg de CH<sub>4</sub> y 0.491 Gg de N<sub>2</sub>O para el año 1994, las cuales aumentaron en un 21.9% para el año 2000, reportando 41.492 Gg de CH<sub>4</sub> y 0.575 Gg de N<sub>2</sub>O. Para el 2005 estas emisiones reportaron un incremento del 17.4% respecto al 2000, teniendo emisiones totales de 49.599 Gg de CH<sub>4</sub> y 0.616 Gg de N<sub>2</sub>O para ese período. Los valores de las emisiones del sector Desechos, expresadas en valores de CO<sub>2</sub>-eq y por la categoría de actividad que las genera se puede observar en la Figura 18.

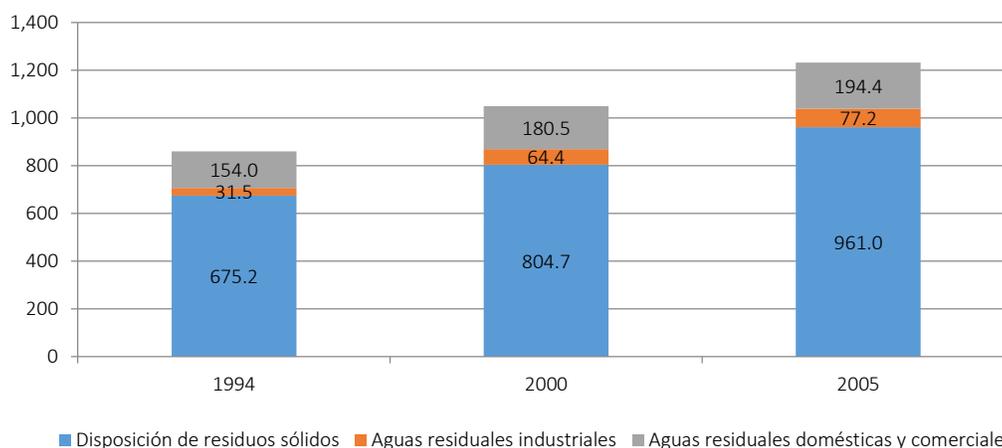


Figura 18. Emisiones del sector Desechos (en Gg de CO<sub>2</sub>-eq), por categoría, para 1994, 2000 y 2005

Dentro de este sector, la categoría que más aporta a las emisiones es la disposición final de los desechos en la tierra con valores superiores al 92% del total y el resto lo aporta el tratamiento y eliminación de aguas residuales. Esta situación se explica por la ausencia generalizada de manejo adecuado de los desechos en los principales centros poblados del país, donde según estimaciones del MARN, aproximadamente el 75% de los desechos van a vertedero municipales no manejados ni autorizados legalmente.

Respecto a la contribución por gas en este sector, el CH<sub>4</sub> es el que más contribuye con aproximadamente el 83% de las emisiones de este sector, el resto lo aporta el N<sub>2</sub>O.

## 2.4.7 Tendencias

El análisis de las tendencias se utiliza para describir un cambio en el valor de una variable, generalmente uniforme, a lo largo del tiempo (IPCC, 2013). Las tendencias en las emisiones son un reflejo de las variaciones en el desarrollo de diversas actividades productivas de la actividad humana, como las actividades de producción industrial, energética, de servicios, agrícola, así como las actividades que están vinculadas al uso de la tierra. Estos cambios en las actividades económicas, influyen en la generación de GEIs y en las variaciones que estos puedan tener. Se debe tener en cuenta que las diferentes actividades productivas se relacionan con múltiples factores económicos que tienen influencia nacional e internacional.

Entre el periodo del 2000 a 2010, la actividad económica de Guatemala presentó variaciones debido principalmente a la crisis económica mundial, iniciando en la década del 2000 con una actividad con un crecimiento moderado, el cual se reduce entre los años 2008 a 2010, siendo el 2009 el año con la mayor reducción de su crecimiento. A partir del 2011 se inicia nuevamente la recuperación de la actividad económica, llegando nuevamente a niveles moderados de crecimiento, lo cual se mantiene a la fecha.

La tendencia de las emisiones en Guatemala mostró un fuerte incremento entre el período 1990 y 2000, con valores de crecimiento anual de 11.1% entre 1990 y 1994, y de 4.1% entre 1994 y 2000 (ver Figura 19).

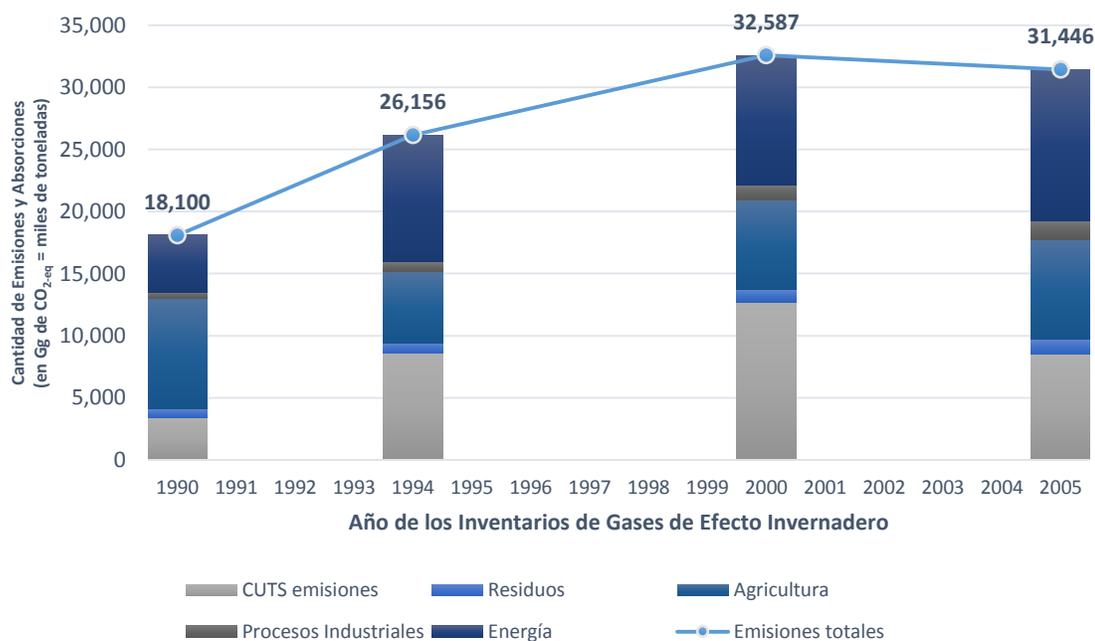


Figura 19. Tendencia de las emisiones totales del país (en Gg de CO<sub>2</sub>-eq), para 1990, 1994, 2000 y 2005

---

Dentro de este sector se observó un fuerte incremento de las emisiones entre 1990 y 1994, con una tasa de crecimiento anual de 38.9%, seguido por incremento del 8.0% anual que se observó entre 1994 y el 2000. Entre el 2000 y 2005 se observó un decremento de la tendencia del total de emisiones en un 0.7%.

Estas variaciones en las tendencias están influenciadas por las emisiones reportadas en el sector UTCUTS del año 2000, el cual es el sector que aporta las mayores emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas emisiones están asociadas a los grandes cambios de uso de la tierra que se reportan entre el período 1994-2000 y la baja que tuvo este reporte entre el periodo 2000-2005<sup>6</sup>. Las emisiones por cambio de uso de la tierra entre el 2000 y 2005 reportan un decrecimiento de un 6.6%, influenciado por la reducción de emisiones del sector UTCUTS en ese período.

Al realizar el análisis de los restantes sectores del inventario, sin incluir UTCUTS, todos mostraron tendencia creciente en sus emisiones, con un crecimiento anual de 4.8% entre 1990 y 1994, de 2.2% entre 1994 y 2000, y de 3.1% entre el 2000 y el 2005. Estas tasas de crecimiento muestran una similitud con las tasas de crecimiento económico y de población para el mismo período, por lo que se puede indicar que las variaciones explicadas en los párrafos anteriores se deben a la influencia de las tasas de conversión de bosques y praderas que resultan del análisis de los mapas de uso de la tierra para los periodos 2000 y 2005.

#### 2.4.8 Conclusiones y recomendaciones sobre los inventarios nacionales

Las principales conclusiones que se obtuvieron del análisis de los resultados de los INVGEl de Guatemala para los años 1994, 2000 y 2005 se resumen a continuación:

- Las emisiones totales de GEIs entre el período de 1990<sup>7</sup> y el 2000 aumentaron en 80.04%, con un crecimiento medio anual de 8.0%. En contraposición, el periodo 2000 a 2005 reporta un decrecimiento de 3.5% lo que significa un decrecimiento medio anual de 0.7%<sup>8</sup>.
- Las absorciones totales reportadas en 1990 ascendieron a 40,445.906 Gg de CO<sub>2</sub>. Estas absorciones han mostrado una tendencia decreciente, ya que disminuyeron a 39,583.645 Gg de CO<sub>2</sub> para 1994, a 37,456.815 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2000 y a 24,492.061 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2005.
- Al analizar en conjunto las emisiones y las absorciones del país en los cuatro inventarios realizados en Guatemala, se observa que se tiene una tendencia general al alza, ya que el balance reportado en el año 1990 fue de -24,804 Gg de CO<sub>2</sub>, el cual se redujo a -13,428 061 Gg de CO<sub>2</sub> para el 1994, pasado a -4,870 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2000, y llegando a 6,954 Gg de CO<sub>2</sub> para el 2005.
- Los resultados indican que los principales sectores de emisión, en orden descendente son, UTCUTS, Agricultura y Energía. En el sector UTCUTS, la conversión de bosques y praderas es la principal categoría de emisión; en el sector Agricultura corresponde a la categoría Suelos Agrícolas, y en el

---

<sup>6</sup> Para realizar estas estimaciones se emplearon los Mapas de Uso de la Tierra oficiales existentes en Guatemala, que corresponde a los períodos 1978, 1999 y 2003.

<sup>7</sup> El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el año 1990 fue presentado ante la CMNUCC como parte de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

<sup>8</sup> Como se indicó anteriormente, este decrecimiento en el total de las emisiones de GEIs reportados entre el período 2000 y 2005, se debe principalmente a las tasas de conversión de bosques y praderas que resultan del análisis de los mapas de uso de la tierra para los periodos 2000 y 2005.

---

sector Energía, es la categoría de Transporte. El hecho de que las mayores fuentes de emisión provengan de las categorías antes descritas, evidencia claramente cómo el comportamiento de las emisiones, están asociadas con el modelo de desarrollo imperante en el país, caracterizado fuertemente por actividades extractivas y por una limitada capacidad rectora y reguladora de estas actividades por parte del estado.

- Lo anterior se puede evidenciar al relacionar la tasa de crecimiento de las emisiones en los períodos evaluados, ya que al evaluar el comportamiento de las emisiones, sin incluir el sector UTCUTS, se observa que son similar a la tasa de crecimiento de su economía (medido en función del PIB) y de su población. En cambio, la tasa de crecimiento de las emisiones del sector UTCUTS presenta incrementos altos, debido principalmente a la expansión de las áreas agrícolas para actividades agrícolas y ganaderas que se realizan de forma extensiva. De acuerdo al modelo de desarrollo nacional, los medios de vida de una importante porción de la población rural están asociados a la agricultura y al uso extractivo de los recursos naturales. Las prácticas tradicionales relacionadas con estos medios de vida tienen una influencia innegable en aspectos como la conversión de bosque a tierras agrícola, lo que lógicamente se manifiesta en los resultados de los inventarios.
- No fue posible realizar el análisis de incertidumbre debido a que las entidades generadoras de la información de base para determinar los datos de actividad, no traen incluidos los valores de certidumbre de su información, por lo que la incertidumbre no pudo ser calculada. Por esta razón, el MARN, como ente rector del tema de cambio climático en Guatemala y de las comunicaciones nacionales, deberá establecer un plan de mejora continua para solventar estas deficiencias.
- Se determinó que las categorías clave de los inventarios de GEIs en Guatemala son la Conversión de Bosques y Praderas (sector UTCUTS); Suelos Agrícolas (sector Agricultura), Fermentación Entérica (sector Agricultura); y Transporte (sector Energía). Estas categorías son las que presentan los mayores aportes a los inventarios, tienen una fuerte tendencia al alza y las variaciones (que se relacionan con los valores de incertidumbre) son muy altos, principalmente en la categoría Conversión de Bosques y Praderas. Es altamente recomendable que el país realice esfuerzos adicionales para revisar y mejorar las fuentes de los datos de actividad, como parte del proceso para reconstruir los inventarios históricos del país. Se debe trabajar para revisar todos los INVGEIs de Guatemala, y en el caso de encontrarse alguna deficiencia, estas deberán ser corregidas e integradas a una serie temporal de datos de actividad y de emisiones.
- Es necesario que se realicen esfuerzos por mejorar la colecta de los datos de actividad para la estimación de las emisiones y absorciones de GEIs en Guatemala. Esta actividad debe ser priorizada como parte de las futuras comunicaciones nacionales, principalmente en los sectores de mayor incertidumbre por los datos generados, como lo son UTCUTS, agricultura y desechos. Esto requerirá que dentro del marco de un posible proyecto Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático para Guatemala, se aborde la tarea de reconstruir la información histórica del uso de la tierra y de las actividades agrícolas, iniciando desde el período 1990. Esta acción garantizará subsanar las posibles limitaciones que se tienen en los inventarios del país.

---

# Capítulo 3.

## MEDIDAS ADOPTADAS PARA IMPLEMENTAR LA CONVENCIÓN

### 3.1 Introducción

El cambio climático en Guatemala ha evidenciado que el país aún necesita desarrollar acciones públicas y de Estado para disminuir sus efectos o impactos, partiendo de los avances que el país ha tenido en la generación de la política de tipo constitutiva o de infraestructura, reglamentaria y distributiva, como lo es la Política Nacional de Cambio Climático.

En el presente capítulo se presenta el análisis del marco jurídico vinculado con el Cambio Climático, el cual parte de la Constitución Política de la República, y los instrumentos prescriptivos, de incentivos, de coordinación, de organización y procedimientos que el Estado ha generado por los compromisos asumidos con la ratificación de convenios internacionales, protocolos y estrategias regionales centroamericanas como la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud, y, por intereses del Estado guatemalteco en disminuir los efectos del cambio climático. Asimismo, se presentan las leyes ordinarias y su vinculación con el cambio climático, haciendo énfasis en la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero.

Finalmente, cabe resaltar la importancia de la creación de un instrumento de intervención del estado de largo plazo como lo es el Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 y su Política, los cuales definen acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.

---

## 3.2 Organización de Estado para aplicar el marco de la CMNUCC

En los últimos siete años ha habido importantes esfuerzos del Estado de Guatemala para atender la temática sobre variabilidad y cambio climático, tales como la promulgación de la Política Nacional de Cambio Climático, la aprobación de la Ley Marco para regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, la integración del Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) y del Sistema Guatemalteco de Ciencia de Cambio Climático (SGCCC); y recientemente los procesos vigentes de formulación de instrumentos de política como el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PANAMCC), el Plan Nacional de Energía y el Fondo Nacional de Cambio Climático, entre los principales instrumentos a citar.

Esta iniciativa, tal como se indica en el documento Identificación de Brechas y Capacidades para el cumplimiento de la Política Nacional de Cambio Climático de Guatemala (IDEADS, 2010, p.10) “cubren el ámbito de lo político, de lo institucional y de lo legal, los tres pilares sobre los que se debe construir una gestión apropiada a los nuevos desafíos. No obstante, aún es necesario realizar esfuerzos adicionales para lograr el justo reacomodo en los tres ámbitos. Es necesario mejorar el conocimiento y el análisis sobre la legislación vigente; sobre la capacidad de generar políticas y dar instrucciones pertinentes para que el aparato público se conduzca en la dirección adecuada; y sobre el potencial de la actual institucionalidad para afrontar los desafíos que se puede esperar y muchos más que se desconocen”.

### 3.2.1 Marco Jurídico

En los distintos niveles jerárquicos del ordenamiento jurídico nacional existen principios para la protección del ambiente y desarrollo sostenible, que de alguna u otra forma se relaciona al cambio climático, aunque en muchos casos no se utilice este concepto de forma explícita. Entre ellos están la Constitución Política, tratados internacionales, leyes ordinarias y otras de menor rango como acuerdos gubernativos y acuerdos ministeriales, entre otros.

#### 3.2.1.1 Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución es el pacto social de sus ciudadanos, representados en la Asamblea Nacional Constituyente, a fin de organizar jurídica y políticamente al Estado para la realización del bien común. Los temas esenciales que tienen relación con la adaptación y mitigación del cambio climático y que se abordan en la Constitución están relacionados principalmente con el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables, el crecimiento económico, el desarrollo social, la ciencia y tecnología y la competitividad, entre los más importantes.

Esto es abordado en la Constitución de la siguiente manera (ANC/CdR, 1985):

- El artículo 142 establece que el Estado ejerce plena soberanía sobre sus recursos naturales, dichos recursos son definidos como bienes de dominio público, integrantes del patrimonio nacional y por ello sujetos al dominio estatal.
- El artículo 119 inciso “a” manda a promover el desarrollo económico de la nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza y el inciso “c”,

---

incorpora como obligación fundamental del Estado, adoptar todas aquellas medidas que aseguren la conservación, desarrollo y aprovechamiento eficiente de los recursos naturales.

- El artículo 126, establece que es de urgencia nacional y de interés social la reforestación y conservación de bosques.
- El artículo 97 por su parte establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.
- Por último, los artículos 79, 80, 96, 118, 121, 122 y 129 mandan a la promoción de la enseñanza agropecuaria, la promoción de la ciencia y la tecnología, el control de calidad de los productos, la orientación de la economía nacional para lograr la utilización de recursos naturales renovables y no renovables con fines energéticos.

### 3.2.1.2 Convenios Internacionales

El Estado de Guatemala, ha reconocido el derecho humano a un ambiente sano y ecológicamente (Congreso de la República, 2000, art. 29 “bis”). Además, indica que la Constitución Política establece el principio que en materia de derechos humanos, los tratados y convenciones aceptados y aprobados por Guatemala tienen preeminencia sobre el derecho interno, por lo cual es importante mencionar los siguientes marcos regulatorios internacionales relacionados, de alguna u otra forma, al tema de cambio climático, incluyendo instrumentos aplicados a la región centroamericana (A&L Proyectos, 2015). Entre los principales convenios en materia de cambio climático se tienen:

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (aprobado por el Decreto 15-95).
- Protocolo de Kioto (aprobado por el Decreto 23-99).
- Convenio Centroamericano sobre Cambios Climáticos (aprobado por el Decreto 30-95).
- Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en Países afectados por Sequía grave o Desertificación en particular en África (aprobado por el Decreto 13-98).
- Convenio Centroamericano sobre Cambios Climáticos (aprobado por el Decreto 30-95).
- Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS) 2009-2024, suscrita por los Consejos de Ministros de Agricultura (Consejo Agrícola Centroamericano- CAC), Ambiente (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo CCAD) y Salud (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica-COMISCA).

### 3.2.1.3 Leyes Ordinarias

A nivel de la legislación ordinaria, la principal ley relacionada con la adaptación y mitigación del cambio climático es la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Congreso de la República, 2013). De acuerdo con el Art. 2 el fin de esta Ley es que el *“Estado de Guatemala a través del Gobierno Central, entidades descentralizadas, entidades autónomas, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la población en general adopte prácticas de propicien condiciones para reducir la*

---

*vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático producto de las emisiones de gases de efecto invernadero”.*

Es importante señalar que dicha Ley aporta, desde lo jurídico-institucional, tres aspectos fundamentales: la reducción de la vulnerabilidad; la adaptación forzosa y la mitigación obligada, caracterizándose por ser una legislación precursora a nivel mundial, la segunda a nivel continental (A&L Proyectos, 2015).

Además, en el documento Análisis del Marco Jurídico que Sustenta la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en Guatemala (A&L Proyectos, 2015), se presentan las siguientes características y ventajas de la Ley Marco de Cambio Climático:

- Tiene un enfoque de prevención y de planificación
- Aglutina en un solo cuerpo normativo el tratamiento de los principales elementos de un tema que es nuevo y que es necesario abordar de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida
- Parte de las competencias de las instituciones públicas involucradas
- Establece principios a seguir en la toma de decisiones de la administración pública
- Hace evidente los temas y momentos en que se necesita la participación de los principales actores y los coadyuvantes
- Orienta y prioriza el quehacer de las instituciones públicas y asigna tareas en el marco de las competencias institucionales
- Establece una política de estado en materia de cambio climático, de carácter permanente y de largo plazo
- Convalida el tema de las alianzas estratégicas y el abordaje multisectorial del problema del cambio climático

Entre los aspectos más importantes de esta ley resalta la creación del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (Artículo 9)<sup>9</sup>, la incorporación de las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático en la inversión pública y en los procesos de planificación y programación (Artículo 10), la elaboración de un plan de acción nacional de adaptación y mitigación del cambio climático (Artículo 11)<sup>10</sup> y la elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial para la adaptación y mitigación del cambio climático (Artículo 12).

De igual manera, la ley establece que se deben realizar planes y programas de gestión de riesgo (Artículo 13); guías para la reducción de la vulnerabilidad (Artículo 14); planes estratégicos institucionales de reducción de la vulnerabilidad, adaptación y mitigación del cambio climático (Artículo 15); prácticas productivas apropiadas (Artículo 15) y protección del suelo (Artículo 17).

En el Capítulo V se manda a crear los siguientes instrumentos:

- Plan Nacional de Energía (Artículo 21).
- Programa de incentivos para actividades voluntarias de reducción y absorción de emisiones y reglamentación para la compensación de emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles (Artículo 19).

---

<sup>9</sup> el SNICC permitirá mejorar la gestión de la información sobre adaptación y mitigación de cambio climático, así como el desarrollo de inventarios de GEI.

<sup>10</sup> Este Plan debe ser aprobado el Consejo Nacional de Cambio Climático y la SEGEPLAN; debe actualizarse con la información presentada en las Comunicaciones Nacionales.

- 
- Ajuste y diseño de políticas, estrategias y programas relacionados con el sector cambio de uso de la tierra y silvicultura que promuevan la gestión sostenible de los recursos forestales y la promoción de los servicios ambientales que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero y la conservación de los ecosistemas forestales (Artículo 20).
  - Creación de normativa que regule la emisión de gases de efecto invernadero en el transporte público colectivo e individual, así como la creación de una normativa para el establecimiento de un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocado en el uso de energías limpias para el transporte público y privado (Artículo 21).
  - Creación de la normativa para la creación y funcionamiento del registro de proyectos de remoción o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para los procedimientos de divulgación, promoción, registro, validación, monitoreo y verificación de proyectos (Artículo 22).
  - Creación del Fondo Nacional de Cambio Climático para financiar planes, programas y proyectos de gestión de riesgo, reducción de la vulnerabilidad, la adaptación y la mitigación del cambio climático (Artículo 24).

La ley marco manda a crear instrumentos para mejorar la adaptación al cambio climático y la disminución de gases de efecto invernadero. Estos instrumentos se complementan unos con otros, propiciando una disminución de GEI, principalmente en el sector agrícola, cambio de uso de la tierra y silvicultura y en el sector energía, y la implementación de algunos instrumentos de mitigación, los cuales generan beneficios para mejorar la adaptación al cambio climático.

Existen otras leyes sectoriales que abordan temas relacionados con la adaptación y mitigación del cambio climático. Entre las principales se pueden mencionar a) Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 y sus reformas), b) Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), c) Ley Forestal (Decreto 101-96), d) Ley General de Electricidad (Decreto 93-96), e) Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto 52-2003) y f) Ley del Organismo Ejecutivo.

Este conjunto de leyes a través de sus artículos abordan temas relacionados con el uso, protección y conservación de los recursos naturales, promoción de métodos adecuados para reducir emisiones contaminantes, promoción de tecnologías apropiadas y aprovechamiento de fuentes limpias para obtención de energía, protección y conservación de áreas protegidas y biodiversidad, reducción de la deforestación, reforestación y conservación de bosques, desarrollo de actividades productivas, la promoción de la competitividad y el desarrollo industrial y comercial, entre los más importantes.

Así también existen otras Leyes que se enfocan principalmente en la gestión energética para la mitigación el cambio climático, como ejemplo se puede mencionar la Ley General de Electricidad que aborda principalmente temas de generación, transporte, distribución y comercialización de la electricidad en el país. Por último, es importante hacer alusión a Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Congreso de la República, 2003). Esta ley reconoce que el país cuenta con suficientes recursos naturales renovables para aumentar su independencia de combustibles fósiles y para ofrecer una oferta energética más económica.

De acuerdo con lo descrito anteriormente se evidencia que el marco legal existente promueve la creación de instrumentos de política para adaptarse al cambio climático y para la mitigación del cambio climático al abordar temas de mitigación de gases de efecto invernadero, desarrollo económico, uso racional de recursos naturales renovables y no renovables, transformación de la matriz energética, crecimiento económico, productividad y competitividad.

---

## 3.2.2 Marco Político

### 3.2.2.1 Política pública explícita relacionada con el cambio climático en Guatemala

Existen múltiples políticas públicas que se vinculan con las áreas de incidencia de la Política Nacional de Cambio Climático. Se estableció que el marco político vigente está integrado por 51 políticas públicas, de las cuales 11 son de tipo transversal y 40 de tipo sectorial, desde el punto de vista conceptual. De estas, se identificaron 30 políticas (59 % del total de políticas públicas analizadas) que incluyen dentro de su estructura temas relacionados con cambio climático. De estas 30 políticas, 18 corresponden a políticas sectoriales con inherencia ambiental, 4 políticas transectoriales y 8 políticas sectoriales no ambientales que abarcan un ámbito dinámico y amplio al considerar la relación directa con la Política Nacional de Cambio Climático (SEGEPLAN, 2014).

- a. Políticas sectoriales que incluyen el tema cambio climático en su estructura
  - Política Marco de Gestión Ambiental (2003)
  - Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos (2007)
  - Política de Equidad de Género, en el Sector de la Gestión Ambiental (2003)
  - Política Forestal Nacional (1999).
  - Política Nacional de Humedales en Guatemala (2005)
  - Política Nacional para el Manejo integral de los Residuos y Desechos Sólidos (2005)
  - Política Nacional y Estrategias para el Desarrollo del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (1999)
  - Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala (1999)
  - Política Nacional de Producción más Limpia (2010)
  - Política Nacional de Diversidad Biológica (2011)
  - Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2005)
  - Política Agrícola Centroamericana (2008-2017)
  - Política Energética (2012-2027)
  - Política Nacional de Educación Ambiental (2010)
  - Política Nacional del Agua de Guatemala y su estrategia (2011)
  - Política Nacional de Riesgos a los Desastres Naturales (2011)
  - Política de Fortalecimiento de las Municipalidades (2013)
  - Política de Promoción de Riego (2013)
- b. Políticas Transectoriales que incluyen el tema de cambio climático en su estructura
  - Política de Desarrollo Social y Población (2000)
  - Política Nacional de Desarrollo Rural Integral (2009)
  - Política Nacional de Derechos Humanos (2006-2015)
  - Política Nacional de Educación en Derechos Humanos (2006-2015)
- c. Políticas sectoriales no ambientales, pero que incluyen el tema cambio climático en su estructura
  - Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos (2004)
  - Política Nacional para el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (sf)
  - Política Nacional para el Desarrollo Turístico Sostenible (2004-2014)
  - Políticas Culturales y Deportivas Nacionales (2000)

- 
- Política Nacional de Descentralización del Organismo Ejecutivo
  - Política de Salud para la Adolescencia y la Juventud
  - Política Nacional de Promoción y Desarrollo Integral de las Mujeres 2008-2023
  - Política Nacional de Seguridad

A pesar de que el 83 % de estos instrumentos incluyen el tema cambio climático, incorporado en sus líneas de acción, componente o estrategia, únicamente un 23 % de estos abordan el tema en las metas específicas. En este sentido, la mayoría de políticas públicas lo hacen dando lineamientos en relación al ambiente y los recursos naturales, constituyéndose solamente en ideas generales, sin sustentar resultados e indicadores de impacto.

A pesar de los avances y respuestas que se han logrado en el país, existen limitaciones que requieren ser abordadas para subsanarlas, entre estas destacan las siguientes razones (SEGEPLAN, 2014):

- Existe una limitada coordinación de operativización entre políticas y se evidencia una sectorialización del ambiente. Esta situación obedece principalmente a la existencia de diversas entidades con la rectoría pública en temas de la gestión ambiental.
- Las principales duplicidades en la vigencia y aplicación del marco de políticas resaltan en espacios territoriales en los cuales se aplican distintos instrumentos normativos.
- A nivel de coordinación interinstitucional e intersectorial, se carece de un espacio de diálogo que propicie una mayor integración, en la definición e integración de política pública orientada a la adaptación y mitigación del cambio climático y en la ejecución de operaciones e inversiones.

Con la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (CONADUR, 2014) y su política, los cuales incluyen lineamientos explícitos sobre adaptación y mitigación al cambio climático, la SEGEPLÁN ha definido procesos para fortalecer su función de coordinar, acompañar y asesorar a la institucionalidad pública en el marco del Sistema Nacional de Planificación, lo cual incluye la gestión de políticas públicas. Para el año 2015, la institucionalidad pública tiene acceso a los siguientes instrumentos que incluyen el tema de cambio climático:

- Lineamientos generales de política 2016-2018
- Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública para el ejercicio fiscal 2016
- Instrumentos de Planificación 2016

Además, se han elaborado los siguientes instrumentos para apoyar el ciclo de gestión de políticas públicas:

- Guía para la formulación de políticas públicas
- Guía para la alineación o armonización de las políticas con la Política Nacional de Desarrollo, la cual está siendo utilizada en el proceso de alineación de 24 políticas públicas, proceso de alineación que incluye la Política Forestal Nacional y el Plan de Acción de la Política Nacional de Diversidad Biológica
- Ruta metodológica para el seguimiento de políticas públicas, la cual, en estos momentos, define el marco conceptual para los temas de seguridad alimentaria y gestión ambiental.

---

### 3.2.2.2 Instrumentos de política establecidos en la Ley Marco de Cambio Climático

El Gobierno de Guatemala, a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo –BID-, está ejecutando el Programa de Apoyo a la Agenda de Cambio Climático de Guatemala, con el propósito de fortalecer la Política Ambiental de Guatemala. En este marco, actualmente se realizan los procesos de formulación del Plan del Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, Plan Nacional de Energía y la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación Evitada y Degradación de Bosques; además, de la elaboración de los instrumentos técnicos y jurídicos que se requiere para operativizar el Capítulo V de la Ley Marco de Cambio Climático que se refiere a la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto de Invernadero.

También es importante resaltar el proceso de implementación de la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones “Guatemala Huella CerO<sub>2</sub>”, que actualmente lidera el MARN con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID)

#### Proceso de formulación del Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

El Plan de Acción Nacional tiene como objetivo principal establecer las directrices para alcanzar los objetivos de la Política Nacional de Cambio Climático y para dar cumplimiento a la Ley Marco de Cambio Climático.

El proceso de formulación del plan considera el Plan Sectorial de Ambiente y Agua 2011-2013 y el Plan Nacional de Desarrollo K’atun. Además, además de las políticas relacionadas a las líneas temáticas sobre salud humana, zonas marino costeras, agricultura, ganadería y seguridad alimentaria, bosques, ecosistemas y áreas protegidas, manejo de recursos hídricos, e infraestructura. Para el componente de mitigación, la formulación del Plan de Acción considera los inventarios de Gases de Efecto de Invernadero nacionales y el aporte de Guatemala para la reducción de emisiones.

Actualmente se tiene una propuesta de Plan de Acción Nacional, que luego de cuatro talleres nacionales y reuniones bilaterales con actores claves, está en proceso de revisión por parte de los integrantes del Consejo Nacional de Cambio Climático.

#### Proceso de formulación del Plan Nacional de Energía

El Plan Nacional de Energía surge en cumplimiento a lo establecido en el capítulo V de la Ley Marco de Cambio Climático y tiene como objetivo la producción y el consumo basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la promoción de las tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético, tal como se establece en el artículo 15 de la citada Ley. En este proceso tiene como referencia de formulación la Política Energética de Guatemala 2013-2027 y el Plan Nacional de Desarrollo K’atun: Nuestra Guatemala 2032.

En el marco de la formulación del Plan Nacional de Energía se están elaborando las siguientes propuestas: (a) programa de compensaciones de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de combustibles fósiles; (b) programa de incentivos fiscales y subsidios enfocados en el uso de energías limpias para el transporte público y privado; y (c) registro de proyectos de remoción o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y su reglamentación respectiva.

---

## Proceso de formulación de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques evitada REDD+

El proceso de formulación de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques evitada REDD+, responde a las directrices y requerimientos metodológicos de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques y el Fondo del Carbono; entre ellos, el abordaje de las salvaguardas REDD+. En este proceso Guatemala ha definido de manera preliminar seis actividades REDD+:

- Incentivos para incrementar el stock de carbono
- Incentivos para la conservación en bosques naturales
- Incentivos para pequeños poseedores, comunidades locales y pueblos indígenas
- Fortalecimiento de la gobernabilidad en tierras forestales
- Manejo forestal mejorado
- Promoción de la competitividad y legalidad en las cadenas de valor de productos forestales

## Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones

Actualmente el MARN, con el apoyo de la USAID, lidera el proceso de formulación de la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones “Guatemala Huella CerO2”. Dicha estrategia está dirigida a los siguientes sectores: cambio de uso del suelo y silvicultura, energía, procesos industriales, transporte y desechos (MARN, 2015).

Los desafíos institucionales y técnicos identificados para el desarrollo de la estrategia (USAID, 2013) son:

- Reestablecer la Comisión Interinstitucional de Cambio Climático
- Aprovechar el protagonismo de los actores, lo cual se refiere a “quienes son afectados o pueden ser afectados por las actividades de una empresa”
- Fortalecer capacidades relacionados con el cambio climático en MARN y SEGEPLÁN
- Actualización del inventario
- Desarrollo del escenario BAU
- Construcción de curvas de costo de abatimiento

Además, la fuente citada anteriormente indica que los componentes sugeridos para la implementación de la estrategia son:

- Organización institucional para enfrentar la estrategia
- Herramientas de análisis
- Lineamientos de desarrollo del país
- Proyección nacional económica y de emisiones de gases de efecto invernadero
- Portafolio de acciones priorizadas
- Diseño de medidas - difusión
- Implementación y monitoreo

---

En el marco de la estrategia de desarrollo con bajas emisiones es importante mencionar la propuesta de NAMA<sup>11</sup> sobre “Uso eficiente de leña y combustibles alternos en comunidades indígenas” para acceder a financiamiento “del NAMA Facility”, el cual fue presentado por el Ministerio de Energía y Minas.

### Fondo Nacional de Cambio Climático

Actualmente se analiza dentro del Consejo Nacional de Cambio Climático el “Reglamento del Fondo Nacional de Cambio Climático” con base a dos propuestas: (a) fideicomiso; y (b) cuenta única.

La propuesta de reglamento establece como objetivo “proporcionar los lineamientos para el buen diseño y funcionamiento del Fondo Nacional de Cambio Climático –FONCC-, como una entidad operativa, en virtud del Decreto 7-2013 del Congreso de la República de Guatemala” (CNCC, 2015).

Además, la propuesta de reglamento establece que el Fondo se constituye para:

- Estructurar metodologías de análisis y evaluación que permitan priorizar las inversiones a efectuar con recursos del Fondo, tomando en cuenta su costo-beneficio, en lo social, económico y ambiental.
- Estimular líneas de financiamiento para cubrir la demanda en el corto, mediano y largo plazo de los planes, programas y proyectos prioritarios que permitan gestión del riesgo reducir la vulnerabilidad, adoptar prácticas de adaptación y reducir emisiones de gases de efecto invernadero, así como el mejoramiento de las capacidades nacionales frente al cambio climático, el pago por servicios naturales por fijación de carbono, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, producción y protección de agua, protección de ecosistemas y belleza escénica y otros.
- Promover la participación de los sectores público y privado -en los niveles local, nacional, regional e internacional-, con el propósito de responder de manera urgente, adecuada, flexible, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país.
- Adoptar criterios y mecanismos complementarios, los cuales coordinará el Fondo con instituciones gubernamentales, sector privado, ONG’s, grupos comunitarios y otras organizaciones interesadas en reducir la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la reducción de gases de efecto invernadero.

### 3.2.3 Marco Institucional

“La Ley del Organismo Ejecutivo diseñó un modelo institucional que reconoce la coordinación para la gestión de políticas. Esto incluye la creación de gabinetes específicos, según se considere necesario para el impulso de las políticas públicas; también respalda la rectoría ministerial de políticas sustantivas de cada sector” (CONADUR, 2014).

Con relación al marco institucional para la atención a la Ley Marco de Cambio Climático, tal como se establece en el documento denominado “Análisis del Marco Jurídico que Sustenta la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en Guatemala” (A&L Proyectos, 2015), una de las más importantes

---

<sup>11</sup> NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions) se refieren a cualquier acción que reduce las emisiones en los países en desarrollo, y se prepara en el marco de una iniciativa gubernamental nacional (UNFCCC, 2015).

---

contribuciones de la citada Ley es la “creación del Consejo Nacional de Cambio Climático, un órgano colegiado, con participación del sector público y privado, con funciones de regulación, supervisión y resolución de conflictos”

Además, en el análisis de la fuente citada anteriormente se hace referencia sobre el fortalecimiento institucional para la atención del tema de cambio climático en Guatemala bajo los siguientes términos:

- Consolidación de alianzas en el marco del Grupo de Coordinación Interinstitucional, conformado por el CONAP, MARN, INAB y MAGA cuyo objetivo es poner en común esfuerzos para atender temas compartidos vinculados al cambio climático y a la conservación y manejo de la biodiversidad y los recursos naturales, en especial los forestales.
- Creación del Grupo de Bosques y Biodiversidad
- Creación del Comité Coordinador de Producción más Limpia
- Creación del Comité Nacional de Salvaguardas REDD+ que reúne participantes del sector público y del sector privado.
- Instancias de gobierno como CONAP, INAB, MAGA, MEM y SEGEPLÁN han creado dentro de su organización interna unidades especializadas de cambio climático.
- El MINEX por su parte está reactivando su dependencia especializada en cambio climático.
- En la sociedad civil también han surgido iniciativas relevantes como la creación de la Mesa Nacional y Mesas Departamentales de Cambio Climático y la Mesa de Pueblos Indígenas y Cambio Climático y la Alianza Forestal Comunitaria.

En el año 2015 el MINFIN retomó institucionalmente la temática de cambio climático en el marco del proyecto denominado “Apoyo al grupo de cambio climático del MINFIN”, el cual está financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo; y recientemente la institución ha iniciado el acercamiento para suscribir un convenio de cooperación técnica con la CEPAL para el “Fortalecimiento de capacidades en materia de Política Fiscal para el Medioambiente”.

### **3.2.3.1 Sistema Nacional de Planificación en el contexto de cambio climático**

En el informe final del análisis del proceso de desarrollo sostenible y sus principales relaciones con el cambio climático en Guatemala (DSD/UN-DESA, 2012), se indica que es “indispensable y necesario incorporar la temática de cambio climático en el Sistema Nacional de Planificación para proteger los bienes patrimoniales naturales, culturales y construidos del país”; además, en dicho documento se describen las barreras de tipo estructural, organizacional y coyuntural que limitan la integración de dicho tema en la planificación del país.

El marco legal actual manda a la SEGEPLÁN a integrar la variable de cambio climático en la Planificación y Programación de la Inversión Pública; dicho marco legal se establece “Los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, al formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo, podrán incorporar de acuerdo a lo preceptuado en el párrafo siguiente, la variable del cambio climático. Para esos efectos, la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLÁN-, integrando la variable de cambio climático, coordinará el proceso de planificación y programación de la inversión pública a nivel sectorial, público y territorial, velando por que las diferentes entidades públicas en sus políticas, planes, programas y proyectos contribuyan a los objetivos de esta ley” (Congreso de la República, 2013 , art. 10)

---

Aunque la SEGEPLÁN incorpora desde hace años el análisis de evaluación ambiental y el análisis de riesgos en las fases de preinversión e inversión pública, es hasta el año 2014 cuando a través de los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo K’atun: Nuestra Guatemala 2032 que explícitamente se dan orientaciones específicas sobre la adaptación y mitigación al cambio climático para la planificación e inversión en nuestro país. Los instrumentos vigentes para integrar la variable de cambio climático en el Plan-Presupuesto 2016 en el marco de la Gestión por Resultados son los siguientes:

- Instructivo presidencial
- Directrices generales para la gestión de la Política Nacional de Desarrollo
- Lineamientos Generales de Política 2016-2018
- Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública para el ejercicio fiscal 2016
- Instrumentos de Planificación 2016
- Guía conceptual de planificación y presupuesto por resultados para el sector público de Guatemala

### Plan Nacional de Desarrollo: lineamientos para incorporar la adaptación y mitigación al cambio climático en la planificación y programación de la inversión pública

En el Plan Nacional de Desarrollo K’atun: Nuestra Guatemala al 2032 se proponen cambios estructurales para el abordaje e implementación de acciones de adaptación y mitigación del cambio climático, considerando la sostenibilidad ambiental como uno de los pilares fundamentales del desarrollo nacional y exige actuaciones sociales, económicas y políticas inmediatas y sostenidas frente a los actuales niveles de degradación y amenazas inducidas por el cambio climático. Este plan reconoce los avances que el país ha logrado en la construcción de diversos instrumentos de política pública. Sin embargo, plantea el reto de integrar y armonizar las políticas y sus instrumentos y el fortalecimiento de las capacidades institucionales para ordenar las intervenciones, evitando traslapes y vacíos de atención y sobre todo el fortalecimiento del papel institucional regulatorio frente a externalidades negativas sobre el ambiente y los recursos naturales. En la lógica del desarrollo nacional contenida en el Plan, se ha considerado el pleno involucramiento y participación de la sociedad en todo el ciclo de gestión de las políticas, contribuyendo con ello a desarrollar mayores niveles de conciencia, responsabilidad y educación ambiental.

En el año 2014, la SEGEPLÁN define un conjunto de procesos institucionales que por mandato y estrategia le compete, en su función de coordinar, acompañar y asesorar a la institucionalidad pública; y a lo interno para ordenar la gestión institucional, para contribuir con el desarrollo del país en el marco del Plan Nacional de Desarrollo y su Política.

Con base a lo anterior, en el año 2015 se formularon los instrumentos vigentes para integrar la variable de cambio climático en el Plan-Presupuesto 2016 en el marco de la Gestión por Resultados, indicados anteriormente, dentro de los cuales incluyen los lineamientos de las diez prioridades del eje denominado “recursos naturales hoy y para el futuro”, en los que se establecen de manera explícita lineamientos sobre la adaptación y mitigación al cambio climático (SEGEPLÁN, 2015). Dichas prioridades son las siguientes:

- Adaptación y mitigación frente al cambio climático.
- Conservación y uso sostenible de los bosques y la biodiversidad para la adaptación y la mitigación del cambio climático.

- 
- Gestión sostenible de los recursos hídricos para el logro de objetivos sociales económicos y ambientales.
  - Tecnificación agrícola y agricultura familiar para la seguridad alimentaria con pertinencia de pueblos maya, xinka, garífuna, etaria y de género.
  - Ordenamiento territorial para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la producción agropecuaria y la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.
  - Producción agropecuaria para la seguridad alimentaria.
  - Manejo integral y participativo de los desechos sólidos.
  - Gestión sostenible de los sistemas marino costeros sitios Ramsar y sistemas lacustres y fluviales, considerando la pertinencia de género, de pueblos maya, xinka, garífuna y etaria.
  - Acceso a energía de calidad y con cobertura nacional.
  - Incremento de la participación de la energía renovable en la matriz energética, considerando la participación ciudadana y con pertinencia de pueblos maya, xinka, garífuna, de género y etaria.

Los lineamientos indicados anteriormente se incluyen en los instrumentos del Plan-Presupuesto 2016 bajo las siguientes directrices (SEGEPLÁN, 2015):

- a. La Política Nacional de Desarrollo es el instrumento estratégico de largo plazo que le da respaldo político institucional a la operatividad del Plan Nacional de Desarrollo. “Esta política institucionalizará las acciones y procesos para el desarrollo, con una visión de largo plazo, y permitirá dar seguimiento, así como evaluar las acciones de política y los impactos, para reorientar o replantearlas, según sea la calidad de su ejecución”.
- b. Los Lineamientos Generales de Política 2016-2018 se “constituyen en una herramienta determinante e indispensable para la planificación y evaluación de las instituciones públicas, consejos de desarrollo y gobiernos locales, debido a que plantea el marco de prioridades del desarrollo articulado a la planificación operativa anual y multianual de éstas, lo cual permite direccionar sus intervenciones y toma de decisiones focalizadas en los ámbitos considerados primordiales para el alcance del desarrollo equitativo y sostenible del país”.

Los lineamientos están articulados al Plan Nacional de Desarrollo y a la Política Nacional de Desarrollo, “los cuales se constituyen en dos instrumentos principales para orientar las prioridades del desarrollo nacional en los diferentes períodos gubernamentales, de acuerdo a lo estipulado por la Constitución Política de la República de Guatemala, la Ley del Organismo Ejecutivo y la Ley de los Consejos de Desarrollo”.

- c. Las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública es la guía que orienta a las entidades públicas de inversión en cuanto a las responsabilidades en la programación de las inversiones y los instrumentos de programación, basadas en proyectos de inversión. Con relación al tema de cambio climático en esta guía el Presidente Constitucional de la República instruye a las instituciones y entidades del sector público a atender, entre otras, lo establecido en el Plan y Política Nacional de Desarrollo y a la Ley y Política de Cambio Climático.
- d. Los instrumentos de planificación 2016 establecen lineamientos para los procesos de elaboración de los siguientes instrumentos: Plan Estratégico Institucional, Plan Operativo Multianual y el Plan Operativo Anual. Estos lineamientos se definen a partir de las matrices de los cinco ejes del Plan Nacional de Desarrollo. Los instrumentos de planificación incluyen las directrices y formatos para el seguimiento y evaluación de la implementación de los lineamientos establecidos desde el Plan Nacional de Desarrollo, en el cual se incluyen la

---

información sobre adaptación y mitigación al cambio climático establecido en el eje de Recursos naturales hoy y para el futuro.

### 3.3 Educación, formación y sensibilización acerca del cambio climático

Desde el año 2008 hasta la fecha (2015) el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- a través de la Dirección General de Formación, Organización y Participación Social –DIFOPAS- se ha diseñado e implementado el Curso de Educación ambiental con énfasis en cambio climático (MARN-DIFOPAS, 2015), con el fin de formar educadores ambientales que conozcan y valoren sus raíces y su identidad para que tengan una mejor relación con la naturaleza. Se encuentra avalado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –FLACSO- y el MARN. Consta de tres módulos: (i) Recuperación de la identidad; (ii) relación del ser humano-naturaleza; (iii) Técnicas de enseñanza y establecimiento de microproyectos.

Los resultados esperados de este curso han sido:

- Crear una nueva cultura ambiental que permita reconocer a las personas como seres dignos de habitar en un ambiente sano;
- Contar con personas formadas en temas ambientales;
- Tener conocimiento de la problemática ambiental que existe en nuestro entorno;
- Propiciar y promover el cambio de hábitos cotidianos por medio de la sensibilización;
- Crear conciencia de que cada uno y cada una aportan en cierta medida a la alteración de los ciclos naturales y al cambio climático;
- Formar personas que asumen compromisos individuales; ser agentes de cambio y comprometerse a transmitir el mensaje (MARN, 2008).

Este curso se ha impartido con líderes comunitarios, con maestros del Ministerio de Educación –MINEDUC-, Profesores de educación superior de la Facultad de Agronomía y la Facultad de Medicina de la USAC; de la misma manera con personal del Jardín Botánico. El curso tiene la ventaja de adaptarse a cualquier contexto. A la fecha se cuenta con un total de 10 mil personas certificadas con este curso a nivel departamental a través de educadores ambientales (MARN-DIFOPAS, 2015).

La Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- a partir del año 2016 acreditará el curso de Educación Ambiental con énfasis en cambio climático.

#### 3.3.1 Acciones ejecutadas por el Ministerio de Educación

Otra acción importante en el tema de fomento de educación ambiental con énfasis en cambio climático ha sido la creación de estrategias de educación con énfasis en cambio climático, de esta manera el MARN diseñó y presentó al MINEDUC Orientaciones para Desarrollo Curricular –ODEC- en donde incluye la educación ambiental enfocada en tratar temas de cambio climático. Esto se elaboró tomando en cuenta como base el Currículo Nacional Base de Guatemala –CNB-, dando recomendaciones para que se desarrollara el CNB abordando la temática de cambio climático a través de temas generadores, proyectos de manejo de residuos sólidos y de reforestación que puedan llevar a cabo estudiantes. Al momento se han trabajado documentos mediados sobre cambio climático para todos los niveles, desde primaria hasta Diversificado (MARN-DIFOPAS, 2015).

---

Se llevó a cabo un Convenio entre el MARN y el MINEDUC, que fue el resultado de la Ley de Educación Ambiental, Decreto 38-2010, se crearon las mesas ministeriales en donde se ha logrado abordar la temática ambiental desde un nivel local (mesas departamentales) hasta un nivel central. De esta manera se ha podido trabajar propuestas desde las dos vías desde lo local al nivel central y viceversa con el fin de tener un sistema consolidado de educación ambiental enfocado en cambio climático.

El MARN cuenta también con un Manual de educación ambiental, llamado “Los árboles no tienen vacaciones”, para trabajar proyectos de reforestación con escuelas y enseñar a los niños y profesores. El manual sirve para explicar a los niños sobre cómo sembrar árboles, que aportes ambientales otorga sembrar árboles, cuenta también con una tabla de monitoreo del árbol. La metodología fue diseñada para trabajar con niños de cuarto primaria, se han trabajado 100 escuelas por departamento y al momento llevan un total de más de 500 escuelas con las cuales han trabajado este programa. Actualmente se encuentra a la espera la aprobación de la Política de Educación de Cambio Climático en conjunto con el MINEDUC el cual tiene como eje transversal el cambio climático.

Han recibido apoyo de la Cooperación internacional a través de Cruz Roja, CARE, Helvetas. Este último con más incidencia en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, San Marcos y Huehuetenango. Han apoyado con financiamiento para impresión de las Orientaciones de Desarrollo Curricular –ODEC–, en el diseño de una caja de herramientas de interpretación local y para la elaboración de talleres técnica con el MINEDUC para la entrega de las ODEC.

### 3.3.2 Otras acciones de educación y sensibilización

#### – Exposición Itinerante de Cambio Climático: Un cambio que exige que tú cambies

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) cuenta con un programa de educación ambiental enfocado en cambio climático, el que inició en julio del 2015 con el apoyo del programa Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala –CNCG–, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El objetivo principal es dar a conocer por medio de una exposición itinerante los impactos de la variabilidad climática y la importancia que tiene el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) para mitigar y reducir sus amenazas. El proyecto se ha presentado en los departamentos de Guatemala y Zacapa y a la fecha más de 12,000 personas la han visitado. El próximo año continuara su recorrido en otros departamentos del país (CONAP-DEyF 2015).

#### – Vídeo Documental “Áreas Protegidas y Diversidad Biológica, Elementos Esenciales Frente al Cambio Climático”

Con el fin de informar y fortalecer la conciencia ambiental de la población guatemalteca el CONAP elaboró un audiovisual de 10 minutos que se difundió a nivel nacional. Este material también se ha convertido en una herramienta de apoyo para desarrollar actividades educativas que promueven la reflexión relacionada a la temática.

Módulos de Apoyo Metodológico para de Maestros en el Nivel de Educación Primaria Orientados a la Adaptación al Cambio Climático (CONAP-DEyF 2015).

---

A través de la Alianza por la Resiliencia que se conforma por organizaciones nacionales e internacionales, se elaboraron 4 módulos educativos que iniciaron su implementación en el año 2015. En el proceso de formulación participaron el Ministerio de Educación, Ministerio de Ambiente, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED- y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-.

Los módulos tienen como temas principales el manejo y restauración de ecosistemas, reducción de riesgo a desastres, adaptación al cambio climático y resiliencia. El kit de materiales también incluye 7 juegos didácticos para niños, enfocados en la misma temática. (CONAP-DEyF 2015).

#### – Fortalecimiento de la Temática de Cambio Climático en el Programa de Educación Ambiental del CONAP

El cambio climático es un tema que se ha incluido en el programa de educación ambiental del CONAP y es uno de los que más se imparten en actividades de educación formal y no formal. Se ha elaborado material de apoyo entre los que se pueden mencionar un folleto y un trifoliar (CONAP-DEyF 2015).

#### Otras Acciones

Existen esfuerzos por parte del sector de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) internacionales y locales por reforzar y mejorar el conocimiento con respecto al cambio climático y la situación actual del país. A través del apoyo de diferentes agencias de gobierno como la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en inglés) ha lanzado programas en Guatemala como el Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala –CNCG-, Programa de Carbono Forestal, Mercados y Comunidades (FCMC), el Proyecto de Desarrollo con Bajas Emisiones, los cuales tienen un componente fuerte en sensibilización a la población y de mejorar el conocimiento en cambio climático (ciencia del clima, emisiones de Gases de efecto invernadero, adaptación al cambio climático, mitigación, transferencia de tecnología y prácticas en campo para la adaptación al cambio climático).

Dentro del programa CNCG, se cuenta con el apoyo del sector empresarial, Organizaciones no gubernamentales y el sector académico para llevar a cabo las actividades de los objetivos del programa; entre estos actores se encuentran: Rainforest Alliance, WWF, Universidad del Valle de Guatemala, The Nature Conservancy, Defensores de la Naturaleza y AGEXPORT. Cada uno aporta a distinto eje de trabajo y en distintas áreas de acción a nivel nacional enfocados en fomentar la adopción de buenas prácticas para manejar los recursos naturales y conservar la biodiversidad a nivel comunitario, creación de capacidades institucionales y técnicas, desarrollar el marco legal, institucional y de políticas relacionado al cambio climático.

Guatemala se encuentra participando en la Iniciativa Global de Fianzas para la Biodiversidad (BIOFIN) y se está desarrollando un Programa Nacional de Reducción de Emisiones para REDD que contará con un mecanismo financiero a nivel nacional para el pago por resultados por reducción de emisiones en bosques (Gobierno de Guatemala, 2015). El Banco Interamericano de Desarrollo –BID- en conjunto con el Fondo Colaborativo del Carbono (FCPF por sus siglas en inglés) han apoyado a instituciones de Gobierno a nivel central y regional en mejorar el conocimiento acerca del manejo forestal comunitario, protección forestal y su relación con el cambio climático. Principalmente han fortalecido el conocimiento en las plataformas de gobernanza forestal, las cuales trabajan en conjunto con el Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

---

Como parte de la misma temática, organizaciones locales como Sotzil en conjunto con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –UICN- trabajan en mejorar el conocimiento de los Pueblos Indígenas y el sector de mujeres acerca del cambio climático y la defensa de los derechos colectivos en bosques comunales y municipales.

En conclusión, aún hace falta promover el conocimiento en todos los niveles escolares, institucionales, municipales, comunitarios y locales, a pesar del esfuerzo que han encaminado instituciones de gobierno en elaborar propuestas de educación ambiental con énfasis en cambio climático en la educación formal del país, sigue habiendo un vacío enorme en el monitoreo de cambios de comportamiento en la población que ha sido informada y capacitada en el tema.

Existen deficiencias elevadas en el presupuesto para el sistema educativo. Esto ha dificultado la impresión y divulgación de material educativo en temas ambientales y de cambio climático. Además de la educación formal, existen diversos cursos impartidos y especializaciones en cambio climático por ONGs, instituciones privadas, sector académico y sociedad civil en general, que ofrecen una amplia gama de temáticas relacionadas al cambio climático como por ejemplo opciones de energía renovable para reducir los efectos del cambio climático, la economía del cambio climático, producción más limpia para el cambio climático, perspectiva socio-económica de la problemática del cambio climático, entre otros.

---

# Capítulo 4.

## VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

### 4.1 Introducción

El reporte del IPCC sobre impactos, adaptación y vulnerabilidad indica que los cambios en el clima observado en las últimas décadas, han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos (IPCC, 2014). Las evaluaciones realizadas, así como los escenarios desarrollados sobre el comportamiento del clima permiten evidenciar que existen impactos importantes en los sistemas naturales y sistemas humanos que se han atribuido al cambio climático, aunque la información disponible sugiere que los sistemas naturales han sido impactados de manera más fuerte.

Guatemala ha sido fuertemente impactada por los cambios en el clima. De acuerdo al Índice Mundial de Riesgo Climático, el país se encuentra dentro de los diez países más afectados por impactos de fenómenos meteorológicos extremos, tanto en términos de muertes, como de las pérdidas económicas, que se produjeron entre el período de 1992 a 2013 (Kreft & Eckstein, 2013) (Kreft S., Eckstein, Junghans, Kerestan, & Hagen, 2014).

Las evaluaciones del comportamiento del clima realizadas en el país ofrecen elementos importantes para comprender la magnitud de algunos fenómenos y de sus potenciales efectos negativos sobre la sociedad y la capacidad de desarrollo de esta. En este capítulo se presenta la información de estudios y evaluaciones realizadas sobre la vulnerabilidad actual y los potenciales efectos negativos sobre el territorio, la población y sus medios de vida, debido al cambio de las variables climáticas en el futuro.

---

## 4.2 Vulnerabilidad y adaptación en la política pública y legislación

Guatemala ha avanzado en la gestión política del tema de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. En el año 2009 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promulga la Política Nacional sobre Cambio Climático (MARN, 2009)<sup>12</sup>, la cual establece como objetivo general “*Que el Estado de Guatemala, ... , adopte prácticas de prevención de riesgo, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, ...*”. Adicionalmente, propone objetivos específicos sobre el desarrollo de capacidades nacionales en cambio climático, reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático contribución a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (MARN, 2009).

Con la promulgación de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Congreso de la República, 2013), se estableció como fin principal que el Estado adopte prácticas de propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación, entre otros. Esta condición permite que esta ley sea coherente con la propuesta de acción establecida en la Política Nacional de Cambio Climático vigente.

Una directriz específica de la ley, es la elaboración de un Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático, el que será actualizado conforme los resultados de las comunicaciones nacionales de cambio climático. Así mismo, requiere que el Estado adopte acciones concretas para la reducción de la vulnerabilidad y para aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático, entre estas destacan:

- Incorporar la variable cambio climático en la planificación y programación de la inversión pública, y que esta sirva para priorizar la asignación de recursos económicos para este fin;
- Dar a los esfuerzos de ordenamiento territorial un enfoque de adaptación y mitigación al cambio climático, para lo cual se apoyará a las municipalidades y los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural para ejecutar estas acciones;
- Elaborar guías para la reducción de vulnerabilidad, las cuales se basarán en la gestión de riesgo, la reducción de la vulnerabilidad, el mejoramiento de la capacidad de adaptación;
- Elaborar planes institucionales estratégicos de reducción de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático, los cuales tendrán como temáticas específicas, la salud humana, las zonas marino-costeras, la Agricultura, Ganadería y Seguridad Alimentaria, los Recursos Forestales, Ecosistemas y Áreas Protegidas y la infraestructura;
- Fomentar las prácticas productivas apropiadas a la adaptación al cambio climático, en las que se consideren las condiciones de las diferentes regiones, los conocimientos tradicionales y ancestrales, aprovechando las tecnologías apropiadas, limpias y amigables con el ambiente y con las condiciones ecológicas y biofísicas del país;
- Fomentar la adopción de prácticas de protección del suelo como medida para reducir la degradación de los suelos.

---

<sup>12</sup> El proyecto Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático apoyó en la formulación y presentación de la Política Nacional sobre Cambio Climático, que fue el punto de partida para la elaboración de la iniciativa de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero.

Finalmente estas propuestas de acción pueden verse reflejadas en el Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (CONADUR, 2014), tanto en las prioridades establecidas como en las metas del mismo. En el Cuadro 15 se listan las principales prioridades y metas relacionadas con la adaptación al cambio climático.

Cuadro 15. Prioridades y principales metas relacionadas con el cambio climático del eje de recursos naturales para hoy y para el futuro, del Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032.

PRIORIDADES	METAS AL 2032
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación y mitigación frente al cambio climático</li> <li>• Conservación y uso sostenible de los bosques y la biodiversidad para la adaptación y la mitigación del cambio climático</li> <li>• Gestión sostenible de los recursos hídricos</li> <li>• Tecnificación agrícola y agricultura familiar para la seguridad alimentaria</li> <li>• Ordenamiento territorial para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la producción agropecuaria y la adaptación al cambio climático</li> <li>• Producción agropecuaria para la seguridad alimentaria</li> <li>• Gestión sostenible de los sistemas marino costeros, sitios Ramsar y sistemas lacustres y fluviales</li> <li>• Incremento de la participación de la energía renovable en la matriz energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un 32% del país se encuentra cubierto por bosques, al menos un 29% se corresponde a bosques naturales y se ha incrementado en un 3% la cobertura forestal por medio de la restauración ecológica</li> <li>• No menos del 2.6% de la superficie terrestre se encuentra cubierta por plantaciones forestales.</li> <li>• Se ha reducido a cero la deforestación anual neta en zonas núcleo de áreas protegidas</li> <li>• Menos del 14% de las especies se encuentra en peligro de extinción</li> <li>• Se dispone de una Ley de Aguas con enfoque de gestión integrada de recursos hídricos</li> <li>• El 100% de las zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica es protegida y manejada sosteniblemente, con enfoque de cuencas hidrográficas y/o de ordenamiento territorial</li> <li>• Se ha reducido a cero las pérdidas de vidas humanas a causa de inundaciones</li> <li>• El 100% de los hogares agrícolas en estado de infrasubsistencia y el 50% de los hogares en estado de subsistencia han visto beneficios en sus niveles de productividad agrícola</li> <li>• El 100% de los municipios cuenta con planes de ordenamiento territorial integral que se implementan satisfactoriamente</li> </ul>

Fuente: (CONADUR, 2014).

### 4.3 Observaciones del clima y de su variabilidad

El cambio climático se refiere a un cambio en el estado del clima que puede ser identificado por los cambios en la media y / o en la variabilidad de sus parámetros y que persiste durante un período prolongado de tiempo (IPCC, 2013). Como fue descrito en el Reporte de Evaluación 4 (AR4) del IPCC, el clima comprende una variedad de escalas temporales y espaciales: desde el ciclo diurno, a la variabilidad interanual como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), hasta variaciones que cubren múltiples decenios.

---

Para observar los cambios en los parámetros del clima, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomendó el uso de períodos estándares para caracterizar el clima actual de una región y hacerlos comparables estadísticamente con otros. Estos períodos se conocen como Normales Climatológicas Reglamentarias, que son medias de los datos climatológicos observadas para períodos consecutivos de 30 años, a partir del 01 de enero de 1901 (OMM sf). En Guatemala, debido a la mayor disponibilidad de datos y cercanía de tiempo se están utilizando los datos del período 1971-2000, como periodo base. El análisis de la variabilidad climática de los datos registrados respecto al período base permite detectar tendencias<sup>13</sup>, fases de oscilación de largo período e incluso cambios climáticos que se estén sucediendo (DINAMA 2005, Sinha y De, 2003, citados por Bardales, 2015)).

De acuerdo con el Reporte de Evaluación 5 del IPCC, la región centroamericana muestra una tendencia consistente hacia la reducción de los caudales a futuro. Maurer et al. (2009), citado por IPCC (2013) estudió las proyecciones de cambio climático para la cuenca del río Lempa, una de las cuencas más grandes de Centroamérica, que cubre porciones de Guatemala, Honduras y El Salvador. El estudio muestra que las proyecciones futuras del clima (incremento de la evaporación y reducción de la precipitación) implica una reducción del 20% de los caudales que alimentan los principales reservorios de la cuenca. Imbach et al. (2012) citado por IPCC (2013) encontró resultados similares utilizando un enfoque de modelación que también considera cambios potenciales en la vegetación. Estos efectos pueden tener grandes implicaciones en la generación de energía hidroeléctrica.

El análisis de los cambios en las variables del clima se realizó tomando como base la información de trece estaciones representativas de las seis regiones climáticas del país (ver Capítulo 1. Circunstancias Nacionales). Se determinó la climatología de cada región empleando los siguientes estadísticos: valor extremo (máximo y mínimo), medidas de tendencia central (promedio y mediana), medidas de dispersión (Desviación estándar y coeficiente de variación) y percentiles (percentil 10, 25, 75 y 90), los que sirvieron para evaluar la variabilidad temporal de la precipitación y temperatura. Esto se realizó por medio de la evaluación de los cambios en el promedio para el periodo base (1971 a 2000) y periodo actual (2001 a 2014), permitiendo observar los cambios anuales de cada variable a través de la anomalía y la tendencia.

### 4.3.1 Cambio en la temperatura

Las temperaturas de las regiones climáticas de Guatemala se caracterizan por presentar una fuerte influencia por las variaciones altitudinales, disminuyendo la temperatura en 0.54 °C por cada 100 metros de altitud. Por esta razón en las zonas costeras y las planicies del norte, las temperaturas promedio son mayores que las que se observan en las regiones del altiplano central y occidental.

Al analizar los cambios en el comportamiento de los promedios de la temperatura media anual entre el período base (1971-2000) y el período actual (2001-2014), se puede concluir que existe una tendencia al incremento de la temperatura en todo el país (ver Figura 20).

---

<sup>13</sup> La palabra "tendencia" se utiliza para designar un movimiento a largo plazo en una serie de tiempo que puede ser considerado, junto con la oscilación y el componente de azar, como la composición de los valores observados (Anexo III: Glosario, citado por IPCC, 2013).

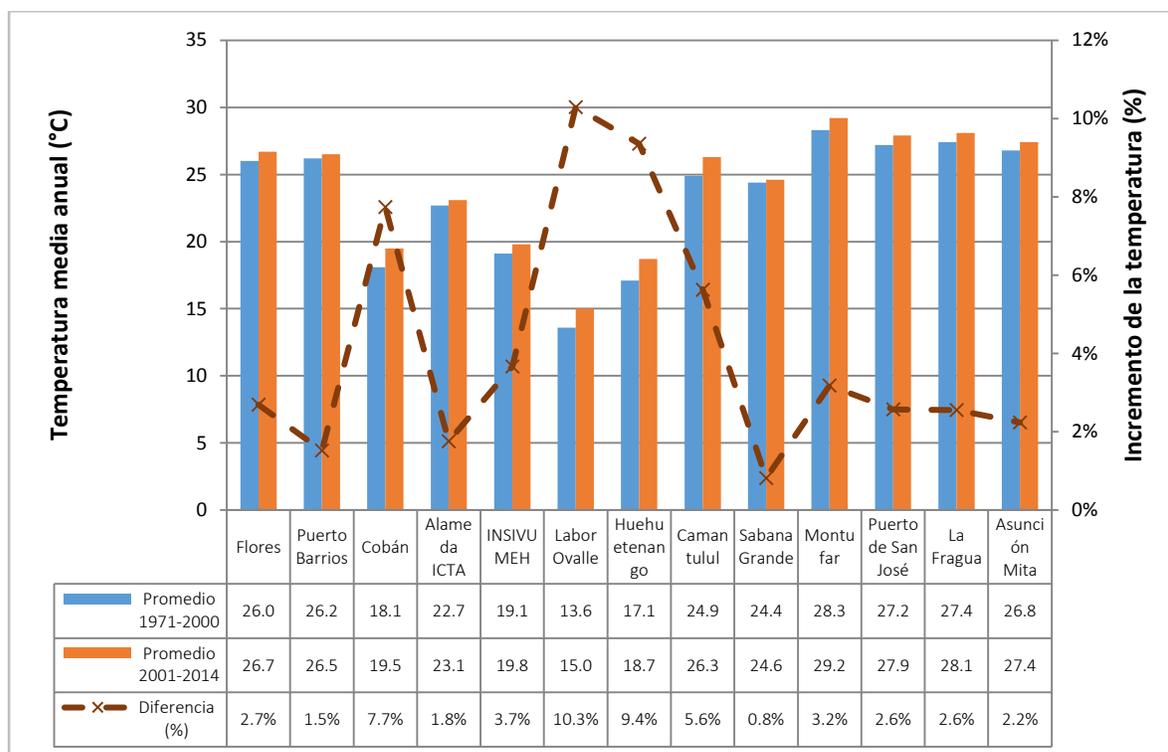


Figura 20. Temperatura media anual y su diferencia en los períodos 1971-2000 y 2001-2014  
Fuente: elaboración propia, con información del INSIVUMEH (2015).

Los mayores incrementos de la temperatura, tanto absolutos como relativos, se observan en las regiones más frías del país, en el altiplano occidental (estaciones Labor Ovalle y Huehuetenango), en donde los incrementos relativos son de 10.3 y 9.4% respectivamente. Otras regiones en las que se observan cambios altos son las regiones de la Transversal del Norte (estación Cobán) y la Boca Costa (estación Camantulul), y las regiones con los menores incrementos se observan en las restantes regiones climáticas.

Las regiones en donde se observó el menor incremento relativo de la temperatura media anual fue en la Boca Costa y Caribe, con incrementos del 0.8 y 1.5% entre los períodos indicados. En las restantes regiones climáticas, se puede observar un incremento en los promedios de temperatura media anual del 3.1% (variando entre 1.8 a 7.7%), en general promedios similares para estas regiones.

El análisis de las anomalías estandarizadas de temperatura media anual observadas en las regiones climáticas de Guatemala, se puede observar que en el norte del país (estaciones Flores, Puerto Barrios y Cobán), presentan la mayor tendencia al incremento, en contraposición de las estaciones de los Valles del Oriente (La Fragua y Asunción Mita) en donde las tendencias son menores, aunque siempre son significativas (ver Figura 21)

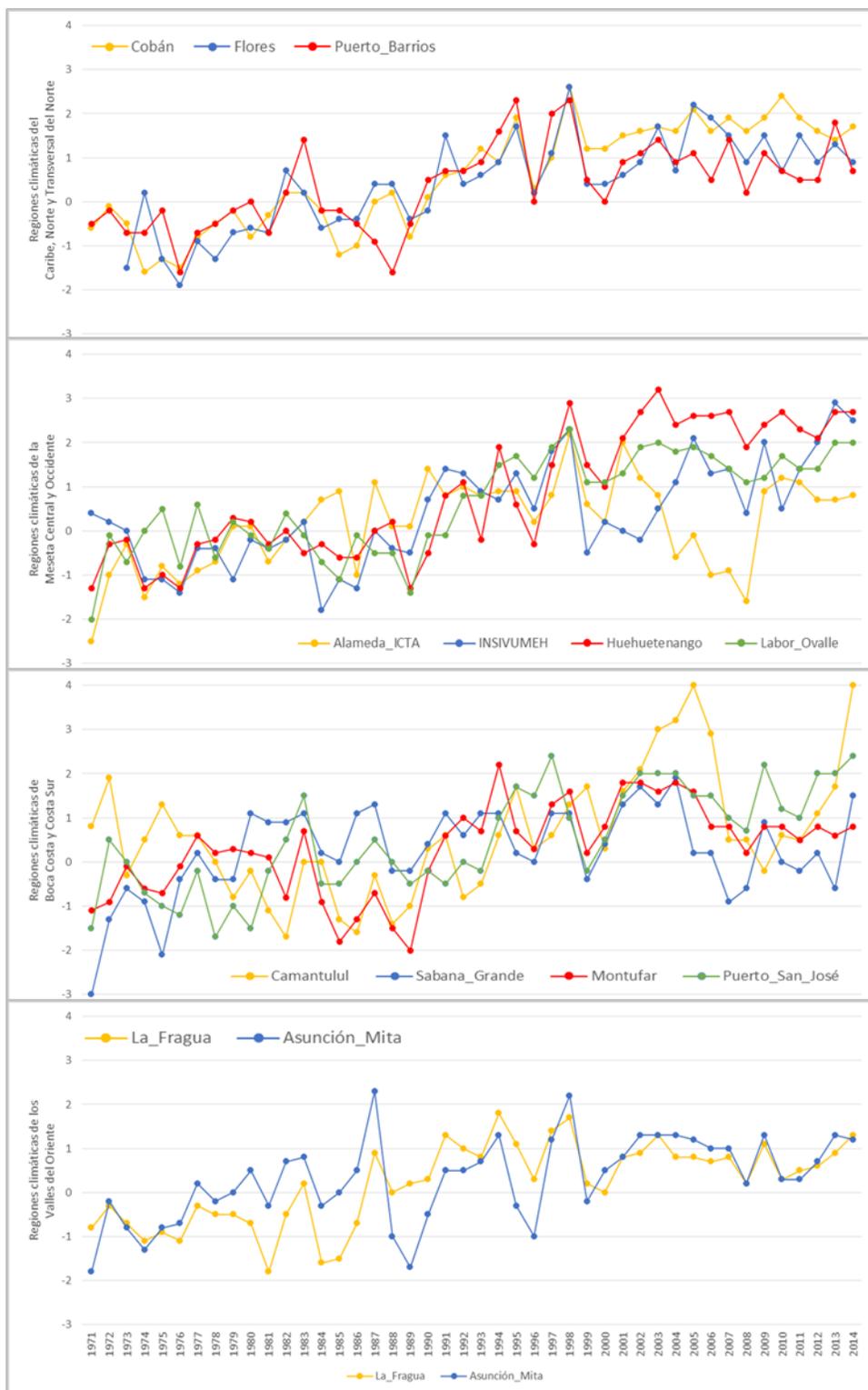


Figura 21. Anomalía estandarizada de temperatura media anual para el periodo 1971 - 2014 (En orden descendiente: Regiones Norte, Caribe y Transversal del Norte (Estaciones Flores, Puerto Barrios, y Cobán); Regiones Meseta central y Occidente (Estaciones Alameda ICTA, INSIVUMEH, Labor Ovalle y Huehuetenango); Regiones de la Boca Costa y Costa Sur (Estaciones Camantulul, Sabana Grande, Montufar y Puerto San José); y Región Valles del Oriente (Estaciones La Fragua y Asunción Mita))

Fuente: elaboración propia, con información de INSIVUMEH (2015)

### 4.3.2 Cambio en la precipitación

En el capítulo Observaciones: la atmósfera y la superficie del Reporte de Evaluación 5 (AR5) del IPCC se concluye que existe un nivel de confianza media para indicar que la precipitación en las zonas terrestres tropicales ha aumentado en la última década, considerándose una inversión de la tendencia a la sequía observada desde mediados de la década de 1970 hasta mediados de 1990 y que fue reportada en el Reporte de Evaluación 4 (AR4) del IPCC (IPCC, 2013).

Esta condición se puede apreciar en Guatemala al analizar los cambios en el comportamiento de los promedios de la precipitación entre el período base (1971-2000) y el período actual (2001-2014). En términos generales se puede concluir que los promedios de la precipitación total anual para el período 2001-2014 respecto a los promedios del período 1971-2000, se han incrementado en todas las regiones climáticas del país (ver Figura 22).

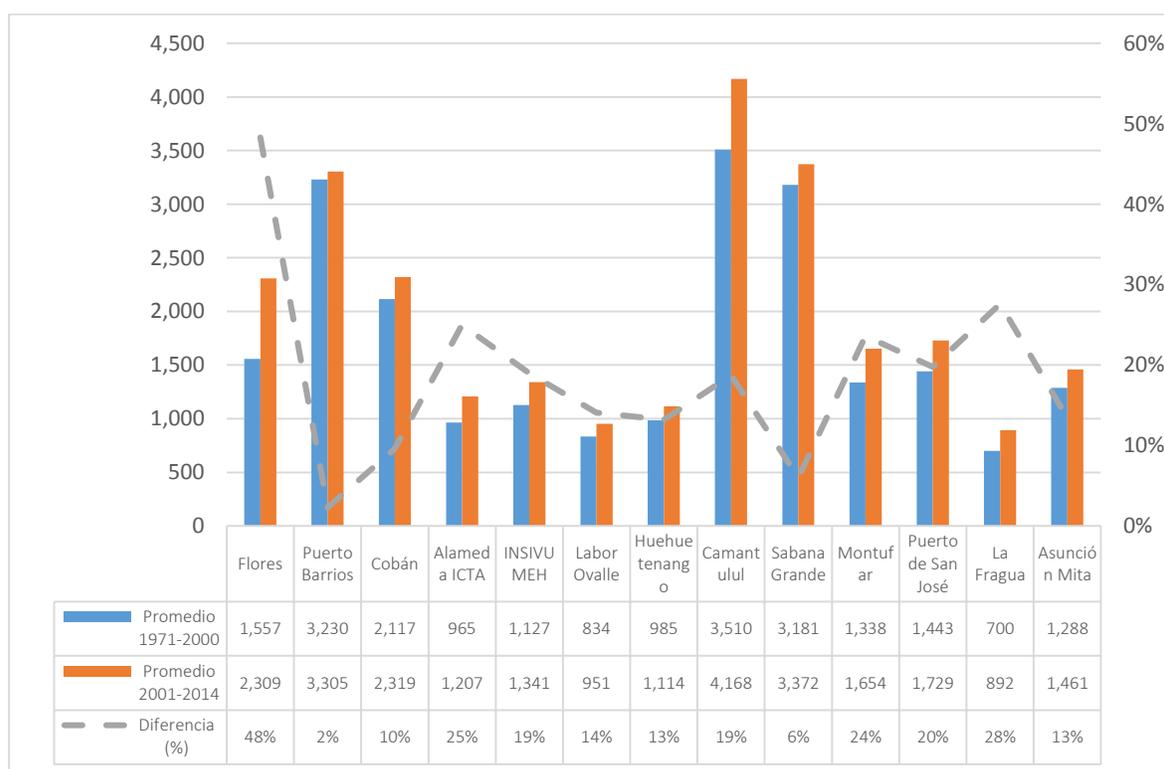


Figura 22. Promedio de la precipitación total anual por estación climática, para los períodos 1971-2000 y 2001-2014

Fuente: elaboración propia, con información del INSIVUMEH (2015).

Prácticamente en todas las regiones se observan cambios fuertes en los promedios de precipitación entre los periodos 1971-2000 y 2001-2014. Los mayores cambios se observan en la región climática del Norte (estación Flores) en la que se reporta un incremento de los promedios del 48%, lo cual se explica principalmente por la influencia de eventos de alta precipitación en años clave. Los valores máximos de precipitación por arriba del percentil 90 (1839.5 mm) se registraron para el periodo base (1971-2000) en los años 1978, 1979 y 2000; mientras que para el periodo 2001-2014, se manifestaron en los años

---

2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, siendo el 2013 el que posee el máximo registro histórico de precipitación (3106.1 mm).

Las regiones en donde se observó el menor incremento relativo de la precipitación promedio anual en las regiones climáticas del Caribe y de la Transversal del Norte, con incrementos del 2.3% y 9.6% entre los períodos indicados. En estas regiones la influencia de los eventos meteorológicos se manifiesta por la influencia de la Oscilación del Atlántico Norte, que por el fenómeno de El Niño Oscilación Sur o los eventos encontrados en la región del Atlántico.

En las restantes regiones climáticas, se puede observar un incremento en los promedios de precipitación total anual del 18% (variando entre 13.2 a 27.6%), siendo los menores incrementos en las regiones más frías del altiplano occidental, que en el resto de las regiones. Estas regiones presentan sensibilidad al fenómeno de El Niño, cuando el porcentaje de anomalía estandarizada de precipitación se reduce, se observa una reducción en la precipitación total anual, en cambio cuando la anomalía estandarizada de precipitación es positiva, generalmente se debe a eventos ciclónicos.

Al analizar las anomalías estandarizadas de precipitación observadas en las regiones climáticas de Guatemala, se puede observar que las regiones climáticas del sur del país están influenciadas por la ocurrencia de fenómenos climáticos oceánicos, especialmente el fenómeno de El Niño, mientras que las regiones del norte (Norte, Caribe y Transversal del Norte) se encuentran más influenciadas por los fenómenos climáticos que se observan en la región del océano Atlántico Tropical Norte (ATN). En forma general, cuando existe un enfriamiento de las aguas en la región ATN, la precipitación disminuye en las regiones del norte, alcanzando una categoría de sequía (variando de ligera a extrema) (ver Figura 23).

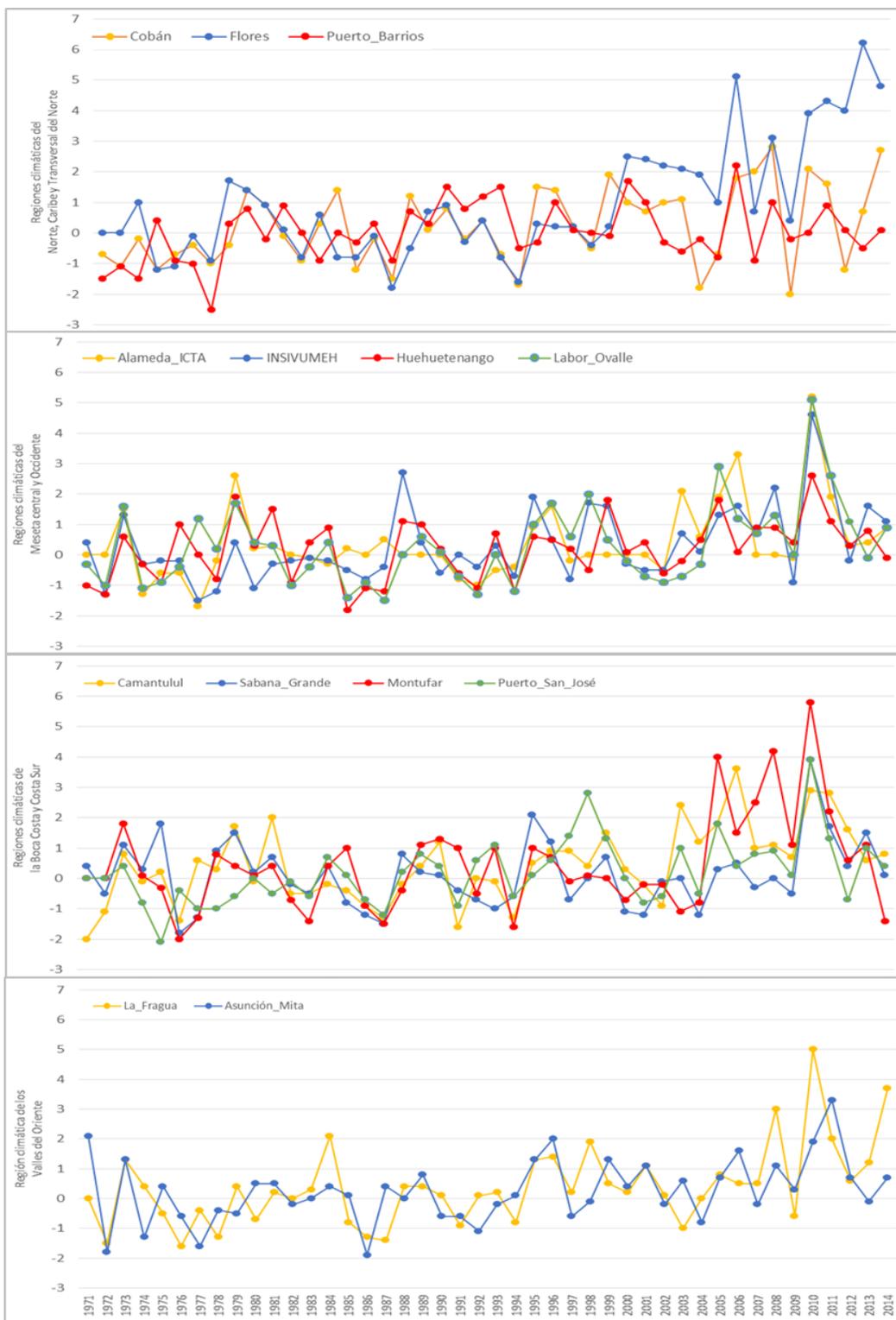


Figura 23. Anomalía estandarizada de precipitación para el periodo 1971 - 2014

(En orden descendente: Regiones Norte, Caribe y Transversal del Norte (Estaciones Flores, Puerto Barrios, y Cobán); Regiones Meseta central y Occidente (Estaciones Alameda ICTA, INSIVUMEH, Labor Ovalle y Huehuetenango); Regiones de la Boca Costa y Costa Sur (Estaciones Camantulul, Sabana Grande, Montufar y Puerto San José); y Región Valles del Oriente (Estaciones La Fragua y Asunción Mita))

Fuente: elaboración propia, con información de INSIVUMEH (2015)

Los acumulados de lluvia han aumentado en los últimos años. Sin embargo, los meses que presentan los mayores incrementos de lluvia son: Mayo (68 mm) y octubre (60 mm), y es debido a los efectos de los ciclones tropicales Adrián (2005), Alma (2008), Agatha (2010) y Stan (2005), 12E (2011), respectivamente. Para el resto de los meses de la época lluviosa el incremento es entre 25 a 30 mm de lluvia mensual, aunque se ha observado un descenso en los meses de noviembre y diciembre, los cuales son leves (ver Figura 24).

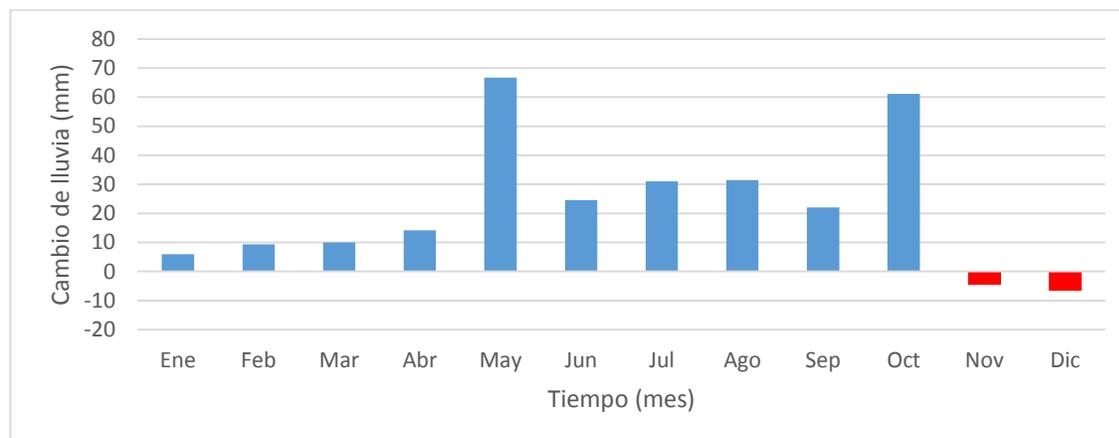


Figura 24. Cambio de la lluvia promedio mensual a nivel nacional  
Fuente: elaboración propia con base en la información de INSIVUMEH, 2015.

### 4.3.3 Eventos extremos en Guatemala

#### 4.3.3.1 Sequías

Las sequías son generalmente consideradas como derivadas de un déficit de precipitación acumulada, y se puede definir en términos meteorológicos o en términos de los impactos sobre las personas, la agricultura, el abastecimiento de agua o el medio ambiente (Sene, 2009). Este tipo de fenómenos sobreviene cuando la precipitación ha sido considerablemente inferior a la normalmente registrada, causando con ello graves desequilibrios hidrológicos que suelen afectar negativamente los recursos en las tierras y los sistemas de producción (IPCC, 2007).

La disminución de la precipitación anual se puede observar en cualquier región climática del país, pero su intensidad y duración varían dependiendo de la región en donde se encuentre. En Guatemala, esto es más evidente en la región del Corredor Seco<sup>14</sup> y en la franja costera cercana al océano Pacífico. El corredor seco comprende 46 municipios del país, con una extensión aproximada del 11% del territorio.

En Guatemala, se conoce como canícula a la disminución o ausencias de la precipitación por un periodo de 15 días, y al aumento de la temperatura en el mes de julio o agosto. Sin embargo, en los últimos años se ha presentado la canícula en forma prolongada, o sea ha tardado más de lo normal, causando un

<sup>14</sup> El Corredor Seco se le denomina a una región climatológica con alto riesgo de sequías de Guatemala que abarca los departamentos de Quiché, Baja Verapaz, Guatemala, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Chiquimula y Jutiapa.

déficit considerable en la cantidad de precipitación mensual, a este fenómeno se le conoce como sequía meteorológica (Bardales, 2012).

El INSIVUMEH, con base a la información climatológica registrada entre 1970 y 2014, generó un mapa de amenaza de sequía, por medio de la combinación del comportamiento de dos fenómenos: la aridez climática<sup>15</sup> que es una condición estructural de una región y la probabilidad de ocurrencia de sequías como fenómeno anómalo y temporal (INSIVUMEH, 2015b) (ver Figura 25).

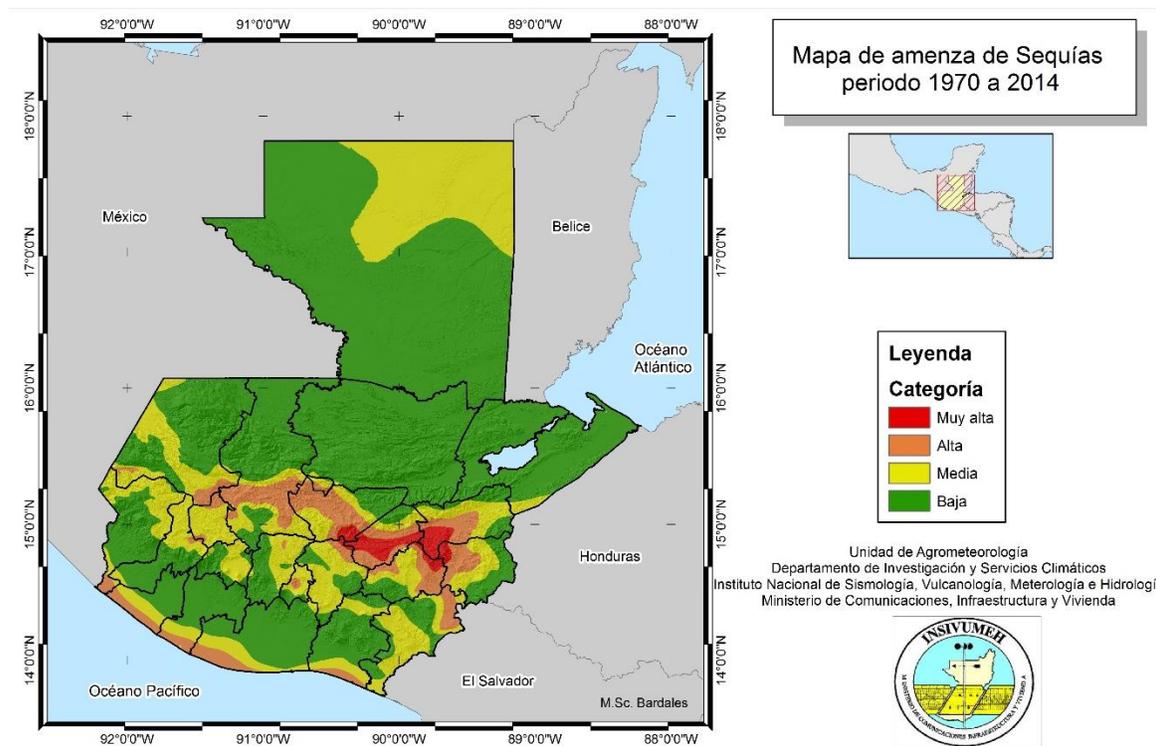


Figura 25. Mapa de amenaza de sequía para el periodo 1970 a 2014  
Fuente: INSIVUMEH, 2015.

En la Primera Comunicación en Cambio Climático de Guatemala (MARN, 2001) se señala que la ocurrencia de eventos de sequía pudiera incrementarse debido a los cambios climáticos producto del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero causado por las actividades humanas. Entre los efectos del cambio climático, están el incremento de la temperatura del aire, y cambios en los patrones de precipitación, que en el país ha sido la disminución de la misma.

Según los registros del INSIVUMEH (2015), durante los años 1982, 1986, 1997, 2001, 2002, 2006, 2009, 2012 y 2014 se presentaron eventos de sequía que afectaron fuertemente a la agricultura del país, estos años coinciden con la ocurrencia de eventos del fenómeno de El Niño.

<sup>15</sup> El índice de aridez climática, se obtuvo dividiendo la precipitación anual entre la evapotranspiración potencial anual.

### ***Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala***

Como parte de las actividades impulsadas por el Programa Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala, financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), e implementado por un consorcio de organizaciones nacionales e internacionales bajo el liderazgo de Rainforest Alliance, se desarrolló en 2014 el estudio “Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala” el cual establece la vulnerabilidad climática actual y futura de 114 municipios ubicados en los 5 departamentos que se localizan en el altiplano occidental de Guatemala (Biota, S.A. y The Nature Conservancy, 2014).

Como parte de este estudio, The Nature Conservancy (TNC), autor del mismo, desarrolló un índice de escasez hídrica actual, el cual relaciona la demanda de agua ejercida por la población y la oferta hídrica potencial superficial, utilizando una metodología propuesta en 2004 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

La demanda hídrica es el volumen potencial que se requiere para atender las actividades socioeconómicas, en un espacio y tiempo determinado. Incluye la cantidad de agua abastecida y contabilizada, el agua usada no contabilizada y el agua requerida para desarrollar actividades socioeconómicas deprimidas y/o no abastecidas de manera efectiva. Para determinar la demanda total se utilizó la demanda poblacional y la demanda agropecuaria.

La oferta hídrica potencial superficial es el volumen total de agua que fluye como fuente abastecedora después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal. Para determinar la oferta potencial del recurso se realizó el balance hídrico, en función de la precipitación, la evapotranspiración y la infiltración.

De acuerdo con la metodología empleada, los resultados de relacionar la demanda de agua con la oferta hídrica potencial fueron categorizados por municipio en valores alto, medio, moderado y bajo, según el porcentaje de oferta hídrica utilizada.

Posteriormente, se realizó una proyección al año 2050 del mismo índice, utilizando la misma metodología con base en datos de proyección poblacional para el mismo año y los datos de los escenarios de climáticos al 2050. El resultado de este proceso es el índice de escasez hídrica futura.

Como se muestra en la figura 26, la comparación del índice de escasez hídrica actual y futura, la escasez hídrica se concentra en el área central de la región, con un fuerte impacto en el departamento de Totonicapán, al sur del departamento de Quiché, al norte de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos y el sur del departamento de Huehuetenango, formando una especie de corredor de escasez hídrica, el que tiende a extenderse, según los datos de los escenarios climáticos al 2050. El aumento en las condiciones de escasez hídrica en esta región se interpreta como una condición de vulnerabilidad de la población que requiere abastecerse de agua y de las actividades económicas dependientes de la misma.

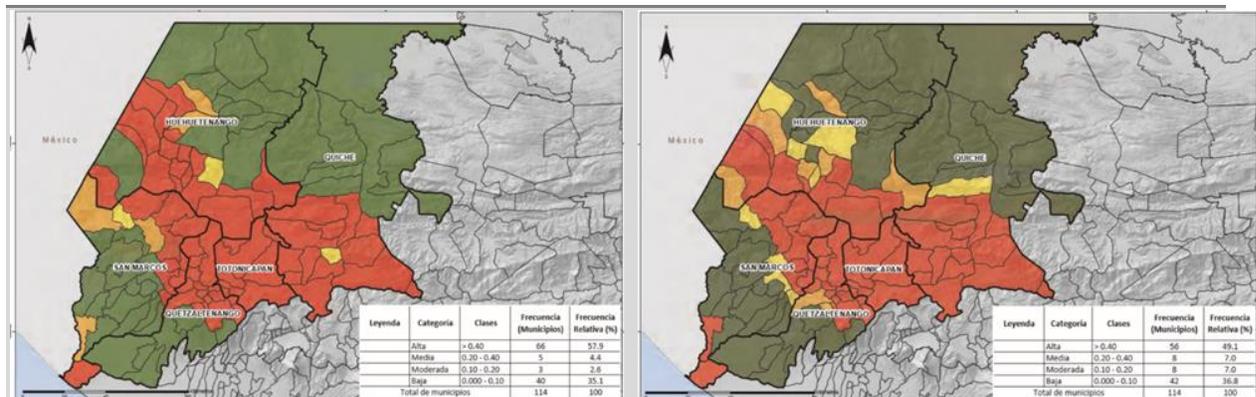


Figura 26. Comparación del índice de escasez hídrica 2011 - 2050

Fuente: (Biota, S.A. y The Nature Conservancy, 2014).

#### 4.3.3.2 Heladas

Meteorológicamente, las heladas se dan cuando la temperatura es menor o igual a 0 °C; sin embargo, la susceptibilidad o daños por heladas pueden presentarse en los seres vivos aun cuando la temperatura no haya llegado a los 0 °C. En Guatemala las heladas se observan en áreas con una elevación mínima a los 1700 msnm, lo que representa que un 20% del territorio es susceptible a este fenómeno. La época de mayor probabilidad de heladas es la comprendida entre noviembre hasta marzo, sin embargo, eso no quiere decir que no puedan darse eventos de heladas en otros meses. En promedio la temporada de heladas tiene una duración aproximada 120 días con desviación estándar de 20 días. Esto causa que sea una amenaza climatológica importante para la agricultura del Altiplano Central y Occidente del país.

Para caracterizar la probabilidad horaria de ocurrencia de heladas en el altiplano central y occidental de Guatemala, se utilizaron las bandas de los termógrafos de la red de estaciones del INSIVUMEH, obteniendo como resultado que la mayor probabilidad de ocurrencia de heladas está comprendida entre las 23:00 y 7:00 horas del día (ver Cuadro 16), aumentando la probabilidad de ocurrencia de la helada conforme se acerca el amanecer. Esto debido a que la Tierra irradia la energía capturada en el día, y conforme se acerca el amanecer la cantidad de energía atmosférica desciende, enfriando la misma.

Cuadro 16. Probabilidad de ocurrencia de heladas en Guatemala, según horario

Mes	Probabilidad de ocurrencia de heladas	Horario
Noviembre	Baja	8:30 hasta 1:30
	Moderada	1:30 a 2:30 y 7:30 a 8:00
	Alta	2:30 a 07:00
Diciembre	Baja	8:30 hasta 1:30
	Moderada	1:30 a 3:00 y 8:00 a 8:30
	Alta	3:00 a 4:30 y 7:00 a 8:00
	Muy Alta	04:30 a 07:00
Enero	Baja	8:30 hasta 1:30
	Moderada	1:30 a 3:30 y 8:00 a 8:30
	Alta	3:30 a 4:30 y 7:30 a 8:00

Fuente: INSIVUMEH, 1983.

De acuerdo a los registros históricos del INSIVUMEH, hasta la fecha la temperatura más baja registrada en el país ha sido de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el 2 de febrero de 1983 en Quetzaltenango; en San Marcos la temperatura mínima registrada ha sido de  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  el 26 de diciembre de 1974; en Huehuetenango ha sido de  $-5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el 20 de febrero de 1972; y en la ciudad de Guatemala ha sido de  $4.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en enero de 1956.

Basados en los registros históricos de la ocurrencia de heladas en el país, el INSIVUMEH generó un mapa de probabilidad de ocurrencia de heladas durante la época fría para Guatemala (ver Figura 27).

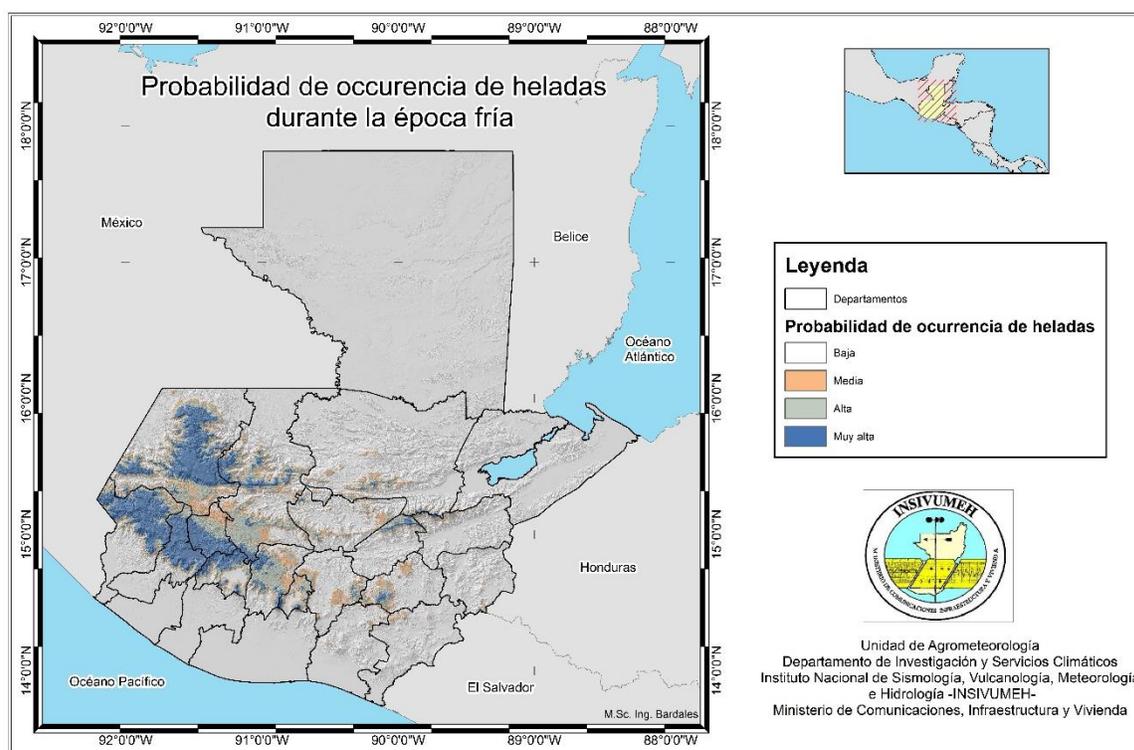


Figura 27. Mapa de probabilidad de ocurrencia de heladas en la época fría.

Fuente: INSIVUMEH, 2015

Con este estudio, se determinó que 22 municipios de cinco departamentos del occidente del país, tienen una categoría de amenaza de Alta y Muy Alta, y 70 municipios son clasificados dentro de las categorías correspondientes a Media, Baja, Muy Baja y Extremadamente Baja, donde la influencia de la amenaza tiene una tendencia decreciente. El resto de municipios del país no tienen amenazas por heladas.

Existe una tendencia a la disminución de la probabilidad de ocurrencia de heladas, debido al aumento de la temperatura general que se observa en el país, y principalmente en las regiones del Altiplano central y occidental (ver Figura 28). Esta tendencia a la reducción del número de eventos no significa que se van a dejar de presentar heladas o que las mismas sean menos intensas al momento de ocurrir.



Figura 28. Probabilidad de ocurrencia de heladas para los meses de diciembre, enero y febrero, en las regiones del altiplano de Guatemala

Fuente: elaboración propia, con información de INSIVUMEH, 2015.

#### 4.3.3.3 Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales que suelen afectar a Guatemala son sistemas atmosféricos de presión baja, caracterizados por vientos intensos y lluvias abundantes, que se originan sobre los océanos Pacífico y Atlántico. Las temporadas de formación de estos ciclones son de mayo a octubre en el océano Pacífico y de junio a noviembre en el océano Atlántico (ver Figura 29).

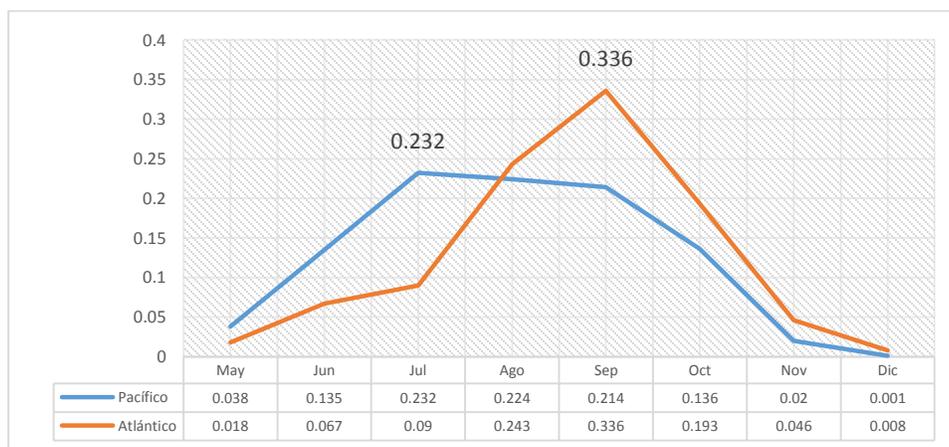


Figura 29. Frecuencia relativa mensual del comportamiento la actividad ciclónica de 1851 a 2014.

Fuente: INSIVUMEH con datos de National Hurricane Center, NOAA, 2015

Guatemala se encuentra en una posición geográfica que reduce la probabilidad de que los ciclones tropicales lo afecten directamente, debido principalmente al sistema montañoso y volcánico que cuenta, lo que hace que los ciclones se degraden rápidamente, sin embargo, el país es más afectado por la influencia indirecta de los mismo, esto debido a las cantidades de lluvia que pueden dejar a su paso (ver Figura 30).

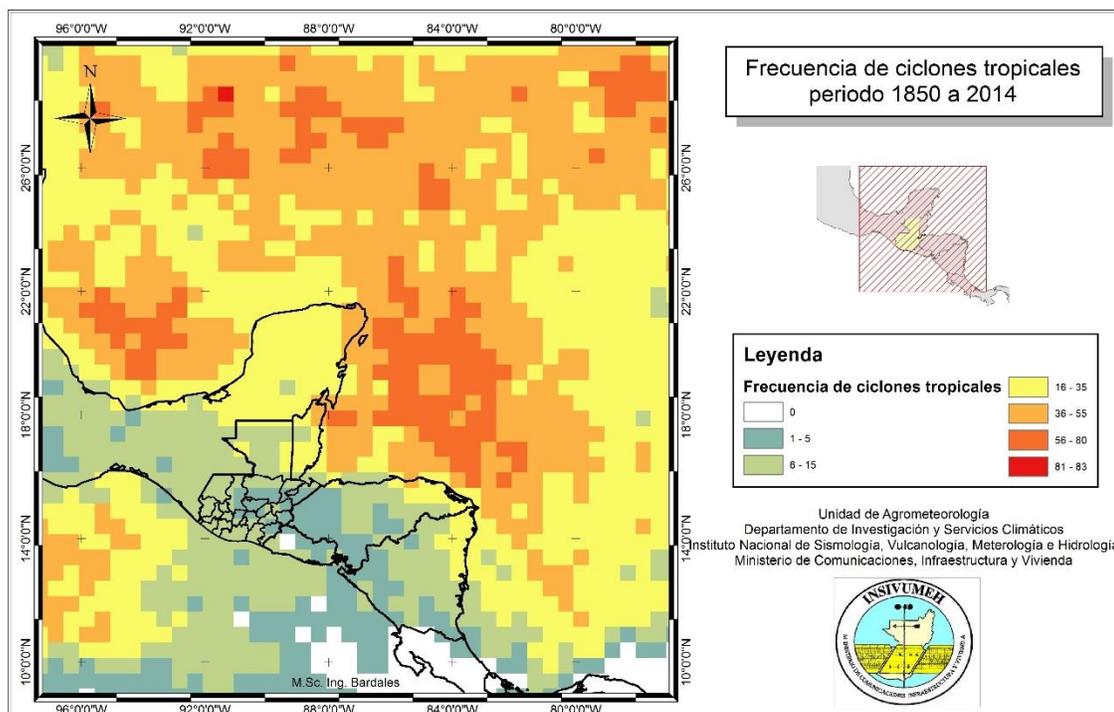


Figura 30. Mapa de frecuencia de ciclones tropicales de 1850 a 2014  
Fuente: INSIVUMEH, 2015.

Un factor importante que parece haber incidido en la dinámica anterior son los cambios en la génesis y las trayectorias de los ciclones tropicales. Por lo general, los del Océano Pacífico se formaban en una latitud cercana a la costa de México, con trayectoria hacia el norte, pero en los últimos años se desarrollaron mucho más cerca de la frontera de Guatemala y El Salvador, como fue el caso de Andrés (1997), Adrián (2005), Bárbara (2007), Agatha (2010) y 12-E (2011). Y el Atlántico también ha presentado modificación, ya que en los últimos años se ha visto más impactada la región Norte y la parte de Yucatán, como son: Katrina (1999), Iris (2001), Chantal (2001), Bill (2003), Larry (2003), Cindy (2005), Stan (2005), Dean (2007), Arthur (2008), Marco (2008), Alex (2010), Karl (2010), Matthew (2010), Richard (2010), Harvey (2011), Nate (2011), Ernesto (2012), Helene (2012), Marco (2012) y Barry (2013) (ver Figura 31).

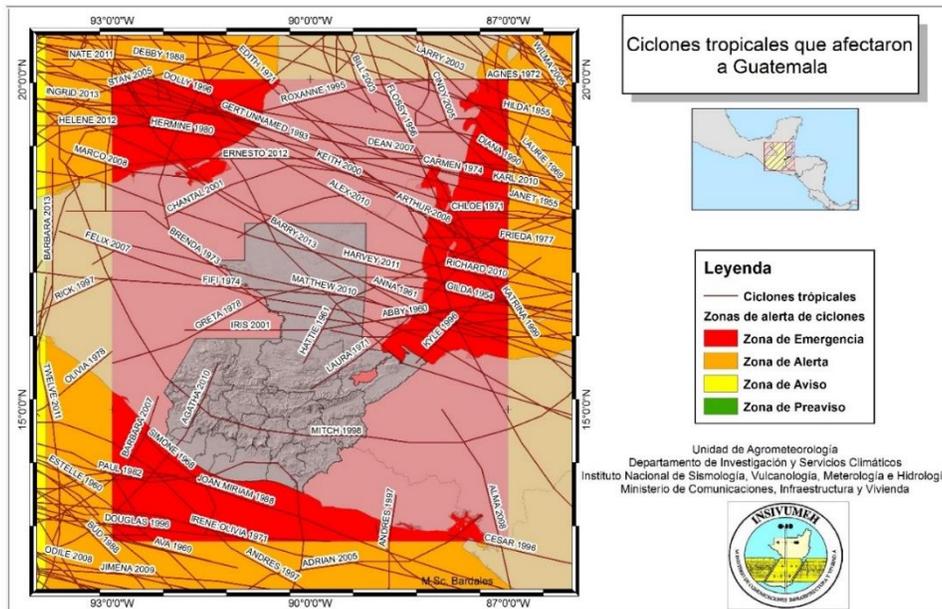


Figura 31. Mapa de ciclones tropicales que afectaron a Guatemala de forma directa e indirecta periodo 1950 a 2014.

Fuente: INSIVUMEH, 2015.

La modificación de la temperatura superficial del océano Pacífico y Atlántico tiene un impacto directo en el desarrollo de los ciclones tropicales. En los últimos 14 años el océano Pacífico ha mantenido sus aguas por debajo de lo normal por efectos del Fenómeno de La Niña (Fase fría del ENOS), debido a esto, el número de ciclones tropicales promedio ha descendido en 1.5 unidades aproximadamente. Sin embargo, cabe mencionar que también se redujo la desviación estándar a 3.5, por lo cual el rango de oscilación entre ciclones es menor. En el océano Atlántico ha ocurrido lo contrario, la temperatura de las aguas se han mantenido por encima de lo normal, esto tuvo influencia en el incremento del promedio de ciclones tropicales en esta región, siendo ahora de 15.4 y la desviación estándar aumento a 5.1, ampliando el rango del número de ciclones por año (ver Figura 32).

La tendencia de los ciclones tropicales va en aumento, y está muy relacionado a la temperatura superficial del mar, en los dos océanos. En el océano Atlántico se observa que el mayor número de ciclones tropicales se dio en el 2005 superando los 25 ciclones, en este mismo año se presentó Stan que afectó a Guatemala de forma indirecta, provocando grandes cantidades de lluvia. También se observa, que a partir del 1998 el número de ciclones se mantiene entre 14 a 18 por año, y es en ese mismo periodo cuando incrementan las precipitaciones en la región Norte. Mientras que en el océano Pacífico el número de ciclones tropicales aumenta en años con fenómeno de El Niño, y disminuye bajo efectos de La Niña.

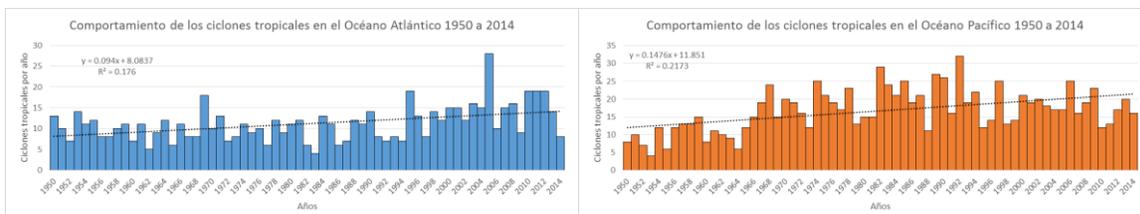


Figura 32. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Pacífico y Atlántico, periodo 1950 a 2014

Fuente: INSIVUMEH con datos de Hurricane NOAA, 2015

## 4.4 Eventos de variabilidad climáticas en Guatemala

### 4.4.1 El Niño Oscilación del Sur (ENOS)

"El Niño, Oscilación del Sur" (ENOS)<sup>16</sup> es la interacción de un fenómeno oceánico-atmosférico, que se manifiesta como dos fases: una oscilación de la temperatura superficial del mar entre una fase cálida ("El Niño") y una fase fría ("La Niña") a lo largo del Pacífico tropical, y en la atmósfera como una oscilación entre una fase negativa ("El Niño") y una fase positiva ("La Niña") de la Oscilación del Sur (OS). La declaración del fenómeno de El Niño se da cuando el océano Pacífico Ecuatorial muestra un calentamiento por arriba de +0.5 °C, y el de la Niña cuando se da un enfriamiento por debajo de -0.5°C con respecto al promedio, durante al menos cinco meses consecutivos. Cuando la temperatura superficial del mar se encuentra entre 0.5 y -0.5 se dice que son condiciones neutras.

Entre el período de 1950 a 2014 se han registrado 24 años con fenómenos de El Niño, 25 años con fenómenos de La Niña y 16 años considerados como neutros (ver Cuadro 17). Todos los fenómenos de El Niño y La Niña son diferentes tanto en tiempo como en magnitud de la anomalía de temperatura y duración. En Guatemala este fenómeno impacta principalmente en la variación de la precipitación, canícula y temperatura.

Cuadro 17. Clasificación del ENOS por años

El Niño	Neutro	La Niña
1997 (+2.4), 1982 (+2.2), 1983 (+2.2), 1972 (+2.1) 1965 (+1.9), 1957 (+1.8) 1958 (+1.8), 1987 (+1.6) 1992 (+1.6), 2009 (+1.6) 1963 (+1.4), 1966 (+1.4) 1991 (+1.4), 2002 (+1.3) 1951 (+1.2), 1986 (+1.2) 1994 (+1.2), 1969 (+1.1) 2003 (+1.1), 1953 (+0.8) 1977 (+0.8), 2004 (+0.8) 1993 (+0.6)	1970 (-0.2), 1976 (-0.1) 1978 (-0.1), 1995 (-0.1) 2012 (-0.1), 1960 (0.0) 1961 (0.0), 1998 (0.0) 2014 (0.0), 1959 (+0.1) 1968 (+0.1), 2005 (+0.1) 2006 (+0.1), 1952 (+0.2) 1979 (+0.2), 1980 (+0.2) 1990 (+0.4)	1973 (-2.0), 1974 (-1.9) 1988 (-1.9), 1955 (-1.7) 1975 (-1.7), 1989 (-1.7) 1999 (-1.7), 2000 (-1.7) 2008 (-1.5), 2010 (-1.5) 1950 (-1.4), 2007 (-1.4) 2011 (-1.4), 1971 (-1.3) 1956 (-1.1), 1984 (-1.1) 1985 (-1.0), 1996 (-0.9) 1954 (-0.8), 1964 (-0.8) 2001 (-0.7), 1981 (-0.6) 2013 (-0.6), 1962 (-0.5) 1967 (-0.5)

Fuente: Elaboración propia utilizando datos NOAA, 2015)

Se han registrado eventos de El Niño de gran duración, como el registrado entre Abril 1991 a Julio 1992, con un calentamiento anómalo promedio hasta de 1.8°C, y de corta duración como el registrado entre febrero a agosto 1993 con un calentamiento anómalo promedio hasta de 0.8°C. Los eventos del niño más intensos se han registrado en los periodos de 1997-1998, 1982-1983 y 1972, estos se han caracterizado por ser de corta duración pero su efecto ha causado un gran impacto en el clima, ya que la precipitación disminuye considerablemente y aumenta la temperatura (ver Figura 33).

<sup>16</sup> También conocido en inglés como El Niño- Southern Oscillation (ENSO)

En el caso de los eventos de La Niña, se han registrado eventos de gran duración, como el registrado entre marzo 1954 a febrero 1957, con un enfriamiento anómalo hasta de  $-2.1^{\circ}\text{C}$ , y de corta duración como el registrado entre octubre 1995 a marzo 1996 con un enfriamiento anómalo hasta de  $-0.9^{\circ}\text{C}$ . Las Niñas más intensas se registraron en 1974-1975, 1988 y 1955 (ver Figura 33).

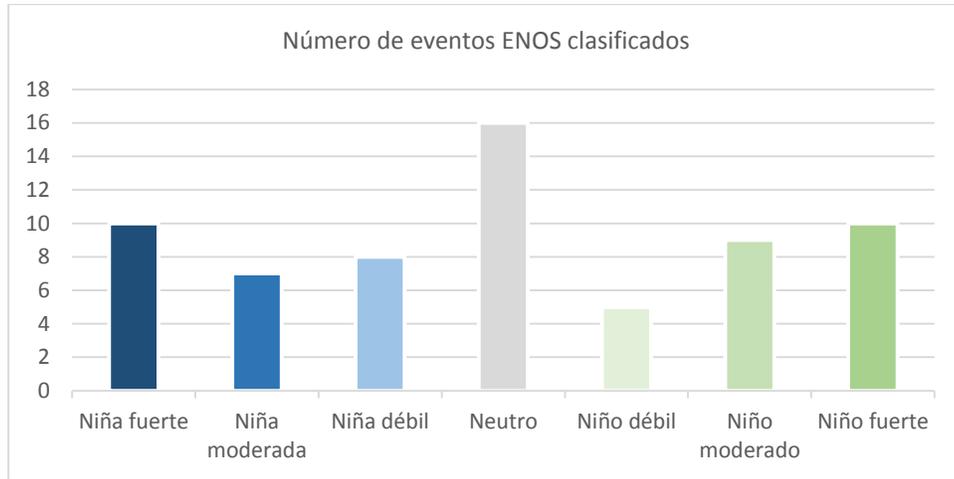
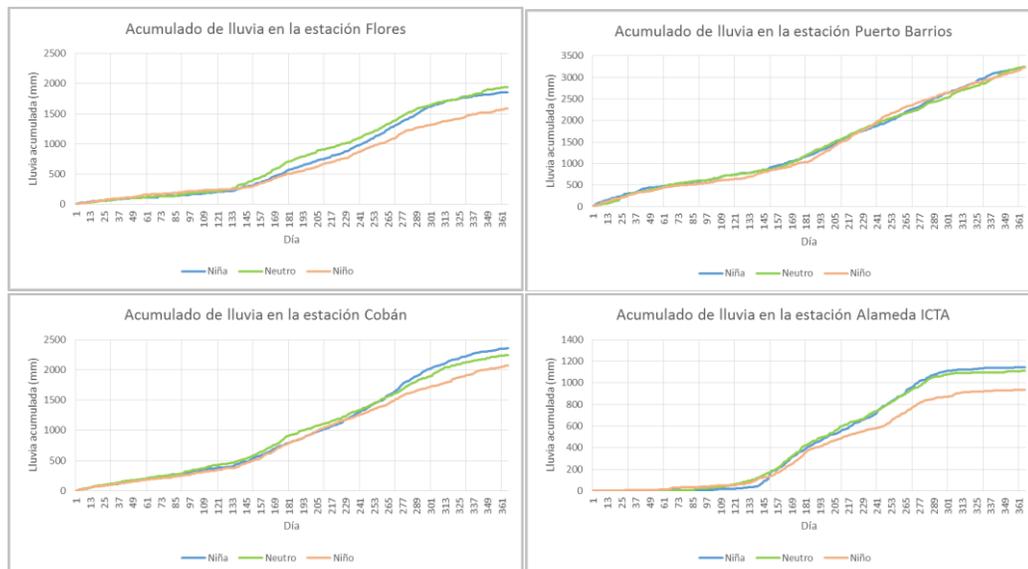


Figura 33. Frecuencia del Fenómeno ENOS  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos NCEP, 2015

Para Guatemala, el fenómeno de El Niño afecta los acumulados de precipitación disminuyéndolos por debajo de lo normal, lo cual es más notorio en las regiones climáticas del Occidente, Altiplano Central, Oriente, Boca Costa, Costa Sur y Norte; en cambio, las regiones de la Franja Transversal y el Caribe, no se ven afectadas por este fenómeno. Durante la ocurrencia de fenómenos de La Niña, el país se afecta con el aumento de los acumulados de precipitación por arriba de lo normal, principalmente en las regiones climáticas de la Costa Sur, Boca Costa, Altiplano Central y Oriente; las regiones del Occidente, Franja Transversal, Caribe y Norte no se ven afectadas por este fenómeno (ver Figura 34).



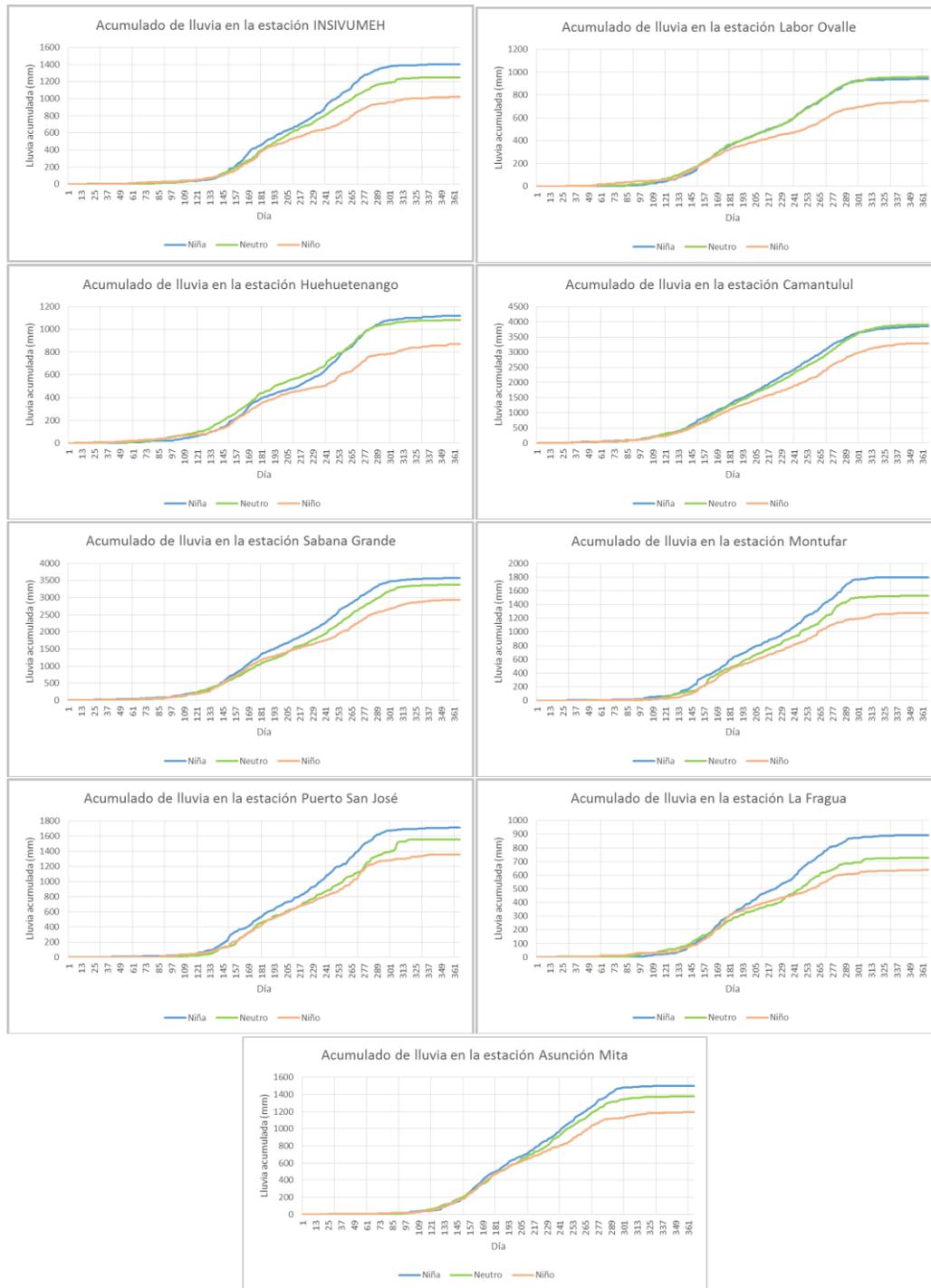


Figura 34. Comportamiento de la precipitación bajo efecto del ENSO en las regiones climáticas de Guatemala, período de 2001-2014  
 (de izquierda a derecha y de arriba abajo: Región norte (Estación Flores); Región Caribe (Estación Puerto Barrios); Región Transversal del Norte (Estación Cobán); Región meseta central (Estaciones Alameda ICTA e INSIVUMEH); Región occidente (Estaciones Labor Ovalle y Huehuetenango); Región boca costa (Estaciones Camantulul y Sabana Grande); Región costa sur (Estaciones Montufar y Puerto San José); y Región oriente (Estaciones La Fragua y Asunción Mita))

Fuente: elaboración propia, con información de INSIVUMEH (2015)

#### 4.4.2 Frentes fríos

La época fría en Guatemala suele iniciar durante la segunda quincena de octubre para finalizar en la primera quincena de marzo. Durante este periodo, Guatemala es influenciada indirectamente por masas de aire frío que provienen de las zonas de latitudes altas y medias. La influencia indirecta de los frentes fríos en Guatemala se marca en cinco regiones climáticas, siendo estas: Norte, Caribe, Franja Transversal del Norte, Occidente y Altiplano Central (ver Figura 35).

Los efectos de este fenómeno meteorológico están asociados a la presencia de precipitación por el choque de masas de aire frío y cálido en la parte frontal del frente, y al paso del mismo se esperan cielos despejados, baja humedad atmosférica y el descenso de la temperatura ambiente, favoreciendo el desarrollo de heladas.

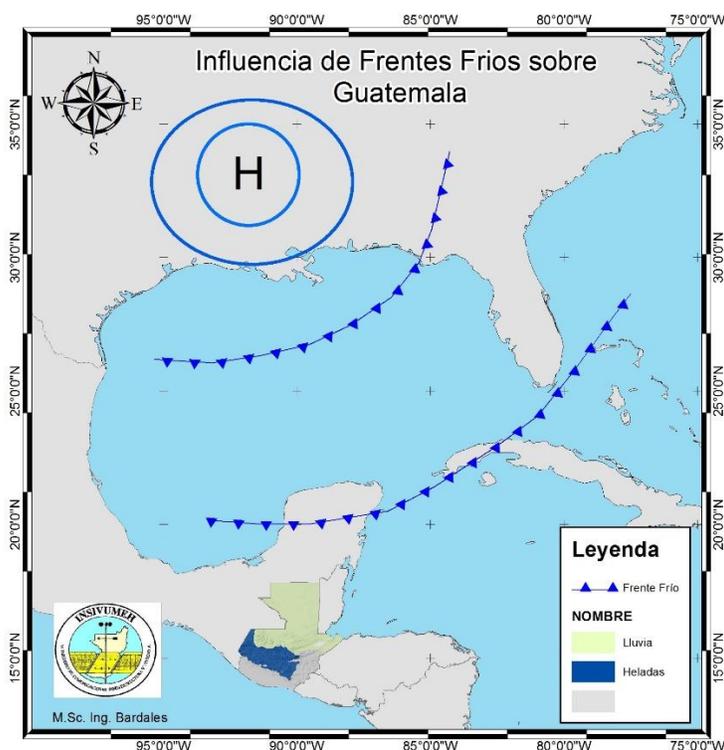


Figura 35. Influencia de los Frentes fríos en el clima de Guatemala  
Fuente: INSIVUMEH, 2015

En Guatemala, el INSIVUMEH utiliza la metodología desarrollada por Herrera (2007) para identificar las incursiones de masas de aire polar, por medio de la evaluación de un Índice de Anomalía de Presión Atmosférica (IAPA). Este índice utiliza los datos de presión atmosférica de la estación sinóptica de Puerto Barrios, localizada en la costa caribeña de Guatemala, detectando las anomalías de presión y las subdivide en categorías que van desde una anomalía normal hasta una extrema.

El mes de octubre es considerado un mes de transición, debido a que finaliza la época lluviosa e inicia la época fría. Históricamente se suele tener la influencia de 1 a 2 frentes de categoría de normal a ligero; en el mes de noviembre, ya se considera establecida la época fría, en este se suelen presentar de 2 a 4 frentes, los cuales pueden ir de normal a moderado. Durante el mes de diciembre se presentan de 3 a 6

frentes, de los cuales al menos uno pueden alcanzar la categoría de muy fuerte o extremo. El mes de enero pueden presentarse de 3 a 5 frentes, de los cuales al menos uno alcanza la categoría de muy fuerte o extremo. En febrero, se presentan de 2 a 4 frentes, pudiendo alcanzar la categoría de extremo, y el mes de marzo, es considerado un mes de transición en el cual finaliza la época fría e inicia la época cálida; pero en este mes, se pueden presentar de 1 a 4 frentes, de categoría normal a fuerte.

En el Cuadro 18 se muestran los valores del comportamiento del patrón promedio de ocurrencia de frentes fríos en Guatemala, tanto para el período 1971-2000 como en el 2001-2014, en el cual, se observa un aumento de la ocurrencia en los últimos 14 años, principalmente en el mes de diciembre, mes en que actualmente ocurre el mayor número de frentes fríos (ver Figura 36). Sin embargo, esta tendencia está ligada a la Oscilación del Atlántico Norte (NAO sus siglas en Ingles), debido a que cuando está se encuentra en su fase positiva, suelen presentarse menos frentes fríos en Centro América, que cuando está en su Fase Negativa.

Cuadro 18. Comportamientos de frentes en la época fría de Guatemala.

Periodo	Estadística	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
1971-2000	Máximo	3	5	7	6	4	5
	Promedio	1.2	2.4	3.3	4.0	2.8	2.4
	Mínimo	1	1	1	1	1	1
	Rango	1-2	1-4	2-5	3-5	2-4	1-4
2001-2014	Máximo	3	6	6	7	6	5
	Promedio	1.4	3.0	4.8	4.2	3.5	3.2
	Mínimo	1	1	2	3	2	1
	Rango normal	1-2	2-4	3-6	3-5	2-5	2-4

Fuente: INISIVUMEH, 2015

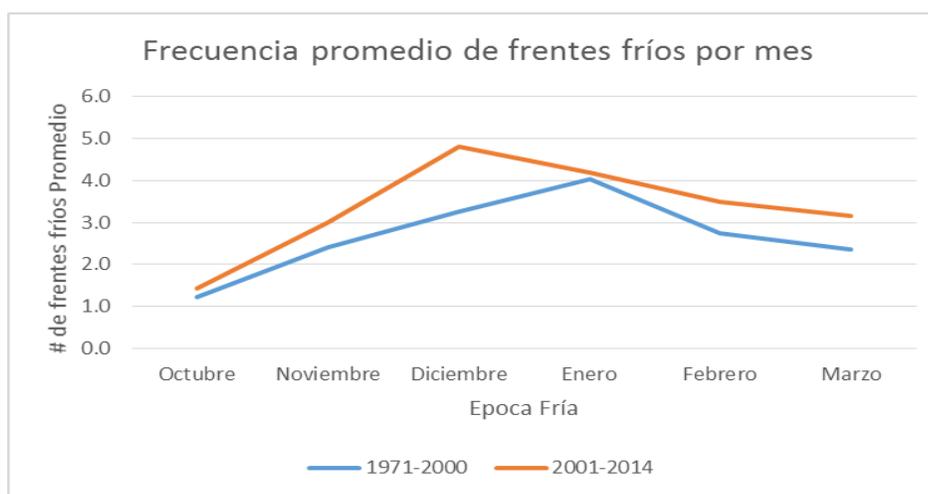


Figura 36. Frecuencia promedio de frentes fríos por mes  
Fuente: INISIVUMEH, 2015

### 4.4.3 Canícula

La canícula es el período de varios días sin precipitación o con precipitación inefectiva, este período puede ir desde los 5 hasta los 15 días consecutivos sin precipitación. Recibe este nombre, porque un periodo de varios días de la época lluviosa, presenta las condiciones características de la época seca (Aguilar et. al., 1994). Para el caso de Guatemala, este fenómeno meteorológico suele presentarse entre los meses de Julio y Agosto, en el cual el régimen de precipitación disminuye por un periodo relativamente corto (ver Figura 37).

Se calcularon los acumulados de precipitación de 5 días consecutivos (péntadas) a partir del 1 de enero<sup>17</sup> periodos en los cuales se consideraron los siguientes criterios:

- Ausencia de precipitación por un periodo no menor de 6 días
- Días de precipitación con valores menores o iguales a 5 mm por día
- Duración del período de canícula

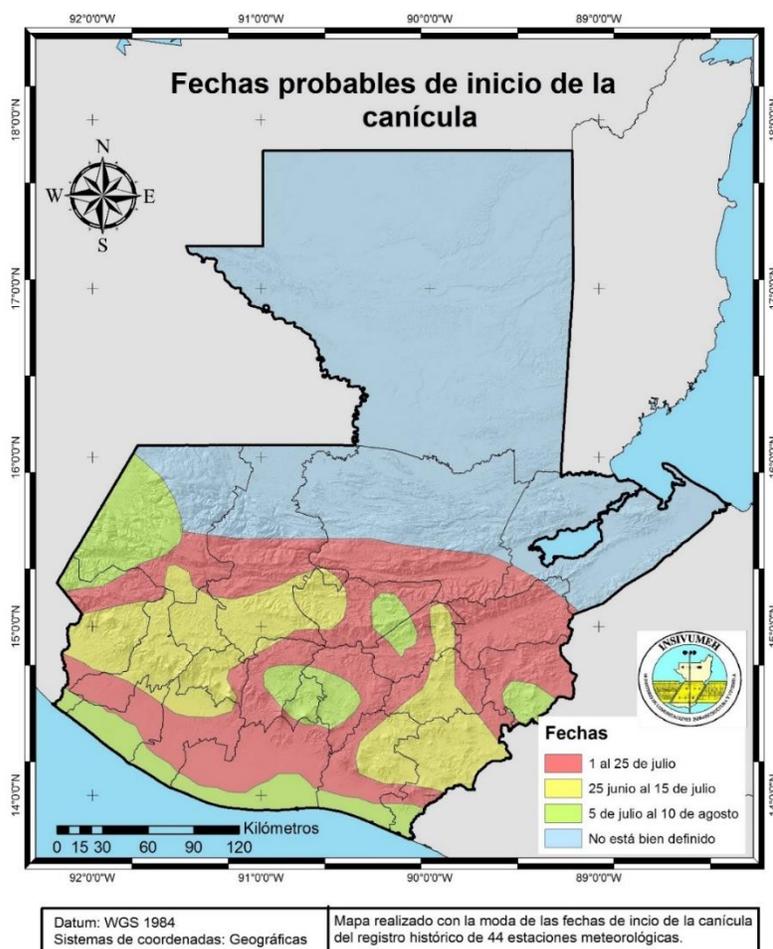


Figura 37. Fechas probables de inicio de la canícula en Guatemala

Fuente: INSIVUMEH, 2015.

<sup>17</sup> En los meses de 31 días, la última péntada tiene una duración de 6 días, y el mes de febrero de 4 días.

---

## 4.5 Proyecciones climáticas en Guatemala

La conciencia de la medida en que el cambio de clima puede afectar el medio ambiente, la sociedad y la economía es cada vez mayor. El cambio climático a largo plazo se ha observado en las escalas de las cuencas continentales, regionales y del océano, debido al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, sobre todo de dióxido de carbono. Esto incluye cambios en la cantidad de precipitación, su frecuencia e intensidad; en las temperaturas, los patrones de viento, y las manifestaciones de las condiciones meteorológicas extremas, como fuertes precipitaciones, sequías y olas de calor (IPCC, 2007).

El patrón de la precipitación no se distribuye de manera uniforme y se rige por los patrones de circulación atmosférica y la humedad disponible. Estos dos factores se ven afectados por la temperatura por lo que se espera que el patrón de la precipitación cambie debido a los cambios de temperatura (Trenberth, et al., 2007).

En esta sección se proporcionan escenarios de cambio climático para 238 estaciones pluviométricas y 149 estaciones tienen registros de temperatura, agrupadas en ocho regiones climáticas, con proyecciones generadas para los años 2030, 2050, 2070 y 2090 a partir de las salidas del modelo de circulación general HadAM3P bajo los SRES A2 y B1.

Como se explica en el análisis, los cambios esperados se manifestarán en el tipo, la cantidad, la intensidad y la frecuencia de la precipitación. Las precipitaciones aumentarán en el Norte, Franja Transversal y Boca Costa, mientras que la disminución de lluvias se marcará en la Meseta Central, Oriente y Sur Oriente del país.

### 4.5.1 Escenarios de climáticos a futuro

El clima de mesoescala fue obtenido con el modelo PRECIS, para dos períodos distintos:

- a) 1961-1990 que representa el clima actual modelado y que es utilizado como referencia (línea base);
- b) 2071-2100 que representa el clima del futuro con base en los escenarios de emisiones A2 y B1.
- c) Los datos para los períodos (2011-2040 y 2041-2070) fueron extrapolados mediante la técnica del patrón de escalamiento (Mitchell, 2003; Jones et. al., 2004) a partir de la salida directa del MCG (HadAM3P) del período 2071-2100.

Las proyecciones futuras para las décadas 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080 y 2090, bajo los parámetros del Special Report on Emissions Scenarios (SRES) A2 y B1, se construyeron a partir de las salidas de los modelos de circulación general Hadley.

Las salidas del modelo fueron georreferenciadas y manipuladas con un sistema de información geográfica, con la finalidad de sobreponerles la ubicación de las estaciones climatológicas. Se creó la base de datos correspondiente a los incrementos de temperatura (°C) y a las variaciones en la precipitación (mm/día), para generar los escenarios de clima futuro correspondientes a cada una de estas variables.

#### 4.5.1.1 Escenarios climáticos de precipitación

En las últimas décadas, la precipitación anual ha aumentado a nivel nacional. Los cambios más fuertes se han registrado en las regiones de Boca Costa, Costa Sur y Norte con acumulados mayores a 230 mm; mientras las regiones de Meseta Central, Oriente y Caribe han registrado cambios entre 120 a 230 mm, mientras que para el Occidente y Franja Transversal del Norte los cambios han sido entre 75 a 120 mm (ver Figura 38).

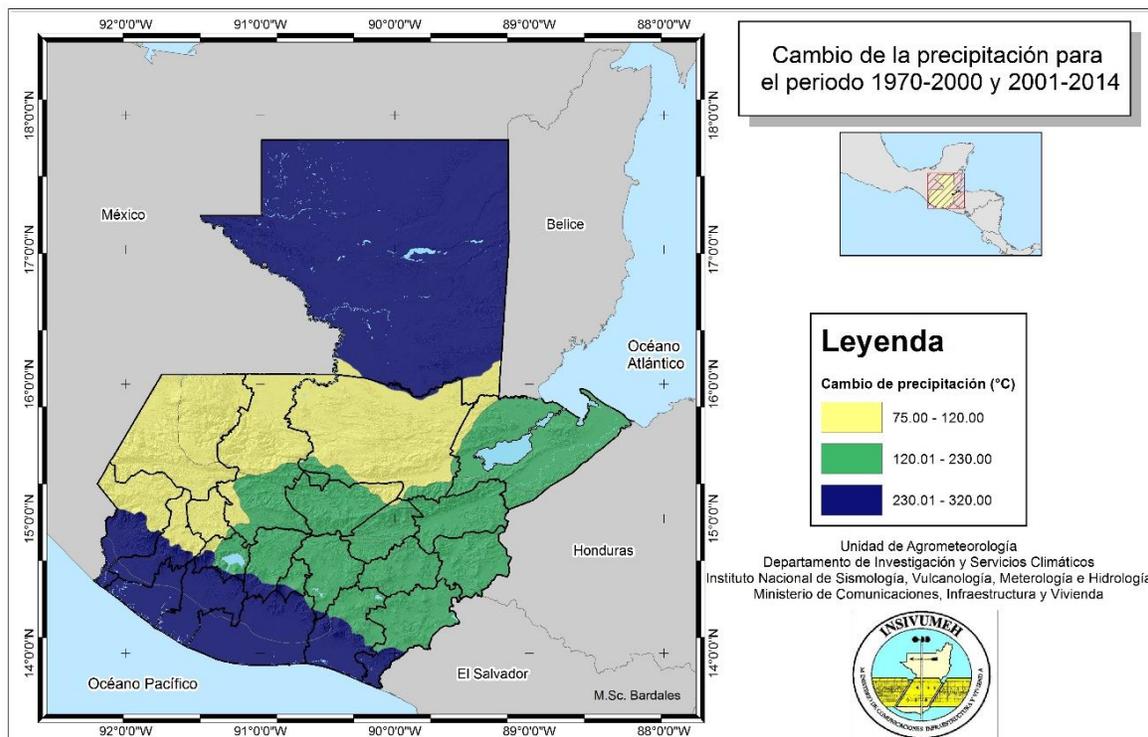


Figura 38. Cambio observado en la precipitación promedio para los periodos 1970-2000 y 2001-2014.

Las salidas del MCG fueron agrupadas por escenarios acuerdo al SRES (A2 y B1). En las figuras 40 y 41 se proporcionan los gráficos de la climatología futura de lluvia y temperatura para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090. En los cuadros 19 y 20 se muestran las variaciones promedio por región de lluvia y temperatura.

En estas proyecciones se observa una tendencia al incremento de la precipitación anual entre la década de 2010 a 2020. Sin embargo, de la década de 2030 a 2040 se observa una variabilidad bien marcada, ya que entre la década 2030 a 2040 se observa un decremento de la lluvia anual nacional, y entre la década de 2040 a 2050 se observa un incremento en la misma, y entre las décadas de 2050 a 2070 se observa un decremento de lluvia y posteriormente entre las décadas de 2070 a 2080 la lluvia vuelve a aumentar. El mismo comportamiento se observa en ambas proyecciones; pero en el escenario A2 los cambios son más bruscos comparados con el escenario B1.

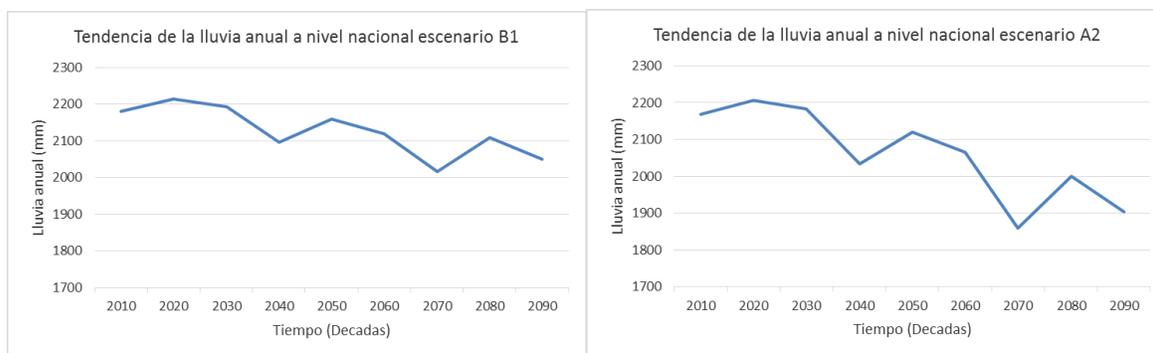


Figura 39. Promedio nacional de la precipitación anual bajo os escenarios B1 y A2.

En el cuadro 19, se observa el cambio de la precipitación por región y escenario. Se observa que en las regiones de Altiplano Central, Occidente y Oriente del país presentarán los mayores impactos en reducción de los acumulados de lluvia, con reducciones de entre un 15 a 20%. Esto repercutiría en el ambiente debido a que estas regiones son las que registran los menores acumulados de lluvia, lo cual impactaría en la agricultura de subsistencia.

Cuadro 19. Porcentaje de anomalía de lluvia anual por década para el escenario B1.

Región	Lluvia anual (mm)	Anomalía de lluvia (%)							
		Escenario B1				Escenario A2			
		D30	D50	D70	D90	D30	D50	D70	D90
Caribe	3267.9	-6.2	-10.2	-14.1	-15.8	-6.9	-13.5	-23.2	-25.9
Oriente	758.3	-13.2	-15.7	-27.4	-32.4	-14.7	-20.7	-44.5	-52.7
	1378.1	-7.7	-9.1	-14.9	-19.2	-8.5	-11.9	-24.5	-31
Occidente	884.5	-6.6	-7.9	-24.1	-16.8	-7.4	-10.3	-38	-27.1
	1046.3	-3.7	-3.7	-12.6	-9.1	-4	-4.8	-20.7	-14.4
Altiplano Central	1204.5	-14.4	-16.6	-31.6	-34.8	-18.3	-25.4	-51.6	-63.5
	1067.6	-16.5	-19.6	-36.8	-40.4	-16	-21.5	-44.9	-56.3
Boca Costa	3271.8	-4.7	-5.5	-11.1	-11.9	-5.3	-7.1	-18.2	-19.4
	3725.5	-2.8	-3.8	-7.9	-7.1	-3.1	-4.8	-13.1	-11.7
Costa Sur	1579.6	-5.6	-6.2	-14.3	-14.2	-6.3	-8.1	-23.5	-23.4
	1519.6	-6.3	-7.4	-13.8	-15.7	-7.1	-9.7	-22.8	-25.5
Franja Transversal	2203.2	-7	-9.4	-17.6	-17.8	-7.8	-12.5	-29	-29.3
Norte	1739.3	-5	-8	-12.8	-12.7	-5.6	-10.6	-21.1	-20.9

Fuente: Elaboración propia

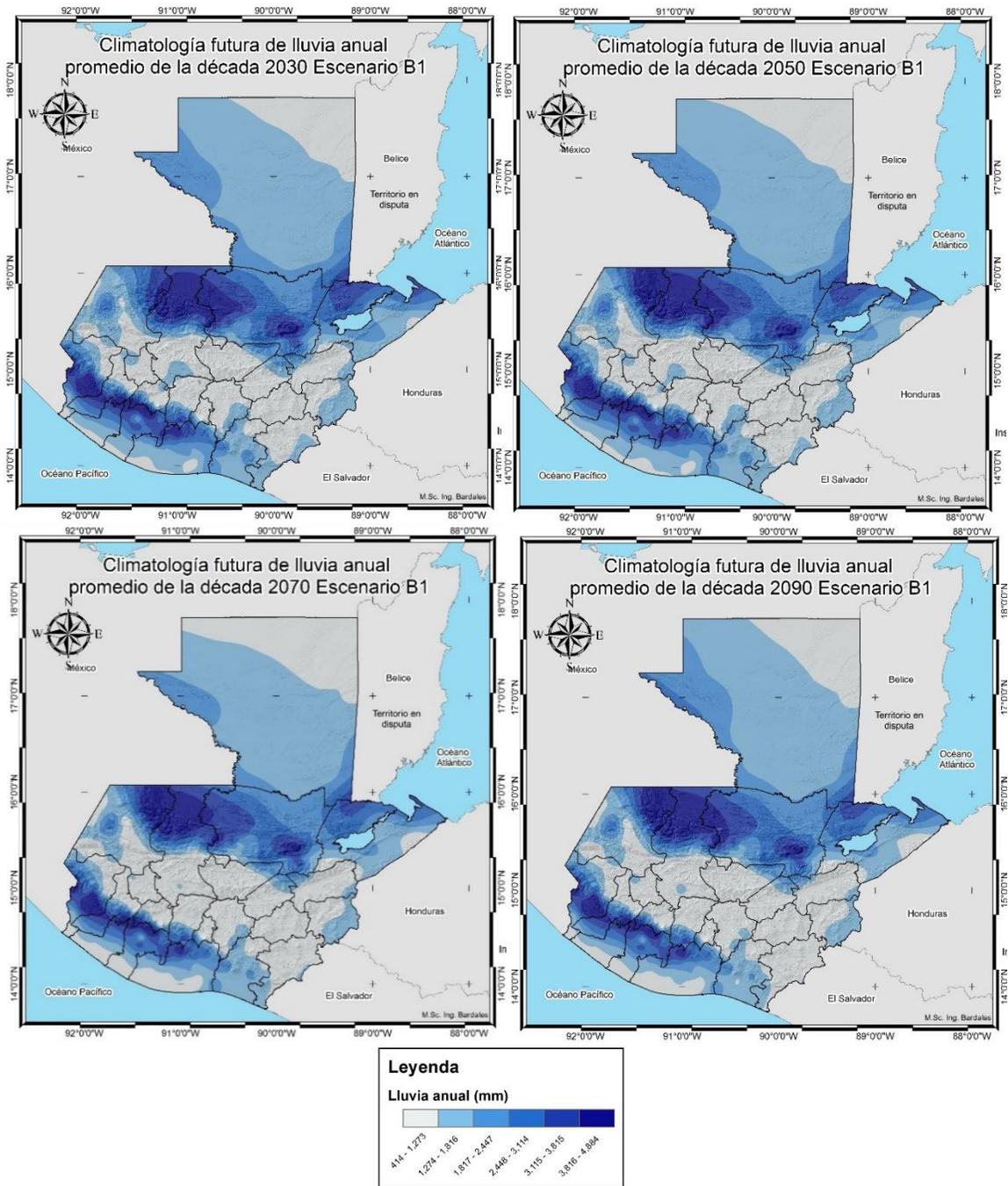


Figura 40. Proyecciones de lluvia anual para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090, bajo el escenario B1

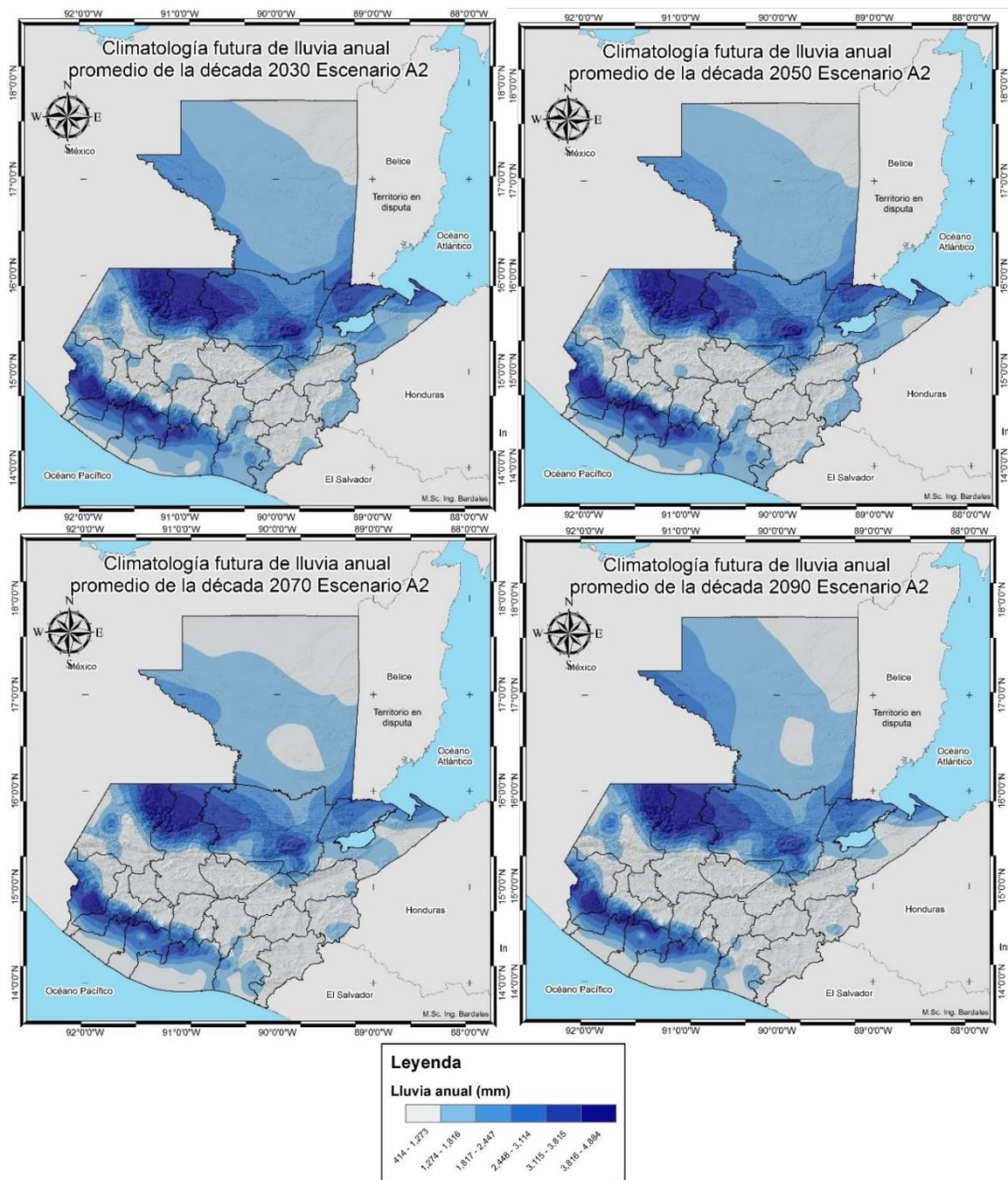


Figura 41. Proyecciones de lluvia anual para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090 bajo el escenario A2

#### 4.5.1.2 Escenarios climáticos de temperatura promedio

En los últimos 14 años, la temperatura media anual ha aumentado a nivel nacional; los cambios más fuertes se han registrado en las regiones de Occidente y Franja Transversal con un incremento de 0.96 a 1.4 °C; mientras las regiones de Meseta Central, Oriente, Costa Sur y Boca Costa ha registrado cambios entre 0.71 a 0.96 °C, y para el Norte y Caribe los cambios han sido entre 0.5 a 0.70 °C.

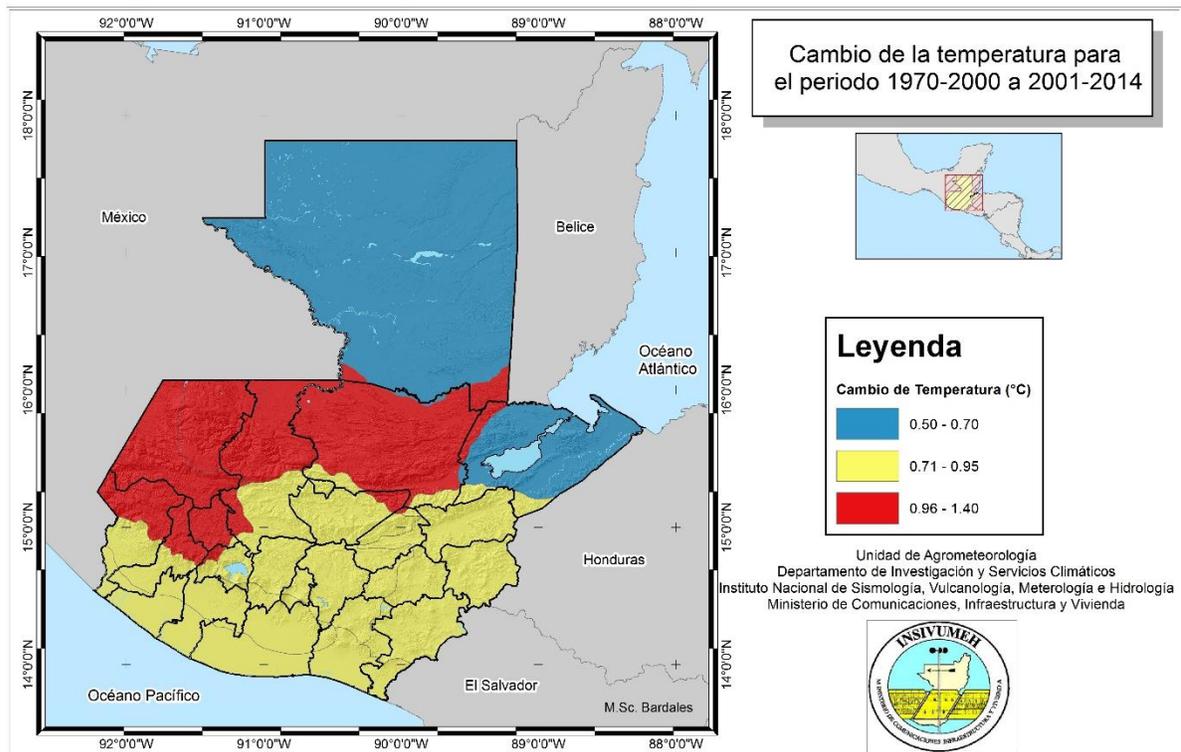


Figura 42. Cambio de la temperatura anual para el periodo 1970-200 y 2001-2014.  
Fuente: INSIVUMEH, 2015.

Las proyecciones de temperatura presentan una tendencia creciente en ambos escenarios. El escenario A2 presenta un cambio mayor comparado con el escenario B1. En los últimos 14 años el incremento de temperatura a nivel nacional ha sido de 0.94 °C, comparado con el periodo base (1971-2000). Las tendencias muestran cambios de temperatura 1.1 y 1.2 °C para la década del 2020, 1.3 y 1.5°C para la década de 2030, entre 2 y 2.7 °C para la década de 2050, entre 2.5 y 4.1 °C para la década de 2070, y entre 3.3 y 5.4 °C. (Ver Figuras 7, 8 y 9).

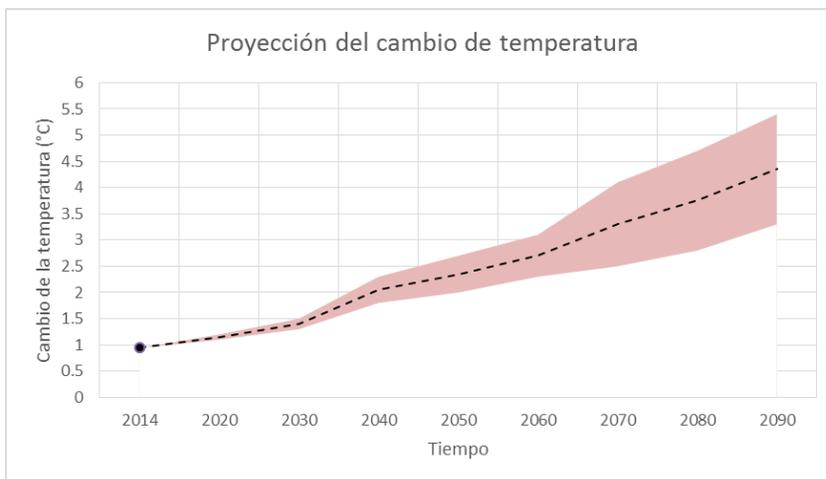


Figura 43. Proyección del cambio de temperatura bajo los escenarios B1 y A2.

En el cuadro 20, se muestran los incrementos de temperatura por región climática. Bajo ambos escenarios los mayores incrementos se observan en las Regiones del Norte, Caribe, Oriente y Costa Sur.

Cuadro 20. Anomalía de temperatura media por década para el escenario B1.

Región	Temperatura anual (°C)	Anomalía de temperatura media (°C)							
		Escenario B1				Escenario A2			
		2030	2050	2070	2090	2030	2050	2070	2090
Caribe	25.8	1.3	2.0	2.3	3.3	1.5	2.6	3.7	5.5
Oriente	27.5	1.4	2.1	2.7	3.6	1.5	2.8	4.5	5.9
	26.8	1.4	2.2	2.8	3.6	1.6	2.9	4.6	5.9
Occidente	14.0	1.2	2.0	2.4	3.0	1.4	2.6	4	5
	17.8	1.2	1.9	2.4	3.0	1.3	2.6	4	5
Altiplano Central	20.0	1.2	1.8	2.1	3.0	1.3	2.3	3.5	4.9
	16.4	1.2	1.8	2.2	3.0	1.4	2.4	3.6	5
Boca Costa	24.1	1.3	2.0	2.5	3.4	1.5	2.7	4.1	5.6
	26.0	1.3	2.0	2.4	3.3	1.4	2.7	4.1	5.5
Costa Sur	26.8	1.4	2.1	2.8	3.5	1.5	2.8	4.6	5.8
	27.4	1.4	2.2	2.8	3.6	1.6	2.9	4.6	5.9
Franja Transversal	18.8	1.2	1.8	2.2	2.9	1.3	2.3	3.6	4.8
Norte	25.9	1.4	2.3	2.8	3.6	1.6	3.1	4.6	5.9

Fuente: Elaboración propia

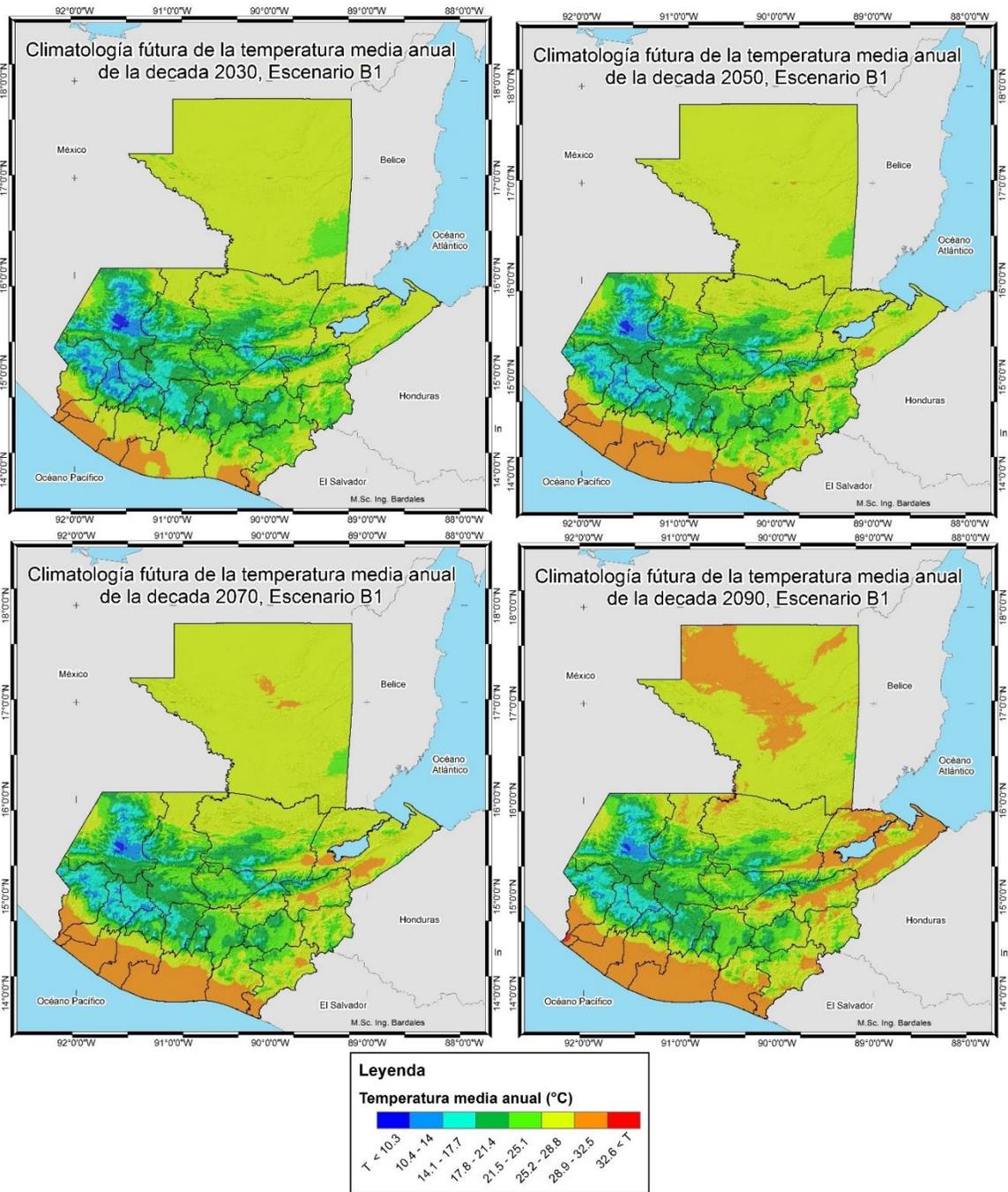


Figura 44. Proyecciones de temperatura media anual para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090 bajo el escenario B1

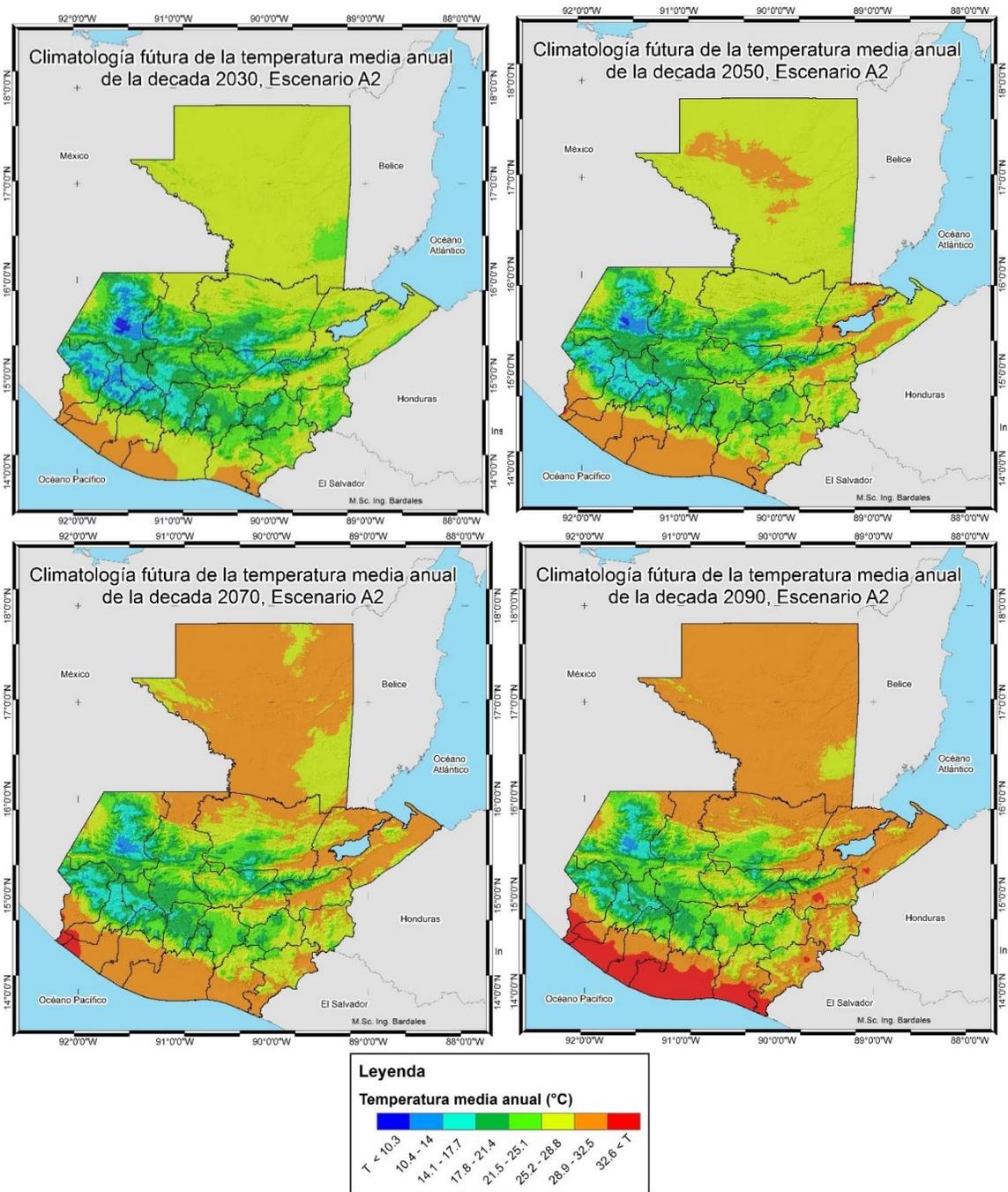


Figura 45. Proyecciones de temperatura media anual para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090 bajo el escenario A2.

#### 4.5.1.3 Escenarios de disponibilidad hídrica

Como es bien sabido, la disponibilidad hídrica se ve fuertemente afectada por la actividad humana, desde la escala local hasta la global. La creciente presión ejercida sobre los recursos hídricos por una población

---

en constante aumento, en combinación con la amenaza que el cambio climático representa para estos recursos, resalta la importancia de evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la disponibilidad hídrica en el futuro.

Para estimar los cambios potenciales en la disponibilidad hídrica a futuro como consecuencia del cambio climático, en esta sección se presenta un análisis basada en el cálculo el balance hídrico, en función de las proyecciones de precipitación y de la evaporación potencial. Se determinó a escala anual la lámina de cada uno de los elementos que conforman el balance (ecuación 1)

$$\text{Balance hídrico} = \text{Precipitación} - \text{Evapotranspiración potencial} \quad \text{Ec. 1}$$

Las proyecciones de precipitación corresponden a los escenarios A2 y B1 para las décadas de 2030, 2050, 2070 y 2090. La evapotranspiración potencial (ETP) mensual, fue calculada utilizando la metodología de Hargreaves.

Los resultados obtenidos mediante el referido análisis muestran que el mayor impacto sobre la disponibilidad hídrica se esperaría en los departamentos de Baja Verapaz, Sacatepéquez, Totonicapán, Chimaltenango, Guatemala, El Progreso, Zacapa, Jutiapa, Chiquimula, sur de Quiché, y sur de Huehuetenango. Se espera una disminución de los acumulados de lluvia hasta de un 50% en la zona semiárida del país (Corredor seco). Además se observa que la zona semiárida del país se extiende en superficie, presentando una mayor área afectada en el escenario A2 (Ver figuras 46 y 47).

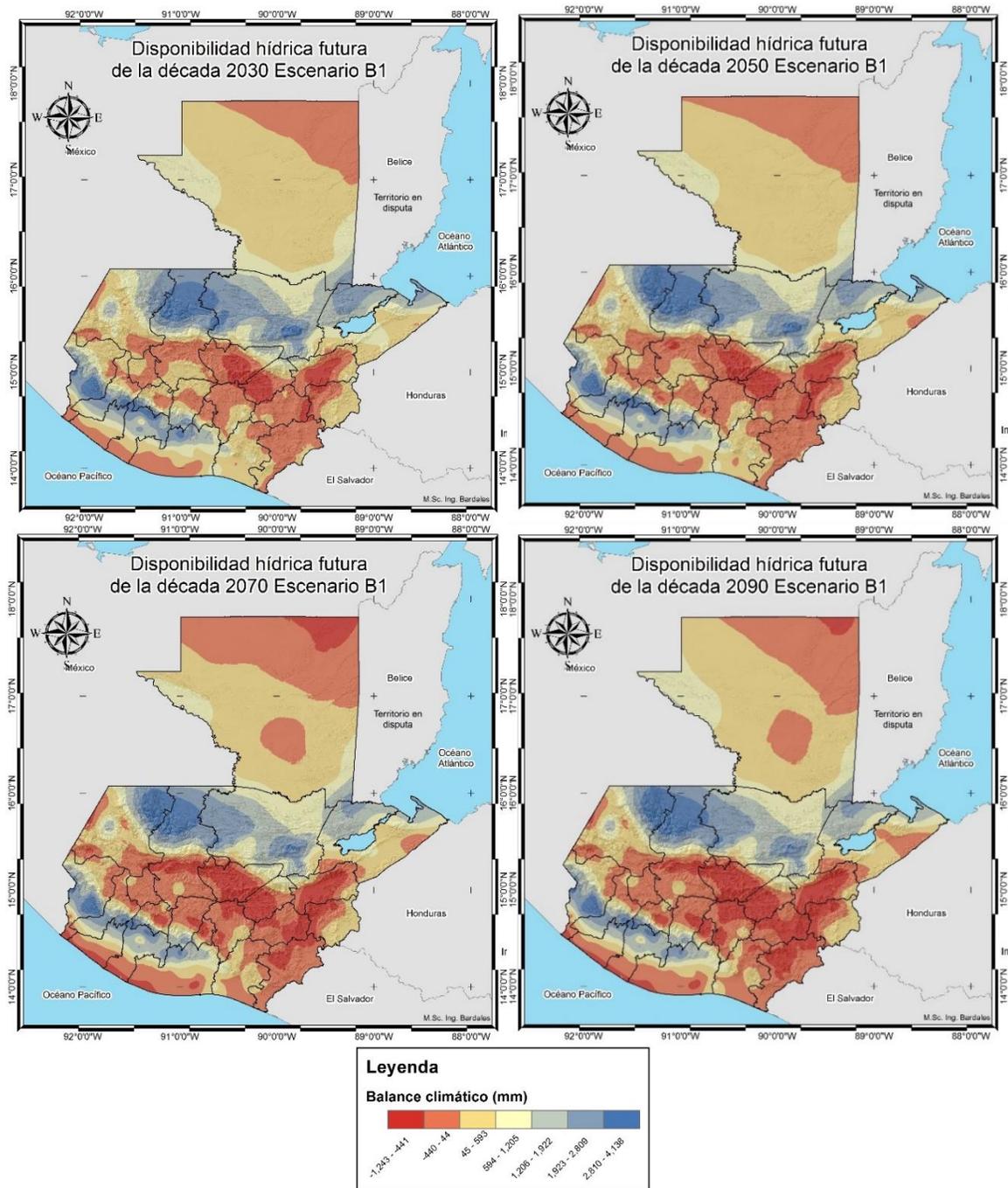


Figura 46. Proyección de cambios en la disponibilidad hídrica para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090 bajo el escenario B1

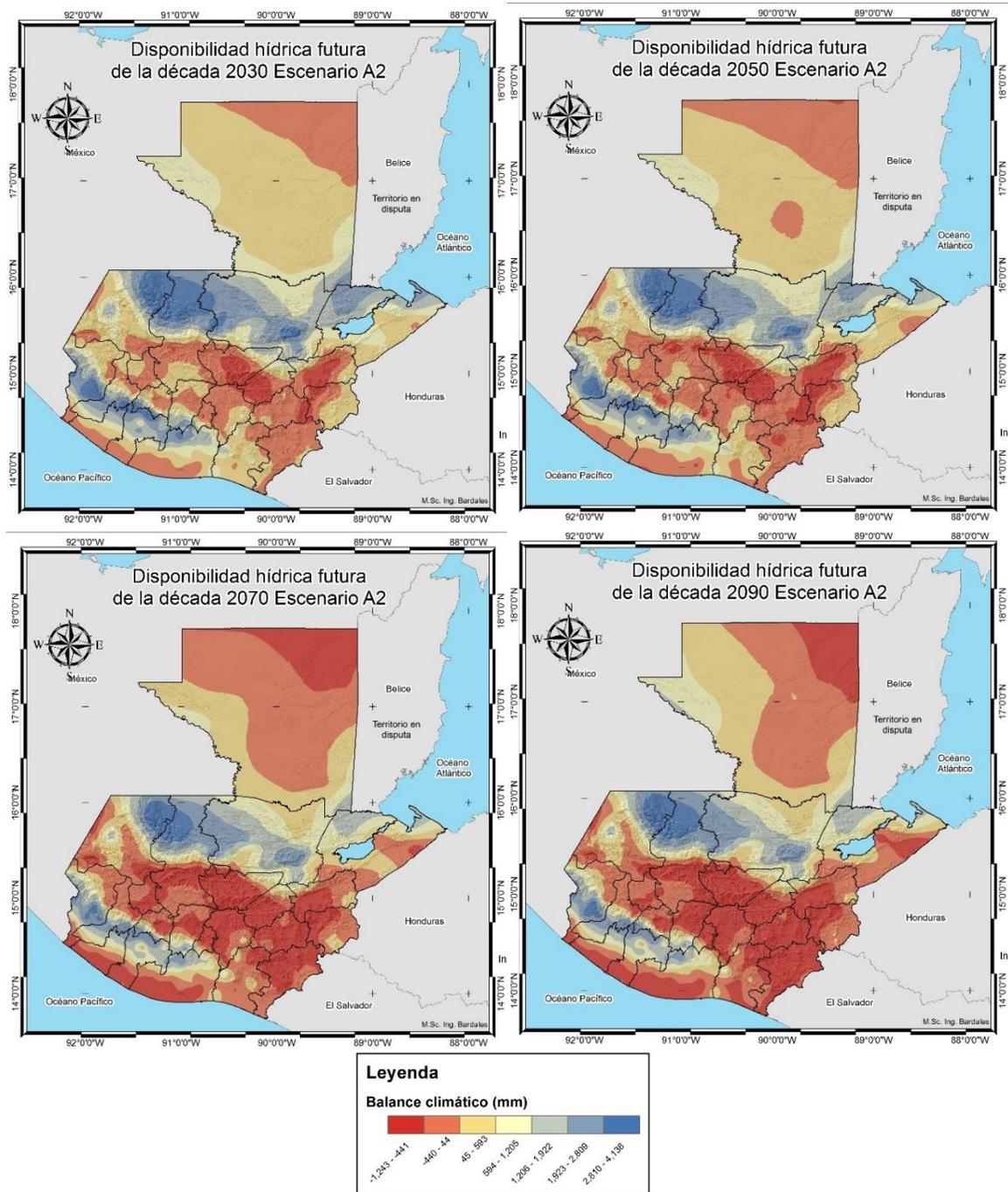


Figura 47. Proyección de cambios en la disponibilidad hídrica para las décadas 2030, 2050, 2070 y 2090 bajo el escenario A2

#### 4.6 Evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático

En el ámbito conceptual del cambio climático, la vulnerabilidad se refiere a la propensión de los sistemas humanos y ecológicos a sufrir daños, así como a su capacidad de respuesta frente los efectos adversos

---

del cambio climático<sup>18</sup> (Adger, et al., 2007). El IPCC reconoce que la vulnerabilidad y los impactos potenciales del cambio climático están determinados por la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de las personas y de las sociedades (IPCC, 2014). Las diferencias en el impacto de los peligros relacionados con el clima en la salud, la vida y el sustento de las personas están determinadas por sus diferentes niveles de vulnerabilidad. Las personas que están marginadas en los planos social, económico, cultural, político, institucional u otro, son especialmente vulnerables al cambio climático (IPCC, 2014).

En el contexto del desarrollo social, la vulnerabilidad ha sido considerada como un déficit de desarrollo y resultante de una carencia de acceso a recursos en un marco de igualdad de oportunidades (Rojas, 2004); en consecuencia, son múltiples los factores que relacionados con condiciones que generan vulnerabilidad. Desde la carencia de educación, lo cual nos hace vulnerables frente a las amenazas de un sistema político-económico excluyente; la falta de medios materiales (tierra, equipo y financiamiento) y tecnología o empleo pleno, lo cual nos hace vulnerables frente a la inseguridad alimentaria; o el asentamiento de viviendas rústicas y precarias en terrenos de ladera, lo cual nos hace vulnerables frente a las amenazas de variables climáticas extremas o eventos tectónicos (IARNA, 2012).

#### 4.6.1 Vulnerabilidad de la salud humana

En el Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud<sup>19</sup> establece que *la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades* (OMS, 1946).

El cambio climático constituye una nueva e importante amenaza para la salud, y modifica la manera en que debemos considerar la protección de las poblaciones vulnerables (OMS, 2015). De acuerdo a las evaluaciones del IPCC, la carga mundial de mala salud humana a causa del cambio climático es relativamente pequeña en comparación con los efectos de otros factores de estrés y no está bien cuantificada (IPCC, 2014). Los cambios locales en la temperatura y la precipitación han alterado la distribución de algunas enfermedades transmitidas por el agua y vectores de enfermedades (IPCC, 2014), estos no son evidentes en todas las regiones del país.

La región de Centroamericana se identificó como la región tropical más sensible al cambio climático, es decir, la región tropical donde los extremos de clima serán más visibles (Giorgi, 2006). Particularmente, Guatemala es considerado como uno de los países más vulnerables del mundo, por efectos del cambio climático y ubicación. Las estrategias que se han formulado para minimizar los riesgos existentes, evitar otros e identificar vulnerabilidades en la población, también han puesto de manifiesto las vulnerabilidades en el financiamiento y en la infraestructura de los servicios de salud (MSPAS, 2012b).

Se considera que algunas enfermedades, como las gastrointestinales, respiratorias, la malaria y el dengue, son exacerbadas por los cambios en el clima por lo que se prevé que con el cambio climático estas se agudizarán. Debido a que se incrementarán algunos determinantes sociales y medioambientales

---

<sup>18</sup> Son los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humano (artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)

<sup>19</sup> adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, y entró en vigor el 7 de abril de 1948.

que influyen directamente en la salud, principalmente los relacionados con la calidad del aire, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura (OMS, 2015). Las pérdidas de alimento y los daños a los medios de vida ocasionados por los eventos climáticos extremos también contribuirán a aumentar la incidencia de la desnutrición en la población.

El aumento en las enfermedades transmitidas por insectos, como mosquitos o garrapatas, podría ser un factor clave. El clima influye de muchas maneras sobre los vectores que transmiten estas enfermedades, desde el control de la duración de su ciclo de vida hasta sus condiciones de reproducción. En líneas generales, los científicos están de acuerdo en que el cambio climático tendrá efectos sobre las enfermedades transmitidas por insectos, pero las consecuencias exactas siguen siendo inciertas. Si las condiciones más cálidas y húmedas facilitarán la multiplicación de vectores como los mosquitos y la propagación de las enfermedades, dependerá de una gama mucho más amplia de factores ecológicos y sociales que van más allá del aumento en las lluvias y la temperatura (Shetty, 2015).

Aun cuando no existen estudios específicos sobre el tema en Guatemala, las estadísticas recientes sobre el comportamiento de las principales enfermedades que están relacionadas con el cambio climático, o que pueden ser exacerbadas por el mismo, no demuestran que exista una correlación directa, entre el número de casos observados y la ocurrencia de años influenciados por el fenómeno de El Niño o La Niña (ver Figura 48).

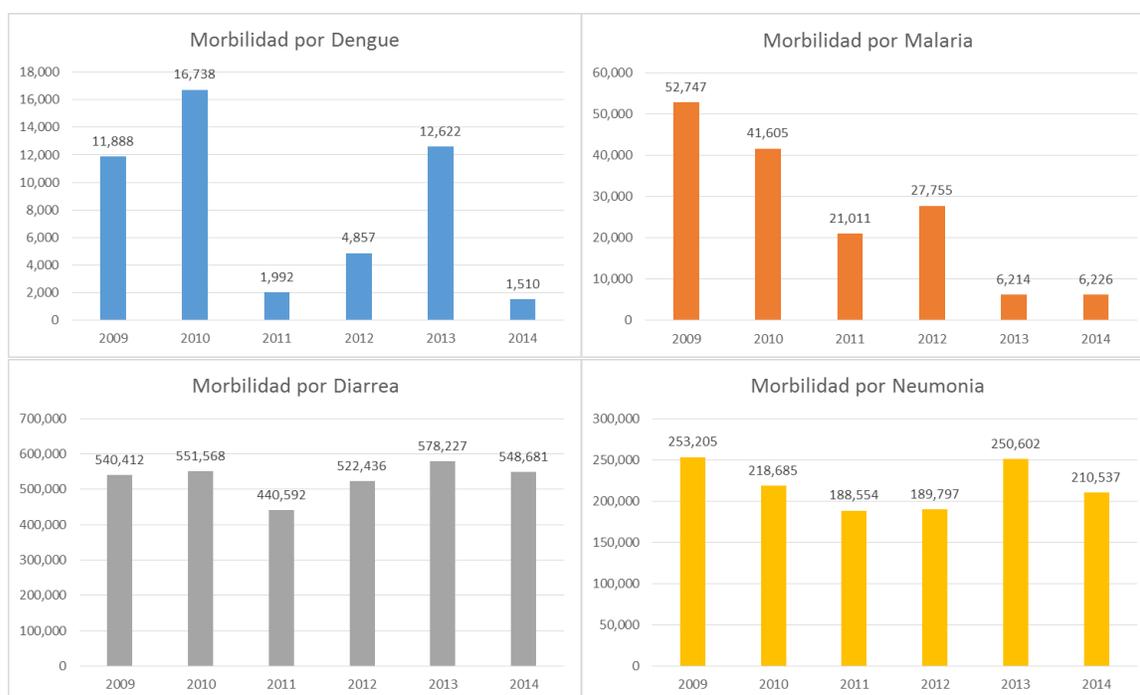


Figura 48. Casos de morbilidad por dengue, malaria, diarrea y neumonía, periodo 2009 - 2014  
Fuente: elaboración propia, con información del Sistema de Información de Gerencia en Salud (SIGSA) del MSPAS, 2015.

La morbilidad reportada en el país puede estar influenciada por múltiples variables, por lo que es muy difícil establecer una causalidad directa. Entre los elementos que podrían afectar esta relación se resaltan dos: la ejecución de los programas de prevención que realiza el Ministerio de Salud Pública y

Asistencia Social, así como el posible sub registro de datos en el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica<sup>20</sup>.

Como se indicó, las poblaciones cuya salud es más vulnerable a los impactos del cambio climático son aquellas que presentan mayores niveles de pobreza y marginación, por lo que para determinar la magnitud de estos casos, se generó un Índice de Vulnerabilidad relacionada con los Recursos Hídricos – IVRH- (Saubes, 2015). En este índice se utilizaron los resultados del modelo hidrológico basado en los datos climáticos del modelo NCAR CCSM4 desarrollado para Guatemala (Oglesby & Rowe, 2014), empleando indicadores relacionados con la disponibilidad hídrica específica actual y futura, la prevalencia de la desnutrición crónica y la tasa de pobreza extrema, con la finalidad de establecer las regiones en donde se encuentran las poblaciones con mayor vulnerabilidad actual y futura (ver Figura 49). Utilizando los resultados del IVRH a nivel de microcuenca se realizó una categorización basada en los quintiles de la serie de resultados, con el fin de identificar el 20% de las microcuencas del país con los niveles de vulnerabilidad más altos.

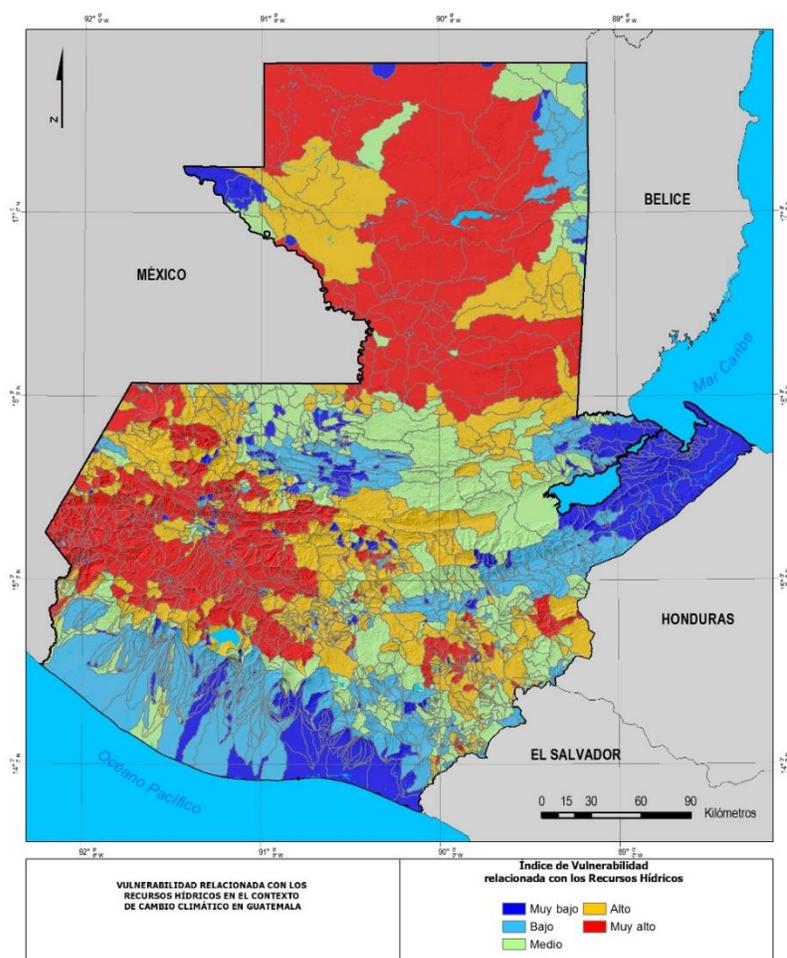


Figura 49. Índice de Vulnerabilidad relacionada con los Recursos Hídricos  
Fuente: Vulnerabilidad relacionada con los recursos hídricos en el contexto de cambio climático en Guatemala (Saubes, 2015)

<sup>20</sup> El MSPAS únicamente reporta los datos de las personas atendidas en las facilidades del Sistema de Salud Pública de Guatemala.

---

Como se puede apreciar en el mapa, las áreas con mayores niveles de vulnerabilidad se concentran principalmente en el altiplano occidental, en el suroriente (corredor seco), y en el departamento de Petén. Estas áreas son las más propensas a verse afectadas en el contexto actual de cambio climático, debido a:

- presentan una alta susceptibilidad a la disminución de la disponibilidad hídrica de aquí a mediados del siglo XXI
- presentan una alta tasa de crecimiento poblacional, lo que aumentará la presión sobre los recursos hídricos,
- presentan altos niveles de pobreza y desnutrición crónica, lo cual afectará la capacidad de la sociedad en estas áreas a enfrentar estos cambios.

Al contrario, las áreas que presentan niveles de vulnerabilidad menor se encuentran en la zona del Caribe, así como alrededor de la Franja Transversal del Norte y en la Bocacosta y llanura costera del Pacífico.

## 4.6.2 Vulnerabilidad de los recursos hídricos

### 4.6.2.1 Seguridad hídrica

La seguridad hídrica se define como “la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua” (Grey y Sadoff, 2007; Sadoff y Muller, 2009, citados por Colom, 2015); y como “la capacidad de una población para salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para todos los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua y para la conservación de los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política”.

La seguridad hídrica tiene dos dimensiones, a saber: i) la oferta, derivada del comportamiento del ciclo hidrológico, y de las capacidades de gestión; y ii) las demandas de la sociedad, las cuales trascienden la del agua potable para incluir a la agricultura, a la industria y a las grandes ciudades que demandan cada día más agua.

Según los expertos, la seguridad hídrica requiere fundamentalmente de contar con tres condiciones:

- (1) Información apropiada, sistemática y disponible para la toma de decisiones a todo nivel: nacional, para articular el desarrollo de los recursos hídricos a los objetivos, metas y resultados nacionales tanto sociales (salud, agua potable, control de vectores por ejemplo); económicos, garantizar el suministro para agricultura, hidroeléctricas; y ambiental, asegurar el funcionamiento de los ecosistemas de agua dulce). Información de carácter público cuyo acceso debe garantizar el estado sea igual para todos los actores y sectores;
- (2) Infraestructura para la regulación del agua:
  - Obras para captar, almacenar, transportar y distribuir el agua para todas las demandas más allá del agua potable, y poder cubrir las demandas agrícolas, energéticas, industriales, entre otras, y prepararse para asegurar el suministro de las ciudades.

---

Estas obras incluyen las necesarias para hacer accesible las aguas superficiales (lagos) y subterráneas (acuíferos) naturales.

- Obras para disipar la energía destructiva del agua ante eventos asociados al exceso de lluvia, mediante obra verde—reforestación, uso apropiado del suelo, ordenamiento territorial, por ejemplo; y sistemas de obra gris de regulación, desde obras artesanales o de escala micro, construidas en áreas de montaña; pasando por obras pequeñas y medianas de riego; y considerando, inclusive, obras grandes según las condiciones naturales—relieve, topografía, ambientales—y las demandas sociales específicas de cada región hidrográfica.

Estas obras en combinación con otras medidas, por ejemplo, los incentivos para el uso eficiente, la reutilización y el reciclaje del agua; así como en un sistema de pago por servicios hídricos ambientales vinculando usuarios y actores aguas arriba y aguas abajo.

(3) Institucionalidad para asegurar que el agua esté disponible o sea controlada de acuerdo a las necesidades de desarrollo nacional, regional y local

- Capacidades de Rectoría y regulación para:
  - a. modificar la forma como la sociedad ha venido empleado el agua y así adoptar medidas ante las condiciones impuestas y previsibles de la variabilidad climática y el cambio climático.
  - b. Para organizar, implementar y dar seguimiento al sistema de información y hacer accesible información apropiada para la toma de decisión a todo nivel;
  - c. Para iniciar el proceso de planificación hidrológica nacional y cumplir con el compromiso adquirido en la cumbre de Johannesburgo, 2002, de aprobar planes nacionales para el uso eficiente del agua;
  - d. Para diseñar los sistemas nacionales de obras de regulación (infraestructura arriba mencionada).
- Institucionalidad descentralizada, con mecanismos de toma de decisión al nivel local: obtiene derechos y asume responsabilidades en razón a las condiciones reales del agua en su territorio y en función de objetivos económicos, sociales y ambientales locales.

En función del anterior esquema, las condiciones actuales de Guatemala la colocan como un país en el que la seguridad hídrica está lejos de estar garantizada y en el que los elementos de dicha seguridad se ven crecientemente amenazados por los efectos del cambio climático, como lo indican los siguientes aspectos:

- La disponibilidad de información y conocimiento sobre los recursos hídricos es limitada en el país. No hay una política sólida, integral y sistemática de generación de dicha información derivado, en parte, de la precaria institucionalidad relacionada con el agua. La poca información disponible se encuentra dispersa en diversas organizaciones de gobierno y de los sectores privado y académico, ante la falta de mecanismos sistemáticos de recopilación, sistematización y divulgación de esta información. En particular, la disponibilidad de información y conocimiento relacionado con los impactos del cambio climático en los recursos hídrico, es limitada e igualmente dispersa.
- Guatemala carece de infraestructura apropiada para la regulación del agua. La cobertura de infraestructura para satisfacer la demanda de agua para consumo humano, agricultura, industria, energía, etc. es ínfima. A pesar de las crecientes condiciones de amenaza y exposición, existen muy pocas obras destinadas a la prevención de desastres asociados con la precipitación extrema y la mayoría de inversiones públicas se enfocan en la reconstrucción y rehabilitación de infraestructuras

---

y no en la prevención. La cobertura de obras de saneamiento se limita a los principales centros urbanos del país, con los consecuentes impactos por contaminación de los afluentes.

- En Guatemala, el nivel de institucionalidad del agua es altamente precario por no decir inexistente, en lo referente a lo que la institucionalidad debe cumplir frente al cambio climático; por ello, es urgente incluir esta temática de manera clara en la planificación nacional; así como proyectar un proceso a través del cual esta institucionalidad puede irse construyendo a partir de lo existente.
- El no tener una ley de aguas se refleja en la ausencia de una entidad directamente responsable del manejo integrado de los recursos hídricos, entendiendo el manejo integrado como el proceso para fomentar la administración y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y demás recursos relacionados, para maximizar el bienestar social y económico de la población, bajo el criterio de equidad y sin comprometer la permanencia de los ecosistemas estratégicos para el alcance de este objetivo.

#### 4.6.2.2 Disponibilidad hídrica

Los impactos del cambio climático ya se están manifestando desde las últimas décadas. Los cambios en los patrones de precipitaciones y temperaturas han alterado el ciclo del agua en las cuencas, alteraciones que han tenido impactos sobre los recursos hídricos, tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Asimismo, los sistemas naturales y las sociedades humanas han estado afectadas por estos cambios (IPCC, 2014).

La cantidad y calidad de los recursos hídricos con que cuentan las poblaciones, determinan la magnitud de muchas actividades productivas. Es primordial conocer cuánta agua provee el subsistema natural y como se distribuye este recurso en las escalas espacial y temporal, lo cual es básico para poder desarrollar actividades de planificación y políticas adecuadas para su gestión. También se debe contar con una idea de las tendencias a las cuales está sujeto dicho ciclo hidrológico, especialmente en un contexto de cambio climático global.

Evaluaciones realizadas por el departamento de Recursos Hídricos del INSIVUMEH, indican que dentro de los escenarios climáticos<sup>21</sup> (escenarios incrementales) tanto para el Pacífico como para el Caribe, que permitiera evaluar la vulnerabilidad de los recursos hídricos, se puede concluir que al existir una reducción de caudales por variabilidad climática (precipitación y temperatura) afectaría negativamente la generación de hidroelectricidad, obligando a utilizar tecnologías alternativas como la solar, eólica y eventualmente, regresar a las termoeléctricas, que vendrían a encarecer y a contaminar más el medio ambiente, y con los consecuentes efectos negativos en la economía del país.

Para determinar la vulnerabilidad de los recursos hídricos y de las poblaciones que dependen de estos, se elaboró un estudio para obtener el balance hídrico de suelos (BHS) a nivel de las microcuencas del país<sup>22</sup>, empleando un modelo hidrológico desarrollado a nivel nacional por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar – IARNA-URL-, determinando la oferta

---

<sup>21</sup> Pacífico A: temperatura +2°C y precipitación (+/-) 15%; Pacífico B: temperatura +1°C y precipitación (+/-) 20%; Caribe A: temperatura +2°C y precipitación (+/-) 20%; Caribe B: temperatura +1°C y precipitación (+/-) 10%.

<sup>22</sup> Existen 2,391 microcuencas en Guatemala (MAGA, 2012)

---

hídrica y el balance hídrico actual y proyectado a un escenario de cambio climático al 2050 (Saubes, 2015).

En este modelo, la línea base se estableció sobre la información climática de la base de datos Worldclim (Hijmans, Cameron, Parra, Jones, & Jarvis, 2005). El escenario que se utilizó es un escenario con la tendencia actual de emisiones de gases de efecto invernadero, en el que no se espera una respuesta positiva por parte de la población para mitigar dichas emisiones (escenario tendencial). Para ello, se usaron las proyecciones de precipitación y temperatura al 2050 obtenidas del modelo HCCPR-HADCM3 (Ramírez-Villegas & Jarvis, 2010) para el escenario A2 (escenario tendencial) del IPCC (IARNA-URL, 2014, citado por Saubes, 2015) (ver Figura 50). Para estimar los datos de consumo de agua, tanto para el periodo actual, como para el año 2050, se empleó el consumo per cápita a nivel nacional, el cual ha sido estimado en 2,460 metros cúbicos por habitante/año (BANGUAT & IARNA-URL, 2009b), y los datos de consumo al 2050 fueron proyectado empleando los datos de la población estimada para ese periodo (Saubes, 2015).

Adicionalmente se empleó otro escenario, tanto para definir la línea base para el periodo actual y para el escenario de cambio climático con al horizonte 2050. Se utilizaron las proyecciones de precipitación y temperatura proveniente del modelo NCAR CCSM4 desarrollado específicamente para Guatemala y Centroamérica (Oglesby & Rowe, 2014) para el escenario RCP 8.5 (escenario tendencial) definido por el IPCC en el Reporte de Evaluación 5 (IPCC, 2014) (ver Figura 51). Este ejercicio permitió comparar los resultados de la modelación hidrológica utilizando los datos provenientes de estos modelos.

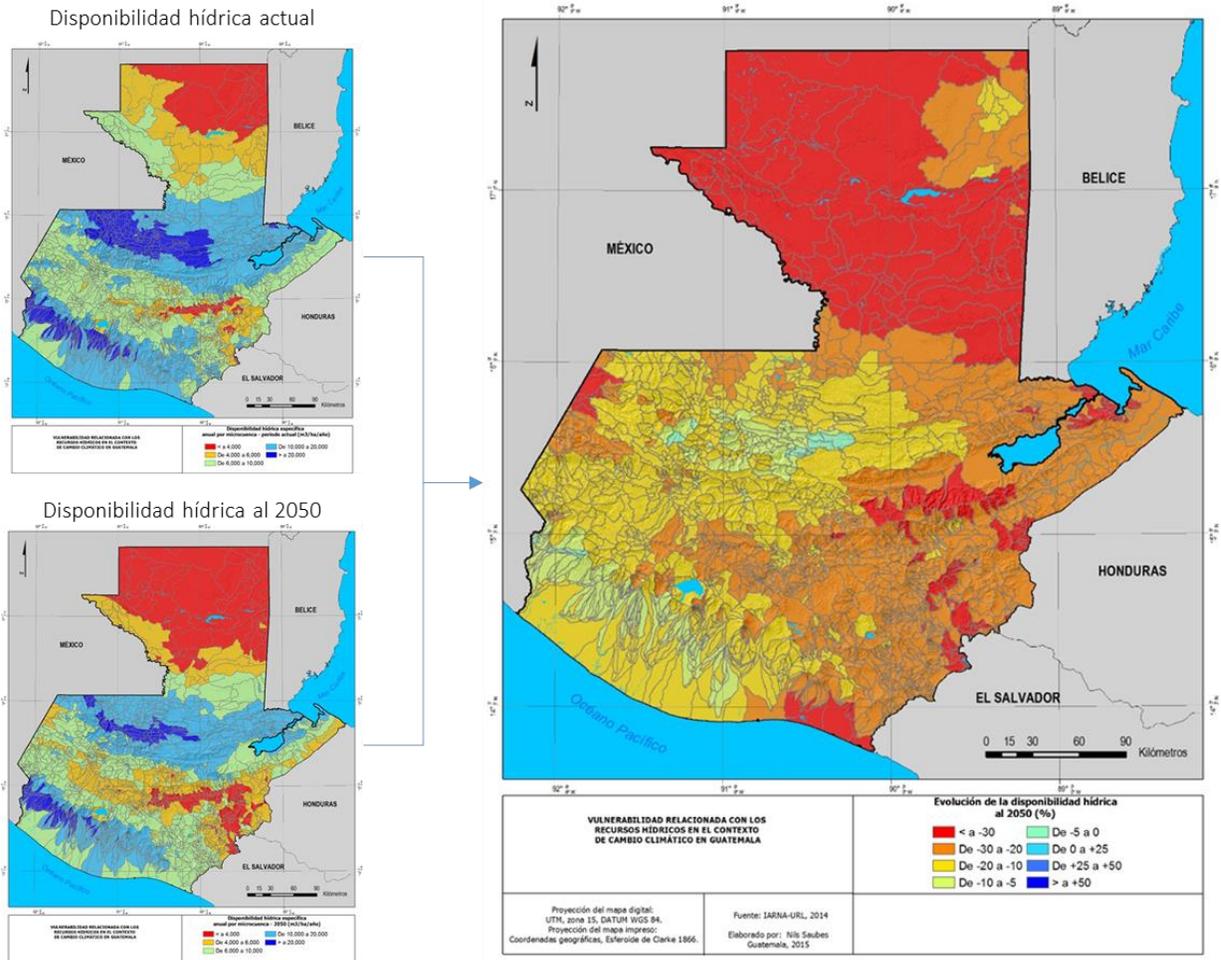


Figura 50. Evolución de la disponibilidad hídrica al 2050, empleando en modelo HCCPR-HADCM3  
Fuente: Vulnerabilidad relacionada con los recursos hídricos en el contexto de cambio climático en Guatemala (Saubert, 2015)

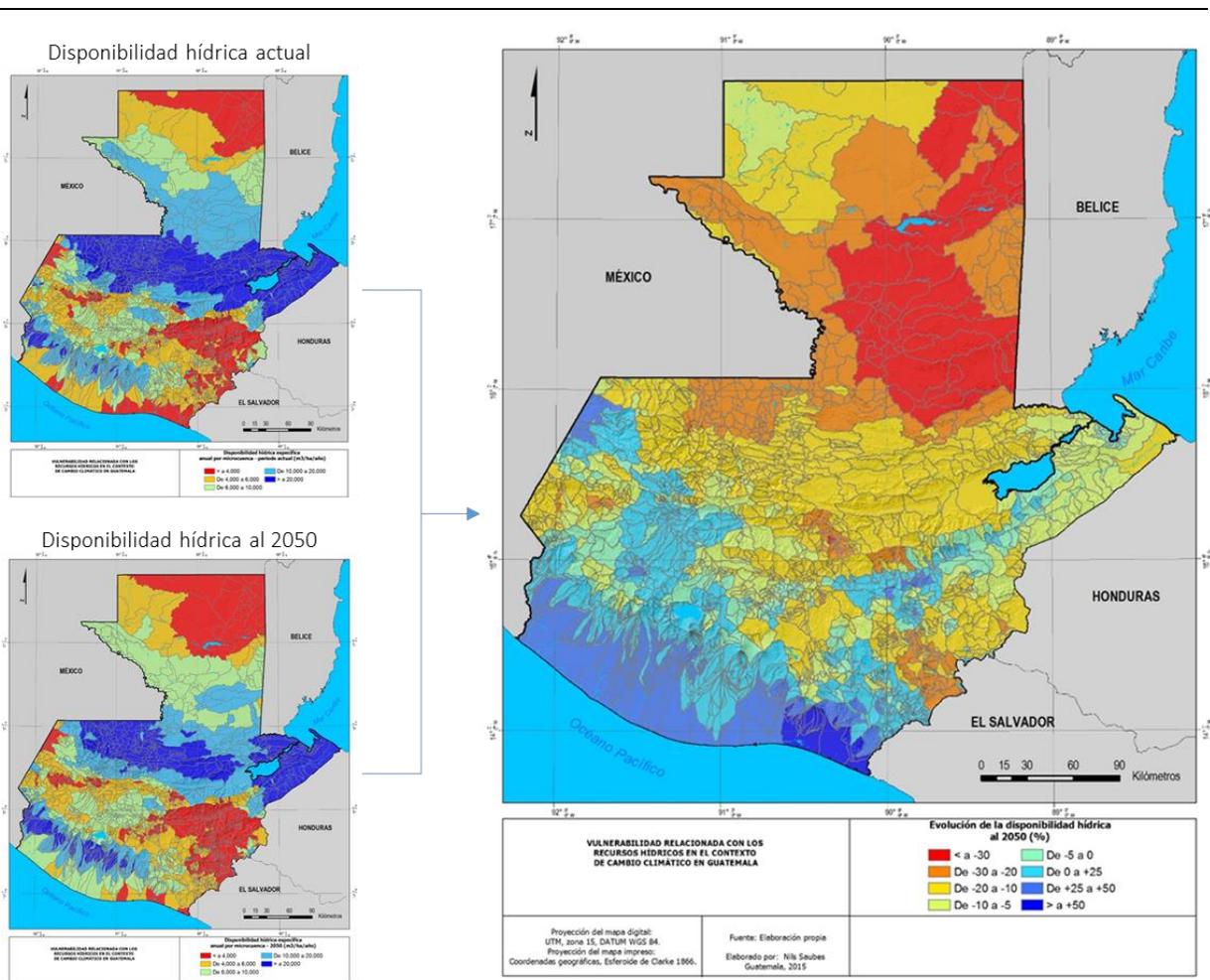


Figura 51. Evolución de la disponibilidad hídrica al 2050, empleando en modelo HCCPR-HADCM3  
 Fuente: Vulnerabilidad relacionada con los recursos hídricos en el contexto de cambio climático en Guatemala (Saubés, 2015)

En términos generales se puede concluir que los dos modelos empleados para el establecimiento de la línea base, como para la proyección al 2050, presentan resultados que difieren. Las proyecciones realizadas con el modelo HCCPR-HADCM3 muestran que prácticamente en todo el país se observará una reducción en la disponibilidad hídrica al 2050 respecto al periodo actual, variando entre el 5% hasta el 30% de reducción de la disponibilidad de agua.

Los resultados del modelo NCAR CCSM4 muestran que la disponibilidad hídrica al 2050 tendrá variaciones diferentes en el país, ya que en algunas regiones presentará incrementos en la disponibilidad, principalmente en las regiones de la costa sur, el altiplano occidental y el valle del Motagua. En el resto del país se observan reducciones en la disponibilidad siendo más fuertes en la parte oriental de Petén, en donde se observan reducciones de hasta el 30% en la disponibilidad hídrica. Esto remarca la importancia de conocer el recurso y su comportamiento para contar con la habilidad de planificar y anticipar situaciones mediante sistemas de alerta temprana.

Sin embargo, a pesar de las diferencias indicadas anteriormente, ambos modelos presentan fuertes coincidencias en la distribución espacial de los valores de la disponibilidad hídrica proyectada al 2050. Las áreas que presentan una menor disponibilidad al 2050 se localizan en el corredor seco (desde las

---

fronteras de El Salvador y Honduras hasta la frontera de México), y en el Petén. En cambio, las áreas con mayor disponibilidad se localizan en las regiones climáticas del Caribe, Transversal del Norte y la Boca Costa. La diferencia entre ambos modelos es la extensión de la disponibilidad, ya que el modelo NCAR CCSM4 manifiesta que la reducción absoluta será más extrema.

Respecto a la disponibilidad hídrica per cápita para el periodo actual, así como para el proyectado al 2050 (incluyendo las proyecciones de población para ese período) indican que las áreas con menor disponibilidad per cápita se encuentran principalmente alrededor de los grandes centros urbanos y en el área del corredor seco (área metropolitana de Guatemala, Quetzaltenango, valle del Motagua medio y Zacapa), donde se concentra la mayor parte de la demanda y la disponibilidad es más baja. De manera general, el área del corredor seco, presenta los valores de disponibilidad hídrica per cápita más bajos a nivel nacional.

### **Vulnerabilidad al acceso a agua potable (superficial y subterránea)**

El aumento en la intensidad de la precipitación, la sequía estacional y el aumento de la temperatura que ocurrirán según los escenarios al 2030 y 2050, son factores que influyen en la reducción de la infiltración y percolación de agua de lluvia, en combinación con el aumento de la población y los niveles de consumo de la sociedad guatemalteca, generarán una enorme vulnerabilidad respecto al acceso al agua potable, tanto superficial como subterránea, particularmente a conglomerados urbano-industriales como la Ciudad de Guatemala que para el 2030 se proyecta que tendrá más de 8 millones de habitantes.

Para el periodo actual 292 microcuencas presentan una disponibilidad hídrica por debajo de los 1,700 metros cúbicos per cápita por año, umbral definido como la cantidad de agua mínima para cubrir todas las necesidades de un ser humano (PNUD, 2006). Entre estas, 149 microcuencas tienen una disponibilidad inferior a 1,000 metros cúbicos per cápita por año, y por lo tanto se encuentran en una situación de escasez (PNUD, 2006). Por otro lado, la zona central y norte del país, así como ciertas áreas de la Boca costa en la vertiente del Pacífico, poseen una alta disponibilidad de recursos hídricos per cápita.

Las proyecciones para 2050 muestran una expansión de las áreas con menor disponibilidad hídrica per cápita, previendo que 472 microcuencas estarán por debajo del umbral de los 1,700 metros cúbicos per cápita, de los cuales 270 tendrán una disponibilidad per cápita por debajo de los 1,000 metros cúbicos per cápita.

Con la finalidad de determinar el nivel de presión tendrán los recursos hídricos a futuro, se realizó un balance hídrico específico, considerando la oferta y la demanda de agua en las diferentes microcuencas para el periodo actual y el proyectado al 2050 (ver Figura 52).

Actualmente 445 microcuencas presentan un balance deficitario, las que se ubican principalmente en el área del corredor seco y de la cordillera volcánica. Esto se debe a las altas densidades poblacionales, principalmente en las áreas urbanas de esta región, siendo los déficits mayores los observados alrededor del área metropolitana de Guatemala. El resto del país presenta un excedente hídrico, siendo las áreas de la parte suroccidental de la Boca Costa, la zona Caribe, la zona central del país y el sur de Petén. El norte de Petén, partes del corredor seco, así como la llanura costera del Pacífico presentan excedentes, pero menores. Para el 2050 se prevé que 637 microcuencas presenten un balance hídrico deficitario. En este caso, las zonas de mayor presión sobre los recursos hídricos se extenderán principalmente en el altiplano central y occidental del país.

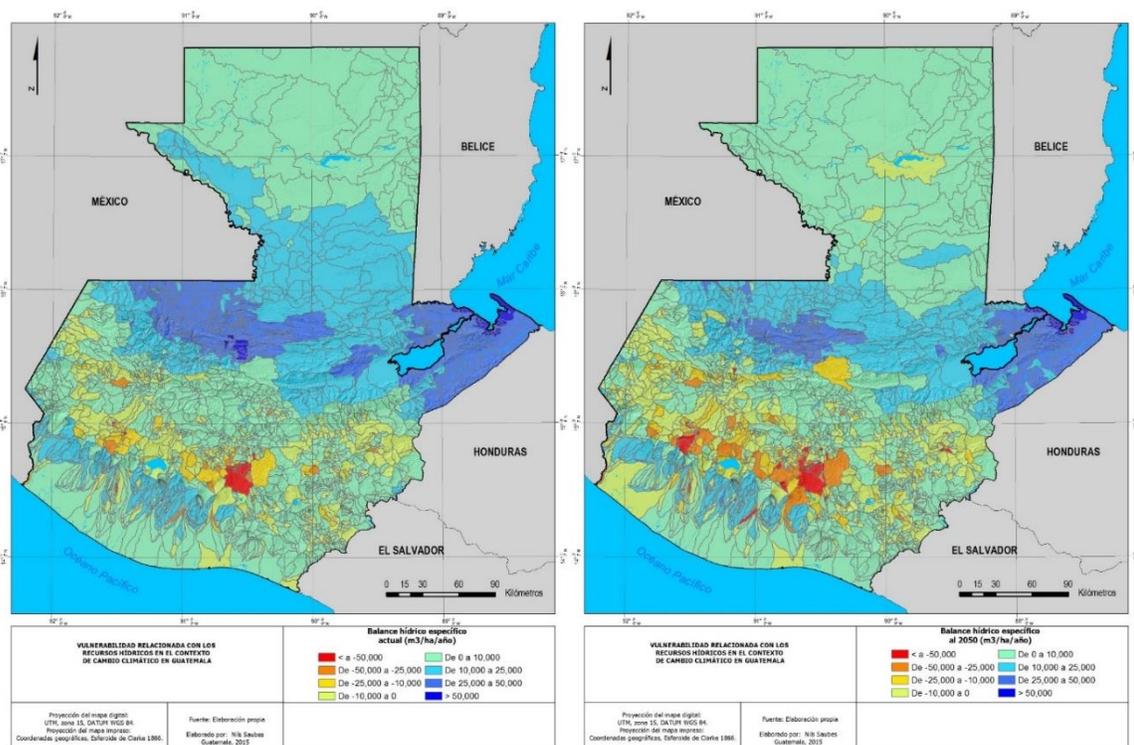


Figura 52. Balance hídrico específico al 2050 (metros cúbicos/hectáreas/año)

#### 4.6.3 Vulnerabilidad en la generación de energía hidroeléctrica

El acceso a la energía se ha vinculado en el país con aspectos específicos del desarrollo económico y productivo, obviando su relación con temas de política social, tales como salud y educación, y con aspectos relacionados con la equidad étnica y de género. El acceso a la energía es consustancial al desarrollo. La falta de energía impacta directamente en la posibilidad de diversificar las actividades productivas e incrementar la producción y, por ende, los ingresos de las familias (CONADUR, 2014).

Establecer la relación entre acceso a la energía eléctrica e impacto en la superación de la pobreza es de vital importancia, pues ello se vincula con actividades como la agricultura, la pequeña industria y el agua potable. El sistema de generación hidroeléctrica puede ser afectado por los efectos del cambio climático, con las respectivas repercusiones en los sistemas socioeconómicos y sociales.

Los distintos escenarios globales planteados por el IPCC muestran que en el mediano y largo plazo habrá una tendencia a la disminución de precipitaciones pluviales y un aumento de la temperatura ambiente en el territorio de Guatemala (Dobias, 2014). Las evaluaciones realizadas en Guatemala, muestran que a mediano plazo, la disponibilidad hídrica del país se verá reducida entre menos del 5% hasta valores cercanos al 30%, principalmente en las regiones del oriente, del altiplano occidental y del Petén (Saubés, 2015). Paralelo a esto, es necesario considerar el crecimiento en la demanda del recurso hídrico para satisfacer las distintas actividades humanas incluyendo agua para consumo, irrigación e industria, entre otras. Actualmente no existe evidencia que en Guatemala las precipitaciones han disminuido, sin embargo si existe evidencia sobre el incremento en la frecuencia de eventos extremos, es decir sequías e inundaciones (Dobias, 2014).

Con la variabilidad del ciclo hidrológico, el sector energético se vuelve vulnerable, tanto durante los episodios de sequía como durante la ocurrencia de lluvias severas. Durante los eventos extremos, principalmente a los periodos de sequias asociadas a los episodios de El Niño, la generación hidroeléctrica ha presentado disminuciones significativas, las que se han contrarrestado con la generación de energía empleando combustibles fósiles. En la Figura 53, se muestra la generación total mensual de energía por las plantas hidráulicas<sup>23</sup> que se encuentran conectadas al SIN, en el período 2006 a 2011. En dicha figura se incluyó la línea del Índice Oceánico del Niño (CPC-NOAA, 2015), para identificar los eventos observados.

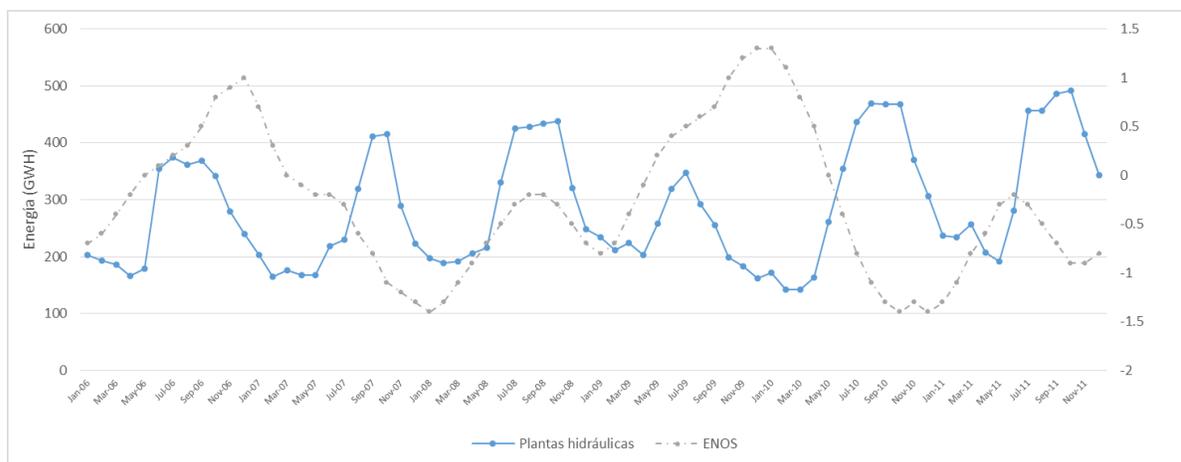


Figura 53. Generación de energía hidroeléctrica integrada al SIN en Guatemala, 2006 - 2011  
Fuente: elaboración propia con base en información del AMM, 2015.

Durante este periodo se observaron dos episodios del fenómeno de El Niño, uno que se observó entre septiembre 2006 y enero 2007 (de débil a moderado) y el segundo de julio 2009 a abril 2010 (fuerte). En ambos se puede apreciar una reducción de la generación, la cual fue más notoria en el evento del 2009, encontrándose una reducción promedio del 34% de energía, respecto a la generada en el mismo período del año anterior. Para cubrir estas reducciones, el sector ha requerido generar electricidad empleando combustibles fósiles, principalmente, lo cual, dependiendo de los precios de los combustibles, puede impactar en otros sectores de la economía por medio del incremento del costo de la electricidad.

Durante el evento 2009-2010, cuya anomalía máxima alcanzó un valor de +1.6°C, el caudal promedio entrante en el embalse Pueblo Viejo Chixoy<sup>24</sup> registrado entre mayo y octubre fue de 57.7 m<sup>3</sup>/s, mientras que el promedio histórico (1980- 2008) corresponde a 85.9 m<sup>3</sup>/s. Debido a ésta baja disponibilidad hídrica en el semestre, la generación de la central hidroeléctrica Chixoy se limitó a 816 GWh, lo que significó un déficit aproximado de 211 GWh en comparación con un año promedio. Éste déficit de energía hidroeléctrica fue cubierto con generación a base de búnker, representando aproximadamente \$US 19.1 millones, este valor sin considerar el costo adicional por seguros, transporte marítimo y transporte terrestre del mismo (Dobias, 2015).

<sup>23</sup> Dentro de esta categoría no se incluye la generación distribuida, la cual en términos relativos, es muy baja como modificar la tendencia del análisis.

<sup>24</sup> La hidroeléctrica Chixoy representa actualmente el 29% del total de la generación hidroeléctrica en el Sistema Interconectado Nacional de Guatemala (Dobias, 2015).

---

Pero la vulnerabilidad del sector no se observa únicamente durante los episodios de sequía, sino también en los eventos extremos de alta precipitación. Durante estos eventos, las lluvias abundantes provocaron la crecidas de los ríos que alimentan los embalses de las plantas hidroeléctricas, arrastrando sedimentos, piedras y árboles, lo que forzó a la salida de servicio de varias plantas hidroeléctricas, y la apertura controlada de las compuertas de las represas para controlar los niveles de agua en los embalses (SEGEPLAN, CONRED, 2010).

Durante el evento de la Tormenta Tropical Agatha en 2010, el impacto económico en el sector de energía, tanto en la generación como en la distribución, se estimó en Q94.4 millones; de los cuales se estimaron daños por Q13.8 en generación eléctrica y Q64 millones en la distribución. Con respecto a las pérdidas, se estimó un monto de Q16.6 millones, todo dentro de la categoría de generación de energía (SEGEPLAN, CONRED, 2010). El impacto económico en el sector público se estimó en Q49.7 millones, mientras que para el sector privado se estimó en Q44.9 millones.

#### **4.6.4 Vulnerabilidad de los medios de vida asociados a la producción de granos básicos**

La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático. El aumento de la temperatura reduce la producción de los cultivos, a la vez que provoca la proliferación de plagas y enfermedades. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo (FAO, 2009). Probablemente las más afectadas sean las poblaciones pobres, quienes ya muestran altas condiciones de vulnerabilidad y son afectadas por la inseguridad alimentaria.

En el caso de Guatemala, el modelo de producción agropecuario está influenciado por temas como la tenencia de la tierra, el acceso a medios de producción, niveles de organización y su capacidad empresarial. Respecto a la tenencia de la tierra, es importante resaltar que el 37% de las familias del área rural (480,000 familias aproximadamente) no poseen tierras, a pesar de que sus medios de vida están relacionados con la producción de alimentos debido a que laboran como asalariados en actividades agrícolas (IPNUSAC, IARNA-URL, 2011).

Dentro del segmento de productores que poseen tierras, un 28.5% de la población rural tiene menos de una manzana de terreno (<0.7 hectáreas), un 14% entre una y dos manzanas de terreno (0.7 a 1.4 has), un 15.5% entre dos y 10 manzanas (1.4 a 7.0 has), un 3.5% son productores excedentarios y un 0.15% (alrededor de 2,000 familias) son productores comerciales (ENCOVI, 2007, citado por IPNUSAC y IARNA-URL, 2011). Estos datos establecen la magnitud en la cual, el 81% de las familias rurales de Guatemala, son dependientes de los recursos que generan las actividades agropecuarias, ya sea porque poseen actividades de autoproducción y venta, o porque dependes de estas para la venta de su mano de obra.

De los resultados obtenidos por ENCOVI (2011) indican que en Guatemala aproximadamente el 52.7% de las familias rurales que se dedican a actividades agropecuarias (684,000 hogares), se encuentran en situaciones de infrasubsistencia y subsistencia, las cuales poseen una prioridad enfocada a la producción para en autoabastecimiento y los excedentes que les pudieran quedar, se destinan a la venta para la obtención de otros ingresos económicos. Este segmento de la población, por su alta dependencia de las actividades agropecuarias para subsistir, es altamente vulnerable a los cambios en el clima.

Dentro de los cultivos más sensibles a los cambios en el clima y que fueron seleccionados por el Central America Vulnerability Assessment to Climate Change for the Water, Coastal, and Agricultural Resources Central America Country Studies Project Team, están el maíz, frijol y arroz, como cosechas relacionadas con la seguridad alimentaria, y el banano y café, como cultivos comerciales orientados a la generación de ingresos (Ramírez, Ordaz, Mora, Acosta, & Serna, 2010).

Se estima que en Guatemala, el cultivo de maíz genera 190.9 miles de empleos permanentes, el café genera 95.4 miles de empleos, la caña 75.1 miles y el frijol, 52.1 miles de empleos (IDIES-URL, 2014). Esto evidencia que los cultivos de subsistencia, son de alta importancia entre las familias rurales de más bajos recursos.

Existe una sensibilidad de la función de producción agropecuaria ante el clima. Si la temperatura y precipitación no se encuentran dentro de los rangos apropiados y establecidos por el ecosistema, el nivel del producto no es óptimo (Ramírez, Ordaz, Mora y Acosta, 2010). El incremento previsto de la temperatura y la disminución de la precipitación en los años futuros, tendrá consecuencias en la reducción en la producción y ello se traduciría en pérdidas económicas que podrían representar magnitudes importantes, a menos que se tomen medidas para revertirlas.

Evaluaciones realizadas por Ramírez, Ordaz, Mora y Acosta, 2010) muestran un escenario poco alentador sobre los ingresos provenientes de la renta de la tierra para los hogares rurales de Guatemala. Los efectos de las proyecciones futuras predicen resultados negativos, que van de 7% hasta cerca de 67% en el monto percibido por concepto de renta de la tierra, lo que representaría para los hogares pobres un impacto no menor al 11% en el ingreso percibido por esta fuente. Adicionalmente, es posible observar que estos efectos muestran una dispersión importante a través de las distintas regiones del territorio guatemalteco.

Como ejemplo de esto, se presentan los resultados del estudio “Estudio de impacto sobre la variabilidad climática en la producción agrícola y medidas de adaptabilidad en 10 comunidades rurales de Guatemala”, realizado por Asociación de Servicios Comunitarios de Salud –ASECSA, en coordinación con IARNA-URL en el 2014 (ASECSA,IARNA-URL, 2014).

Los resultados del estudio evidencian que los impactos de la variabilidad climática desde la perspectiva de los productores agrícolas son muy altos. Durante años secos los agricultores manifiestan que perdieron en promedio el 55% de la producción de granos básicos (ver Figura 54).

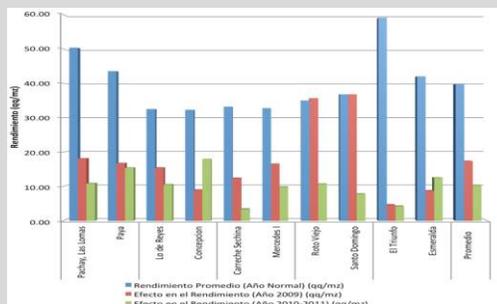


Figura 54. Rendimientos promedio de maíz observados en las comunidades evaluadas, 2009 y 2010. De los resultados obtenidos, todas las comunidades fueron severamente afectadas, tanto en un año considerado como seco (2009, con influencia de El Niño), como en uno considerado como húmedo (2010, con influencia de La Niña). Los rendimientos de maíz de las comunidades más afectadas no

llegaron al 10 qq/mz (0.65 tons/ha). En el año muy húmedo bajó el rendimiento del cultivo del maíz en un promedio de 75%.

Se determinó que la capacidad de respuesta de los agricultores antes eventos de este tipo es muy baja, evidenciado porque solo el 16% de los agricultores entrevistados (aproximadamente 2 agricultores por comunidad) toman acciones específicas para adaptarse al cambio del clima. La inversión realizada en actividades adicionales a las convencionales para adaptarse a un año muy seco o muy húmedo es en promedio de 8% de los costos totales. Lo anterior puede considerarse muy bajo si se observa que más del 95% de los agricultores reportan daños en sus cultivos y se reportan bajas en el rendimiento entre 50 y 75%.

Entre las principales causas de la baja inversión para hacer frente a las condiciones climáticas adversas se encuentran: a) muy baja capacidad financiera, porque la mayoría de agricultores normalmente ya se han endeudado para realizar las prácticas convencionales, b) los agricultores consideran que no se obtendrán beneficios significativos por la inversión en acciones adicionales, c) los agricultores no recurren a prácticas agronómicas apropiadas, no tienen capacidades técnicas suficientes, y no cuentan con información o asistencia técnica adecuada para enfrentar climas inestables o extremos.

Un aspecto importante a resaltar, es el efecto acumulativo que tienen los daños a los agricultores en los años con climas variables. Se estableció que existe una secuencia entre 2008 y 2013 en la que el clima impactó negativamente la producción de maíz, la disponibilidad y el acceso al mismo vía la compra. Los agricultores manifestaron que en 2008 se presentó una anomalía climática, la cual tuvo disminución moderada de la producción de maíz por manifestarse lluvias intensas intercaladas con varios días sin lluvias al final de la estación lluviosa. En 2009 (año muy seco afectado por El Niño), la producción disminuyó en promedio un 55%. En 2010, la producción disminuyó en promedio en un 75%. En el año 2011, como consecuencia de tres años de reducción significativa de la producción de maíz desencadenó desabastecimiento a nivel nacional y un consecuente aumento de precio del maíz, llegando su máximo histórico durante el mes de julio de ese año.

Aunado a lo anterior, durante los años 2012 y 2013 se evidenció el aumento de plagas y enfermedades de maíz y otros cultivos como el café. Como agravante de la situación anterior, durante 2012 los agricultores manifestaron una disminución significativa de ingresos económicos relacionada con la crisis de la roya del café, plagas y enfermedades en cardamomo. En el caso del café, este cultivo se considera muy importante porque genera empleo y recursos financieros mínimos para una gran parte de los productores rurales.

#### 4.6.5 Vulnerabilidad a la biodiversidad

Prácticamente todos los ecosistemas de la Tierra han sido impactados de forma directa o indirecta por las acciones realizadas por el hombre y continúan transformándose por estas acciones. La pérdida actual de diversidad biológica y los cambios derivados en el medio ambiente, principalmente los relacionados con el clima, se producen a una velocidad sin precedente en la historia de la humanidad, y no hay indicios de que este proceso se esté reduciendo (Heller & Zavaleta, 2009).

En términos generales, los ecosistemas y la diversidad biológica muestran altos niveles de presión por parte de las sociedades, a estas presiones se suma el cambio climático. Resulta difícil cuantificar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, dadas las presiones múltiples e interactivas que

---

actúan sobre los ecosistemas terrestres (IPCC, 2002). Entre los sectores que se verán seriamente afectados por el cambio climático, especialmente por el aumento de la temperatura media global, se encuentran la biodiversidad y la productividad de los ecosistemas (Hitz y Smith, 2004; Holmgren, Schefer, Ezcurra, Gutiérrez y Morhen, 2001; IPCC, 2007; IPCC, 2009, citados por IARNA, 2011).

Guatemala representa únicamente el 0.03% de la superficie total del planeta, y es considerado un país mega diverso, en comparación con otras regiones. La alta diversidad de ecosistemas, hace posible tener una alta riqueza y diversidad de especies vegetales y animales. El número de especies de fauna vertebrada registrado para Guatemala es de aproximadamente 3,025. Se reportan 6,733 especies de flora, de las cuales el 15% son endémicas (Cano, 2006 y Jolón, 2007, citados por (URL-IARNA, 2009).

Se ha demostrado que las recientes tendencias climáticas y atmosféricas ya están afectando la fisiología, distribución y fenología en la vegetación. Por extensión, los sistemas naturales más afectados serán aquellos que no se han protegido adecuadamente, ya que la composición de los bosques y la biomasa, sobre todo en ecosistemas tropicales, se reduciría drásticamente (Smith y Lazo, 2001, citado por IARNA, 2009). Por esto, una forma adecuada de evaluar los impactos en los ecosistemas terrestres, es por medio de la evaluación de los cambios de las características climáticas que los definen.

Un ejercicio de modelación climática desarrollado por IARNA-URL como parte del estudio “Biodiversidad y Cambio Climático” (IARNA-URL, 2011), modeló los cambios en la distribución de las zonas de vida a futuro, provocados por los cambios en el clima de acuerdo con los escenarios de cambio climático. Esta modelación relaciona el clima, en un momento o periodo dado, con las formas de vida vegetales, acorde con la clasificación de zonas de vida<sup>25</sup> propuesta por Holdridge (1971). El estudio tomó como base los datos de temperatura y precipitación generados por el *WorldClim*, caracterizados por la disponibilidad de valores históricos entre los años 1950 a 2000 (empleados para definir el período base). Los escenarios de cambio climático A2 y B2 del IPCC para los años 2020, 2050 y 2080, fueron generados empleando el modelo de circulación del clima global HADCM3, elaborado por el Hadley Center del Reino Unido. (ver Figura 55).

---

<sup>25</sup> Zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se forma tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y tiene una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

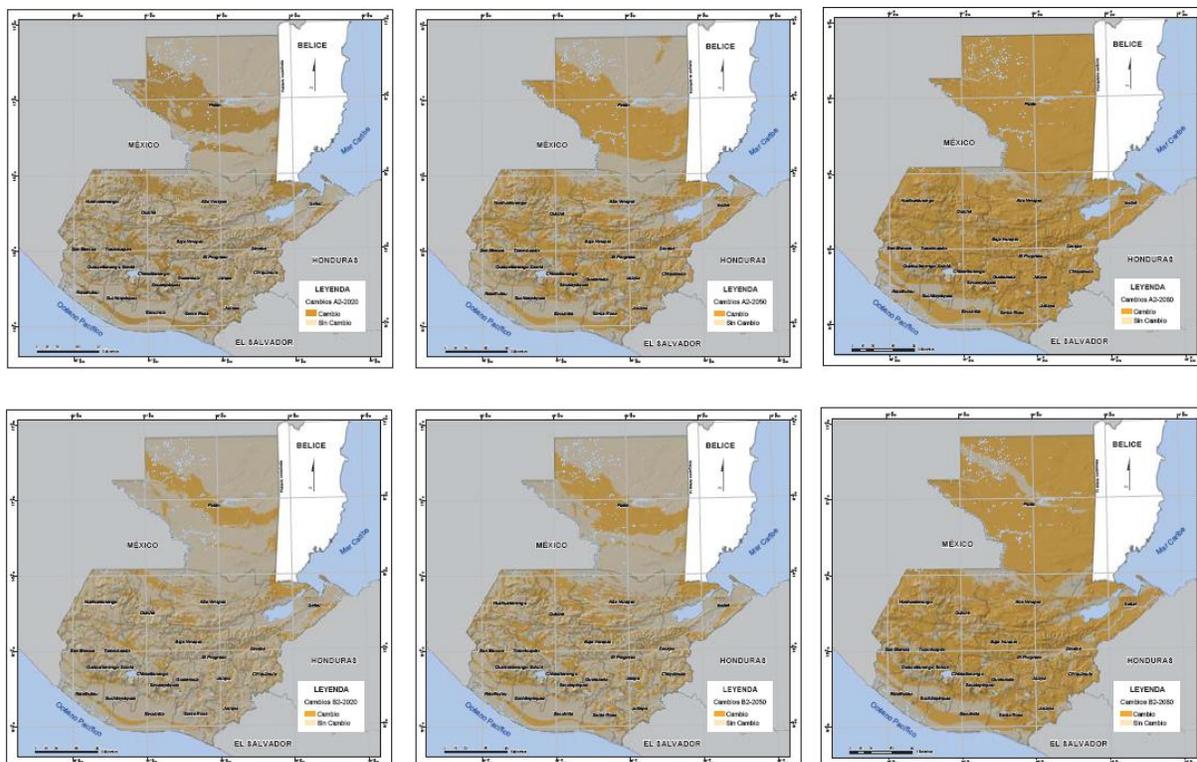


Figura 55. Modelación del área afectada por los cambios de las zonas de vida, de acuerdo con los escenarios A2 y B2

Fuente: tomado de IARNA-URL, 2011

Los principales resultados que muestra la evaluación realizada, es que se prevé que para el 2050 hayan cambiado las condiciones bioclimáticas de más del 50% del territorio guatemalteco y de más del 90% para el año 2080. Entre los principales impactos específicos en los ecosistemas y biodiversidad se espera la expansión de bosques secos y muy secos, los cuales actualmente cubren cerca del 20% del país; y para los años 2050 y 2080 su extensión puede incrementarse a 40% y más de 65%, respectivamente. Además, existirán condiciones para el apareamiento y expansión de la zona de vida monte espinoso (zona árida).

Paralelamente, se observará la disminución de la cobertura de los bosques húmedos, muy húmedos y pluviales; los cuales actualmente cubren casi el 80% del territorio nacional, extensión que llegará a 60% y menos de 35% para los años 2050 y 2080, respectivamente. Esto implica una reducción considerable de los ecosistemas excedentarios de agua. Las regiones con niveles críticos de cambio en Guatemala, en el corto y mediano plazo (2020 y 2050), 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 (IARNA-URL, 2011)

Por otro lado, las evaluaciones que se realizaron para proponer la Agenda de Cambio Climático para las Áreas Protegidas y la Diversidad Biológica de Guatemala (CONAP, 2010b), reconocen que aunque no se tiene la información completa de los potenciales impactos del cambio climático en los ecosistemas, se reconocen que tienen mayor vulnerabilidad, los siguientes (CONAP, 2010):

---

#### 4.6.5.1 Ecosistemas de áreas áridas y semiáridas

Estas son áreas particularmente vulnerables al cambio climático debido a que pequeños cambios en los patrones de lluvia y en la temperatura, pueden causar serios impactos en la diversidad biológica de estas regiones. En Guatemala, la precipitación de estas regiones está influenciada por la ocurrencia de los fenómenos de El Niño y La Niña. El SIGAP posee poca representatividad de ecosistemas de áreas áridas y semiáridas. Se tienen esfuerzos como la Alianza para la conservación del Región Semiárida del Valle del Motagua, quienes están impulsando la protección y conservación de este tipo de ecosistemas.

Pero también existen otros ecosistemas áridos y semiáridos no representados dentro del SIGAP y que son de alta importancia por la generación de servicios ambientales, como las regiones secas de la Baja Verapaz, el Corredor Seco de Quiché y Huehuetenango y la región de Nentón en Huehuetenango.

#### 4.6.5.2 Ecosistemas de humedales

Los humedales son sumamente importantes para las comunidades que viven cerca de los mismos, por los bienes y servicios que les proveen. Su diversidad biológica es de alta significancia por la provisión de alimentos, ingresos y principalmente porque mantienen los medios de vida de las poblaciones locales. Otros valores de importancia se relacionan con el mantenimiento de los balances hidrológicos, retención de nutrientes y de sedimentos y por proveerle hábitat a numerosas especies de flora y fauna.

Los cambios en la precipitación afectan los cambios en los ciclos hidrológicos de muchos ríos y lagos. Se considera que más del 20% de las especies de peces de agua dulce se han extinto o se encuentran amenazadas o en peligro. Existen estudios que demuestran que la diversidad biológica de los humedales se ha reducido en mayor escala que en los ecosistemas terrestres. Las demandas crecientes de agua dulce para consumo humano y agricultura, disminuyen los caudales superficiales ocasionando pérdidas en los servicios de los ecosistemas.

Existen humedales de alta importancia y que poseen altos niveles de presión, como el caso de los Humedales de la Laguna del Tigre. Existe documentación que demuestra su nivel de deterioro. El cambio de los patrones de lluvia y de temperatura, incrementan las posibilidades sobre la diseminación de los incendios forestales. Estas condiciones afectarán la capacidad de la restauración natural de los ecosistemas, por lo que deben implementarse acciones que permitan asistir estos procesos.

#### 4.6.5.3 Ecosistemas marino costeros

Los ecosistemas marinos tienen alta vulnerabilidad a las presiones humanas y a los cambios de clima. Entre los impactos potenciales por el cambio climático se tiene, el incremento de la erosión de las playas y regiones costeras, el aumento de las inundaciones costeras, el incremento de la intrusión marina en las áreas costeras, impactando los acuíferos de agua dulce.

Entre los ecosistemas costero marinos de importancia se cuentan los manglares. Estos brindan muchas oportunidades para la población, su mantenimiento y recuperación son de alta importancia para la adaptación al cambio climático. Muchos manglares se han reducido o fragmentado por las actividades humanas. La baja de los caudales durante la época de estiaje y las elevada deposición de sedimentos en las épocas lluviosas, son impactos fuertes a este tipo de ecosistemas.

---

#### 4.6.5.4 Ecosistemas de montaña

Estos ecosistemas son altamente vulnerables a los cambios de clima, tanto por la temperatura como por los patrones de precipitación. Muchas áreas del país se conocen como islas altitudinales, por la concentración de especies endémicas que allí viven. Algunos ejemplos son la Sierra de las Minas, la Sierra de las Cuchumatanes y la Cadena Volcánica.

Los cambios de clima reducirán la capacidad de regeneración de las especies y de los ecosistemas. Las especies que se desarrollan en ecosistemas específicos tienen menos posibilidades de adaptarse en la medida que los ecosistemas cambien. Estudios en bosques nubosos demuestran que la reducción de poblaciones de especies de anfibios y hasta su potencial extinción, está asociado a los cambios en clima.

---

# Capítulo 5.

## ACCIONES ORIENTADAS A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA

### 5.1 Introducción

La Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero establece que SEGEPLAN y el MARN, deben elaborar conjuntamente el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, con el aval del Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC).

El Plan de Acción Nacional para la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, se encuentra actualmente en construcción, y el mismo tiene como objetivo principal, establecer las directrices para alcanzar los objetivos de la Política Nacional de Cambio Climático y para dar cumplimiento a la Ley Marco de Cambio Climático. En el proceso de formulación del plan considera el Plan Sectorial de Ambiente y Agua 2011-2013 y el Plan Nacional de Desarrollo K'atun. Además, considera las políticas relacionadas a las líneas temáticas sobre salud humana; zonas marino costeras; agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; bosques, ecosistemas y áreas protegidas; manejo de recursos hídricos; infraestructura.

Dentro de las principales características que se están considerando en la construcción de este plan, se tiene lo relacionado a su alineación con el Sistema Nacional de Inversión Pública, tomando en consideración que se constituirá en un elemento orientador del Estado en materia de cambio climático.

---

La construcción del plan debe recoger los principales elementos establecidos el Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032, los Planes de Desarrollo Territorial, los Planes de Desarrollo Municipal, la Gestión por Resultados, la Planificación Estratégica, y la Planificación Operativa, respetando el Ciclo Plan Presupuesto establecido en la Constitución Política de la República de Guatemala y Ley Orgánica del Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado (A&L Proyectos, 2015).

## 5.2 Orientaciones para el diseño de las medidas de adaptación

Los estudios de vulnerabilidad y adaptación se orientan hacia la evaluación de cómo la variabilidad climática y los cambios en el clima pueden afectar a la población a los recursos naturales y al ambiente en general. La adaptación representa las opciones de política, de tecnología y prácticas a utilizar como herramientas para afrontarlos y/o minimizar los impactos negativos (respuestas).

En Guatemala, estos estudios han sido orientados a la salud humana, recursos forestales, producción de granos básicos y recursos hídricos, principalmente. Sectores analizados considerando también sus aspectos sociales y económicos vinculables.

Ante los problemas ambientales de la atmósfera se han establecido respuestas tanto a nivel nacional como internacional. Muchas de estas respuestas están motivadas por la comunidad internacional; las derivadas de los tratados internacionales ratificados por Guatemala y de sus diferentes grados de cumplimiento. Algunos elementos importantes de la reducción de la vulnerabilidad se muestran a continuación (Kuroiwa, 2002):

- La Vulnerabilidad al Cambio Climático es la susceptibilidad de una localidad, región o país frente a los impactos dañinos causados por un posible cambio climático y/o variabilidad climática. La Vulnerabilidad no se debe de ver o tratar únicamente desde el punto de vista físico, la vulnerabilidad social hace más frágiles a las sociedades a los desastres naturales y las amenazas del desarrollo tecnológico.
- Se vienen produciendo cambios acelerados, desestabilizadores y violentos que redundan en el aumento de la vulnerabilidad; por cuanto las decisiones apresuradas que provocan no permiten considerar las posibles amenazas o peligros que pueden sobrevenir, como es el caso de las invasiones territoriales indiscriminadas o las construcciones precarias.
- Educar a todos los sectores de la población, en especial a los de menores ingresos, para que conozcan las normas de respeto a la Naturaleza y el comportamiento a seguir frente a estos fenómenos, resulta en nuestros días un asunto de vida o muerte. En todos los casos, el ejercicio del concepto de prevención permitirá el crecimiento armónico de las ciudades y busca el desarrollo de los pueblos.

La adaptación al cambio climático se considera como la respuesta o ajustes que el ser humano puede y debe realizar para disminuir los impactos negativos del cambio climático y de la variabilidad climática. “La aspiración universal de lograr un desarrollo sostenible se enfrenta a tres grandes desafíos cuya solución exige marcos y estrategias integrales: la pobreza imperante, la creciente urbanización y la agresión al medio ambiente” (Kuroiwa, 2002).

---

Las evaluaciones de la vulnerabilidad en Guatemala se determinó por medio de estudios de las situaciones actuales del país y en los escenarios climáticos que nos indican las regiones más vulnerables en donde se deben orientar las estrategias para la incorporación de medidas que faciliten la adaptación al cambio climático. Los análisis de comportamiento del clima nos indican la alta incidencia que tienen los fenómenos climáticos en el país y como estos impactan en los sectores productivos y los ecosistemas. Esto permite establecer áreas temáticas de planificación institucional, procesos de investigación otros aspectos y percepciones socioeconómicas y culturales para enfrentar el cambio climático.

El análisis de vulnerabilidad procuró evaluar la dependencia de los sectores productivos con los ecosistemas y con las variables climáticas dinámicas bajo el efecto del cambio climático. Se plantea así una visión más holística que mejora las tradicionalmente efectuadas lo que a su vez se traduce en identificación de oportunidades de mejoramiento y adaptación planificada de sectores tan neurálgicos y sensibles ante el cambio climático como el de abastecimiento de aguas para consumo humano, la generación eléctrica, la agricultura y la distribución de aguas para riego.

Las principales conclusiones de las evaluaciones de vulnerabilidad identifican necesidades en materia de adaptación al cambio climático. Estas conclusiones serán de utilidad a las instituciones mejorar la coordinación de sus acciones, a fin de reducir los riesgos asociados a la variabilidad y el cambio climático. Se espera que con los impactos previstos a futuro, se espera que exista mayores focos de tensión por el acceso a los recursos vitales, principalmente los recursos hídricos. Se demuestra que es imprescindible efectuar acciones para la gestión de los recursos hídricos, tanto a nivel nacional, como local. La falta de legislación que oriente el manejo eficiente de los recursos hídricos, que les permitan a los diferentes usuarios en las cuencas, tener acceso al recurso con reglas claras y objetivas de operación, evitando o disminuyendo los posibles conflictos de uso por el recurso.

### **5.2.1 Lineamientos generales que deben regir las acciones de adaptación**

La Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013) establece que las instituciones públicas deben contar con planes estratégicos institucionales orientados a la reducción de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático. Las áreas principales que la ley establece para desarrollar estos planes son:

- a. Salud Humana. Le corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) establecer acciones para la prevención y disminuir enfermedades como: infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas, y, particularmente, leishmaniasis, malaria, dengue y otros.
- b. Zonas Marino Costeras. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el Ministerio de la Defensa Nacional y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), deben identificar e implementar acciones para reducir la vulnerabilidad socio ambiental en las zonas marino costeras.
- c. Agricultura, Ganadería y Seguridad Alimentaria. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN) establecerán planes para adaptar al sector agropecuario a la variabilidad y los efectos del cambio climático, priorizando aquellas acciones que tengan efecto directo en la producción de alimentos para el autoconsumo y subsistencia.

- 
- d. Recursos Forestales, Ecosistemas y Áreas Protegidas. El Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales (SIPECIF) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), desarrollarán planes para la prevención y combate de incendios forestales, de manejo eficiente del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), los corredores ecológicos y los ecosistemas forestales.
  - e. Infraestructura. El Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV), otras instituciones y las municipalidades, deben adoptar estándares que tomen en cuenta la variabilidad y el cambio climático.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la vulnerabilidad, a continuación se plantean unos lineamientos que Guatemala debe tener en cuenta para adaptarse al cambio climático. Estos son un ejercicio preliminar y un insumo clave para la formulación del Plan Nacional de Adaptación.

- Fortalecer los procesos de observación climática e investigación de los potenciales efectos en los sistemas naturales y sociales, que permitan establecer procesos de transferencia hacia la población en general.
- Establecer mecanismos que integren la gestión del riesgo en todos los programas y acciones que promuevan o desarrollen las instituciones estatales.
- Promover el uso del territorio de acuerdo a su capacidad y condiciones, como herramienta para disminuir la vulnerabilidad, principalmente en el área rural.
- Promover acciones para mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables, especialmente en las áreas urbanas marginales y en las áreas rurales.
- Fortalecer la institucionalidad establecida para promover la implementación de acciones para la adaptación.

Las medidas de adaptación se centra en las poblaciones más vulnerables, en los territorios y ecosistemas más degradados y que presentan mayor tendencia a continuar, en la infraestructura y en los sectores productivos del país, en la gestión y manejo del recurso hídrico y en la articulación de los instrumentos de planeación.

### **5.2.2 Fortalecer la observación climática, investigación y la transferencia del conocimiento**

Es importante contar con información que permita informar a los tomadores de decisiones, sobre las poblaciones y sectores más vulnerables a los efectos del cambio climático. Para esto se requiere fortalecer los procesos de observación de las variables climáticas y de los indicadores que nos evalúen la resiliencia de la sociedad y de los ecosistemas, principalmente los más sensibles y vulnerables, como los identificados en la Ley de Cambio Climático.

Para cumplir con esto, es necesario establecer los resultados de los escenarios de cambio climático en la planificación nacional a corto, mediano y largo plazo, y en los planes estratégicos institucionales orientados a la reducción de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático que establece la ley que orienten sus objetivos para avanzar en la adaptación. Para ello es necesario incorporar recursos técnicos y financieros necesarios para asegurar los objetivos del plan para la adaptación al cambio climático.

---

Respecto a la integración y difusión de la información sobre cambio climático, el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC) del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, juega un papel preponderante. Se debe trabajar en articular acciones para consolidar e implementar procesos de forma conjunta con los actores, a fin de facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible.

Guatemala, con el apoyo de organizaciones de la cooperación internacional, está realizando esfuerzos en el diseño conceptual y desarrollo de herramientas de colecta, manejo, almacenaje y difusión de la información relacionada con la adaptación y mitigación del cambio climático. Sobre la información que se colecte, esta deberá ser incorporada en los sistemas de información del SNICC a fin de analizarla espacialmente; de igual forma, se deberá consolidar la información estadística para permitir evaluaciones y modelamientos sobre los efectos del cambio climático.

### 5.2.3 Integrar la gestión de riesgo en la planificación y programación estatal

En el 2001, en Guatemala se promulgó la Política Nacional de Reducción de Riesgo a los Desastres, la cual plantea que la misma, debe enfocarse en la gestión de las amenazas y vulnerabilidades de la población y el territorio (CONRED, 2011), proponiendo la convergencia de los esfuerzos por reducir las vulnerabilidades e incrementar los niveles de resiliencia de los ecosistemas humanos y naturales. La política de gestión de riesgo para reducción de desastres se centra en los procesos y productos que aproximen a la sociedad en su conjunto a un nivel de resiliencia social, económica y estructural progresivamente mayor, pasando de un esquema conceptual centrado en el desastre y en las etapas que comprenden el ciclo desastre, a un esquema de intervención centrado en el riesgo y sus factores determinantes, la vulnerabilidad y la amenaza.

Con la finalidad de mejorar los procesos de planificación, que integren la variable de cambio climático en la planificación y programación estatal, SEGEPLAN creó la Dirección de Gestión de Riesgos, cuya función principal en el marco del Sistema Nacional de Planificación, es la institucionalización de la gestión de riesgo en los procesos internos y externos de la Secretaría, a efecto de crear la cultura institucional de atención a la prevención y la reducción de las vulnerabilidades, que articulada a las políticas nacionales de desarrollo (SEGEPLAN, 2011). Para cumplir con este mandato, se proponen las herramientas siguientes:

#### **Atlas Nacional de Riesgo con base en la estimación participativa**

Este Atlas se ha construido en dos etapas, la primera con el levantamiento de la información a nivel de municipal en el contexto de la formulación de los planes de desarrollo municipal, y la segunda a nivel de lugar poblado y microrregiones, a partir de la relación de la información de fuentes múltiples sobre la relación de las vulnerabilidades y amenazas.

#### **Guía de criterios y orientaciones mínimas para la inclusión de la gestión de riesgo en los procesos de planificación y ordenamiento territorial**

Es una herramienta para que los actores técnicos involucrados en la planificación y ordenamiento territorial en los ámbitos local, municipal, departamental, regional y nacional, dispongan de los elementos fundamentales para cada una de las fases, desde la preparación de los planes hasta su evaluación.

#### **Lineamientos para vincular la gestión de riesgo en el proceso de planificación sectorial e institucional**

---

Permite incluir los enfoques transversales considerados en el contexto político, en el marco estratégico, cultura organizacional, sistemas internos, planes, presupuestos y servicios de las instituciones. Se ha incluido dentro del documento de “Planificación institucional orientada a resultados de desarrollo” en la transversalización de enfoques: el ejemplo de la gestión de riesgo”.

#### **La Guía de Análisis de riesgo en la formulación de los proyectos de inversión pública**

Es una herramienta que para los procesos de formulación de proyectos de inversión pública, principalmente, para los que no forman capital fijo, como un mecanismo que incorpora la variable riesgo en las diferentes fases del ciclo del proyecto, buscando no generar nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes.

La guía de lineamientos para vincular la gestión de riesgo en el proceso de planificación sectorial e institucional y la del análisis de riesgo en la formulación de los proyectos de inversión pública, está referida en el manual que la Dirección Técnica de Presupuesto del Ministerio de Finanzas Públicas, denominó “Gestión para la reducción de riesgos a desastres y presupuesto público”.

Adicionalmente, se debe trabajar en la mejora de la precisión de los instrumentos, métodos y sistemas de estimación del riesgo, que posibiliten obtener información para la planificación. Esto significa una mayor precisión y temporalidad en la obtención de resultados tendientes a la disminución del riesgo.

Dentro del proceso de gestión del riesgo, se debe fomentar la investigación en el manejo integral del riesgo, ya que la reducción del riesgo requiere de conocimiento y manejo de la información, se hace necesario consolidar un sistema de información regional que facilite el acceso, intercambio y búsqueda de información a todos los actores sociales involucrados en este proceso.

#### **5.2.4 Promover el ordenamiento territorial como estrategia para disminuir la vulnerabilidad**

La falta de opciones de educación, empleo y servicios básicos promueve la migración de las personas del área rural hacia los centros poblados, generando fuerte concentración de habitantes, con el consecuente aumento de la vulnerabilidad. La gestión del territorio debe realizarse con énfasis en el desarrollo social, considerando el concepto de territorio seguro. Esto requiere esfuerzos orientados en reducir la exposición humana a los eventos extremos. Para ello se requiere impulsar un enfoque de adaptación al cambio climático para combatir la pobreza, a la vez que se mejoran los modelos de ocupación del territorio.

Una de las vías es la ordenación del territorio. En Guatemala, el ordenamiento territorial es considerado como un proceso que contribuye a mejorar la calidad de vida de los pobladores de un territorio, a través de la aplicación de un conjunto de instrumentos que identifican de manera estratégica, dónde, cómo y con qué temporalidad, se necesita desarrollar acciones, intervenciones e inversiones públicas y privadas para llevar el nivel de desarrollo de una determinada localidad hacia uno mejor.

Con esta finalidad, SEGEPLAN creó la Dirección de Ordenamiento Territorial, como la instancia encargada de elaborar la propuesta de políticas, metodologías, normas, instrumentos y herramientas, que faciliten el ordenamiento del territorio, en el marco del apoyo técnico que la Secretaría ofrece al Sistema de Consejos de Desarrollo y a las municipalidades. Esta dirección brinda asesoría técnica a procesos de planificación del ordenamiento territorial municipal, para realizar sus planes de ordenamiento territorial y se convierte en la entidad encargada de velar por la calidad y el registro de dichos planes en el país.

---

SEGEPLAN, como entidad rectora del Sistema Nacional de Planificación, brinda asistencia técnica y herramientas para que cada municipio cuente con su plan de ordenamiento territorial.

Como parte del acompañamiento técnico de la SEGEPLAN, se han elaborado guías para la elaboración del plan de ordenamiento territorial municipal y la caja de herramientas para la elaboración del plan de ordenamiento territorial. De igual forma, ha acompañado la elaboración de los siguientes planes regionales:

- Plan de desarrollo de la Franja Transversal del Norte
- Plan de desarrollo de Litoral del Pacífico
- Plan de Desarrollo Integral de Petén
- Diagnóstico Territorial de Petén

Dentro de este proceso, en la medida de lo posible, se ha priorizado la gestión de las áreas de mayor vulnerabilidad ambiental o riesgo ya sea por su exposición, o por diversas condiciones que impliquen deterioro ambiental.

### **5.2.5 Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables**

Se deben integrar acciones para mejorar el desarrollo de las comunidades más vulnerables, entre estas las urbano-marginales y las rurales. Las alternativas de desarrollo económico deben integrarse con las estrategias para la reducción de la pobreza.

Si bien en Guatemala no se han desarrollado modelos de crecimiento que involucren la variable de cambio climático, si se tienen evidencias que los medios de vida de las poblaciones más vulnerables se encuentran amenazadas por las variaciones en el clima. La recurrencia de los eventos climáticos y los impactos en las poblaciones más vulnerables, los colocan en una posición de desventaja respecto al resto de la sociedad.

Los modelos de crecimiento hacen énfasis en aquellos sectores económicos más representativos de la economía nacional, las políticas de pobreza se sustentan en el desempeño de sectores productivos relativamente marginales, los cuales no hacen parte central de las alternativas de crecimiento más significativas para el país. Es entonces necesario integrar las políticas de pobreza al desempeño de los mayores sectores productivos del país, y que a su vez serán afectados en su capacidad productiva por el cambio climático. La generación de empleo y la integración de sectores marginados de la población a las estrategias de cambio climático son sin duda una oportunidad de desarrollo para el país.

Los proyectos piloto de adaptación al cambio climático que se empiezan a desarrollar en el país, han identificado la importancia de la participación ciudadana en el proceso de identificación y validación de las acciones de adaptación y que ésta contribuye a la interiorización de las metas y resultados de las medidas. La identificación participativa de las medidas de adaptación contribuye al fortalecimiento y consolidación de espacios de participación y consulta, fortaleciendo también la gobernanza local.

---

## 5.3 Acciones de adaptación en el país

### 5.3.1 Medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la salud humana

De acuerdo a lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático, le corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), establecer acciones para la prevención y disminuir enfermedades como: infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas, y, particularmente, leishmaniasis, malaria, dengue y otros. A continuación se presentan algunas medidas orientadas a reducir la vulnerabilidad de las poblaciones guatemaltecas, relacionadas con la salud humana.

#### 5.3.1.1 Medidas de adaptación generales, enfocadas al Sistema Nacional de Salud Pública

Con el propósito de reducir los efectos de la variabilidad climática sobre la salud humana, se hace necesario fortalecer el Sistema Nacional de Salud Pública, específicamente el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, a cargo del MSPAS, para desarrollar medidas de adaptación tendientes a:

- Generar mayor información y conocimientos sobre la relación entre la variabilidad climática y las principales enfermedades asociadas al clima, como las enfermedades diarreicas agudas (EDAs), las infecciones respiratorias agudas (IRAs), la malaria y el dengue, entre otras;
- Establecer sistemas de alerta temprana basado en el monitoreo de factores climáticos, inserto dentro del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica;
- Fortalecer las capacidades de respuesta del Sistema Nacional de Salud Pública para atender efectivamente los brotes y epidemias derivados de la variabilidad y los cambios en el clima, así como de los eventos extremos asociados a los mismos.

#### 5.3.1.2 Medidas de adaptación específicas, dirigidas a las EDAs y las IRAs

Para el caso de las EDAs y las IRAs, se hace necesario fortalecer el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica en términos de la representatividad de las referidas afecciones en el mismo, de forma que se garantice una adecuada representación de la detección y registro de los casos, que permita la generación de datos estadísticos robustos, que puedan alimentar los correspondientes sistemas de alerta temprana.

Correspondientemente, se hace necesario mejorar los mecanismos de acceso a la información estadística sobre la incidencia y prevalencia de las afecciones de la salud asociadas al clima, de modo que esta información se encuentre disponible de forma oportuna y con cantidad y calidad suficiente para apoyar procesos de formulación de políticas, planificación, toma de decisiones y respuesta a brotes y epidemias.

### 5.3.1.3 Medidas de adaptación específicas, dirigidas al control del dengue y la malaria

Una medida clave para el control del dengue y la malaria consiste en el desarrollo de sistemas de alerta temprana epidemiológica que incorporen el monitoreo en tiempo real de factores climáticos y ambientales regionales. En este sentido, debe fortalecerse el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica para dotarle de un sub-sistema de vigilancia entomológica basado en modelos analíticos alimentados con indicadores bioclimáticos predictores y con los hábitos conductuales de la población.

Para lograr lo anterior, se propone una serie líneas de acción y sus correspondientes actividades, las cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Líneas de Acción	Actividades
Fortalecimiento del Sistema Nacional de Salud Pública y del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica	Establecer un sistema de predicción bioclimática que permita a los servicios de salud pública y a las comunidades, prepararse de forma oportuna para atender y enfrentar brotes y epidemias de afecciones relacionadas con el clima
	Desarrollar estrategias, políticas e infraestructuras públicas destinadas a atender los brotes y epidemias de afecciones asociados a los periodos de precipitación y sequía.
Formulación de políticas públicas para adaptar el Sistema Nacional de Salud Pública a los efectos del cambio climático	Desarrollar Planes de Gestión de riesgos a la salud, asociados al clima que involucren a todos los niveles de atención del Sistema Nacional de Salud Pública
Comunicación y divulgación de información sobre los riesgos a la salud, asociados a la variabilidad y los cambios en el clima	Desarrollar planes y campañas de comunicación que permitan llevar información sobre las enfermedades asociadas al clima a los servicios de salud, así como incorporar esta información en las instituciones educativas publicas
	Desarrollar campañas masivas de comunicación que permitan informar a la población sobre los riesgos a la salud asociados al clima

### 5.3.2 Acciones identificadas para la adaptación de los recursos hídricos

La calidad de vida y el desarrollo de muchas actividades productivas están influenciadas por la disponibilidad y calidad del agua, principales en los hogares que realizan actividades de subsistencia. En muchas regiones de Guatemala, tanto la calidad de agua como su cantidad están limitados para muchas poblaciones, por lo que las acciones orientadas a adaptar al sector hídrico es uno de los prioritarios desde la perspectiva de adaptación ante el cambio climático.

Las evaluaciones realizadas por Saubes (2015) indican que en la actualidad existen muchas poblaciones en las microcuencas de las partes altas del altiplano central que poseen una disponibilidad media anual menor a los 1,700 m<sup>3</sup>/año, que está definido como el umbral mínimo (estrés hídrico); y que para el 2050, la disponibilidad de agua per cápita en muchas microcuencas será menor a 1,000 m<sup>3</sup>/año, indicando que estas poblaciones se encontrarán en situación de escases.

---

Esto demuestra que en muchas regiones se tiene un desequilibrio entre disponibilidad hídrica y demanda, ya que se utiliza más de 100% de la disponibilidad. A mediano plazo, en estas regiones del país, por los altos niveles de requerimiento de agua, será probable encontrar condiciones de sequías hidrológicas, agrícolas o sociales. Son diversos los factores que crean vulnerabilidad ante episodios de sequía, principalmente: a) la variabilidad en la distribución espacial y estacional de la lluvia; b) la distribución espacial de las poblaciones humanas, áreas de cultivo y riego y otras actividades productivas; c) la fuerte contaminación y el uso ineficiente del agua; d) los cambios de uso de la tierra, especialmente a aquellos que reducen la posibilidad de infiltración y percolación profunda de las aguas; y e) la sobreexplotación de los recursos hídricos, incluyendo los obtenidos del subsuelo.

Frente a la sequía, se ha comenzado a diseñar acciones para reducir la vulnerabilidad, como los Sistemas de alerta temprana que surgen por medio de los análisis meteorológicos que brindan orientaciones a los productores de la presencia de potenciales anomalías climáticas (INSIVUMEH, 2015).

Con base en la Política y Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídrico (GIRH), en Guatemala se creó el Gabinete Específico del Agua, el cual ha promovido el ordenamiento institucional en la visión de esta política. Además, ha iniciado la planificación hidrológica a través de cuatro programas: Agua y Saneamiento para el Desarrollo Humano; Manejo del Bosque, Suelo y Calidad del Agua; Gobernabilidad y Planificación del Agua; y Aguas Internacionales.

De forma paralela, para mejorar la eficiencia de la inversión pública y la cooperación internacional, se elaboró el Plan Multianual de Ambiente y Agua, y creó la Mesa de Cooperantes. Se ha considerado la necesidad de fortalecer el sistema nacional de información sobre el recurso hídrico con el fin de que pueda brindar la información necesaria para generar proyecciones más acertadas sobre la disponibilidad de agua en el tiempo y el espacio y lograr avanzar hacia la elaboración de balances mensuales.

El régimen hidrológico incide sobre la disponibilidad real de agua para la población. Este hecho se debe, en primer lugar, a que depende exclusivamente de la lluvia y el almacenamiento subterráneo (pues solo alrededor del 1.5% del volumen de agua anual se regula), y en segundo lugar, a que la distribución espacial de la lluvia es muy irregular. Por ejemplo, el área metropolitana de Guatemala, que se ubica en la parte alta de la cuenca, recibe menor precipitación y el flujo superficial es mejor, no obstante ahí se asienta gran parte de la población del país. Por lo tanto, la inversión en infraestructura hidráulica, para lograr una mayor regulación del agua para usos múltiples, debe ser una prioridad.

Esta acción también contribuirá a disminuir la vulnerabilidad de la población a los efectos ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos extremos. El abastecimiento de agua para el Área Metropolitana de Guatemala y otras áreas urbanas tiene, entre otras tareas, dos grandes retos. Por una parte, lograr una explotación sostenible de los acuíferos, con los consecuentes incrementos en los costos de bombeo, y por otra, tener acceso a nuevas fuentes que se encuentran fuera de su jurisdicción. Para superar estos retos, será necesario ordenar el aprovechamiento de los acuíferos a través de la aplicación de instrumentos consensuados y establecer mecanismos de asignación y compensación.

A través del GEA, se ha logrado avanzar hacia la superación de estos retos, en particular por medio de acciones priorizadas, como el fortalecimiento institucional para la planificación hidrológica y las obras de regulación hídrica. Estos avances representan la modernización del marco legal e institucional del agua, que incluye la implementación de la Política Nacional de GIRH y el diseño e implementación del Diálogo Nacional del Agua (DNAG), orientados a la promoción de la gobernabilidad eficaz del agua y la consulta

---

y socialización de la Política Nacional de GIRH, con amplia participación de los actores relevantes en el ámbito nacional y local.

El Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032, dentro del eje recursos naturales hoy y para el futuro: la prioridad de adaptación y mitigación frente al cambio climático. Este eje dicta medidas específicas para la adaptación, que son específicas a los recursos hídricos, las cuales son (CONADUR, SEGEPLAN, 2014):

- o Inserción del cambio climático y sus impactos en las políticas de recursos hídricos.
- o Evaluación de la calidad de aguas para su tratamiento y reutilización para enfrentar así déficits por fenómenos emergentes del cambio climático.
- o Promoción del uso eficiente de agua de riego proveniente de fuentes superficiales y subterráneas.
- o Alternativas tecnológicas para el manejo intensivo de agua en el sector agrícola, industrial, minero, etc.
- o Generación de información sobre la determinación de la vulnerabilidad de los centros poblados al déficit de agua y a los eventos hidrometeorológicos extremos durante la época de lluvias.
- o Conservación, protección, restauración y manejo sostenible de las zonas de captación y regulación hidrológica.
- o Promoción de sinergias con programas de manejo de cuencas, programas nacionales de riego y manejo de agua, entre otros, para impulsar acciones conjuntas orientadas al mejor manejo del agua bajo las condiciones previstas de cambio climático.
- o Identificación de alternativas energéticas para enfrentar la vulnerabilidad del suministro hidroeléctrico.

### 5.3.3 Adaptación en la generación de energía hidroeléctrica

Como se explicó en la sección de vulnerabilidad en la generación de energía hidroeléctrica, ésta se relaciona principalmente a la variabilidad del ciclo hidrológico, ya que el sector energético se vuelve vulnerable, tanto durante los episodios de sequía como durante la ocurrencia de lluvias severas. Con la finalidad de reducir su propia vulnerabilidad, la cual se evidencia en la necesidad de implementar tres estrategias para reducir los efectos sobre el sistema económico, de la variación del clima.

#### 5.3.3.1 Diversificación de la matriz energética

Las características de la estacionalidad de los recursos renovables con los que cuenta el país, repercute en la proyección de una potencia disponible por encima de la demanda proyectada, derivado de la generación con recurso hídrico (centrales hidroeléctricas sin regulación anual), la cual depende de la estacionalidad del invierno en la región (MEM, 2013)

Dentro de los objetivos del Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2014-2028, se tienen: la diversificación de la composición de la matriz energética, priorizando los proyectos con energías renovables, principalmente la generación geotérmica. Otras energías renovables que se están impulsando, son la generación fotovoltaica y la generación eólica. Dentro del mismo plan, se propone la incorporación de otra fuente energética, que son las plantas generadoras a base de gas natural (GLP). Estas plantas, aunque emplean combustibles no renovables, contribuyen a la diversificación de la matriz energética, principalmente para los periodos de baja generación hidroeléctrica.

En conjunto, estas medidas buscan contar con una composición de la matriz que la haga menos vulnerable a los efectos del cambio climático, principalmente en las épocas de sequía, y que a su vez, minimice las emisiones de GEIs. De acuerdo a los planes de expansión, la Política Energética 2013-2027 propone que para el 2027, la matriz mantendrá una proporción de 65% a 35% entre la generación de energías renovables vs energías no renovables, sin embargo, los aportes de la geotermia y biomasa son mayores, reduciendo el aporte de las plantas hidroeléctricas (ver Figura 56).

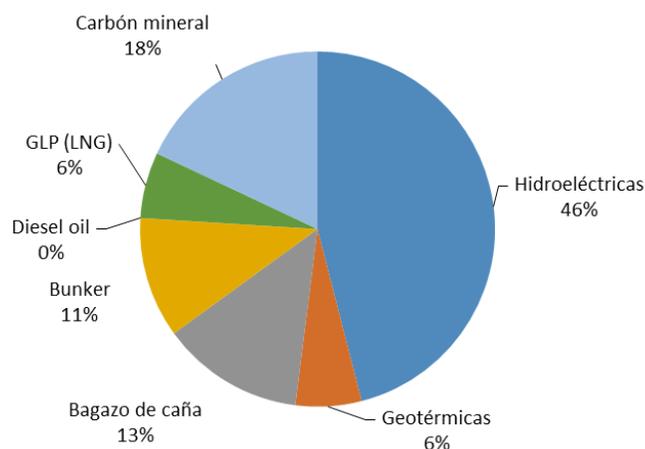


Figura 56. Matriz de generación eléctrica de Guatemala proyectada al 2027

Fuente: Política Energética 2013-2027 (MEM, 2013).

De igual forma, la inclusión de combustibles como el gas natural (GLP) reducen el uso de otros combustibles de mayor precio, como el bunker, con lo que se pueden mantener precios más competitivos en el país.

### 5.3.3.2 Interconexión eléctrica regional

La segunda estrategia está referida a la interconexión eléctrica regional. Guatemala es el país con mayor capacidad instalada de la región centroamericana, por lo que se ha convertido en un exportador de energía en la región. Sin embargo, en las épocas de menor generación, en algunos momentos se ha requerido importar energía principalmente de México, país que por sus características, realiza una generación basada en el uso de hidrocarburos.

En los escenarios de expansión de la generación eléctrica de Guatemala, se observa que la interconexión México-Guatemala, tomando en cuenta las expectativas y proyección de precio para dicha interconexión, será necesaria en los períodos de época seca (MEM, 2014). Esta es la segunda estrategia hacia la adaptación de este sector, a las variaciones del clima.

### 5.3.3.3 Relación entra la potencia disponible versus demanda

Los planes de expansión buscan evitar el déficit de energía por generación eléctrica y por lo tanto que se deba racionar el servicio. Los análisis de expansión, de acuerdo al objetivo de la planificación a largo plazo, proyectan que la Potencia Disponible sea mayor que la Demanda en cada uno de los períodos del estudio.

Esto se debe principalmente a las características de la estacionalidad de la generación hidroeléctrica principalmente, tanto durante la época seca, como en los años afectados por las sequías. En Guatemala, existen dos plantas que poseen reservorios de regulación anual, y que al 2014 aportaron el 44% de la energía generada por agua. Las restantes plantas producen energía a filo de agua o con reservorios de regulación diaria.

Debido a estas características y el tipo de recursos renovables con los que cuenta el país, las proyecciones requieren tener una potencia disponible por encima de la demanda proyectada, debido a que la generación con centrales hidroeléctricas sin regulación anual, depende de la estacionalidad del invierno en la región (ver Figura 57).

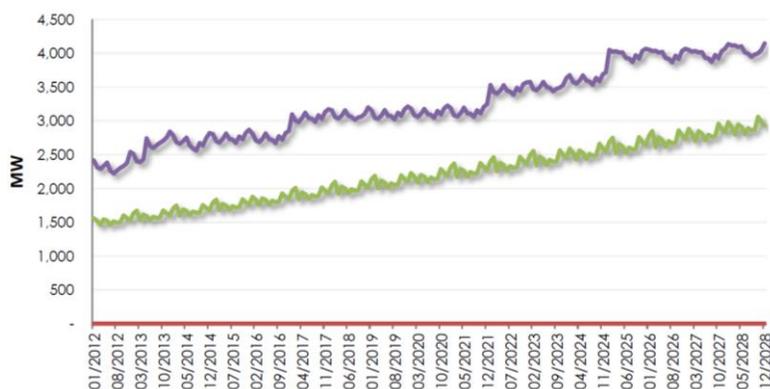


Figura 57. Matriz de generación eléctrica de Guatemala proyectada al 2027  
Fuente: Política Energética 2013-2027 (MEM, 2013).

### 5.3.4 Adaptación de la agricultura

De acuerdo con el texto de los Acuerdos de Cancún, la adaptación en los países en desarrollo deberá ser dirigida e implementada desde su perspectiva y prioridades; incorporando la equidad de género, bajo un enfoque participativo y transparente, considerando los grupos, comunidades y ecosistemas vulnerables, y deberá orientarse sobre la base del mejor conocimiento científico disponible, y por el conocimiento ancestral y local, con miras a integrar la adaptación en las políticas y acciones relevantes de tipo social, económico y ambiental.

#### 5.3.4.1 Sector público

Sobre la base de los anteriores principios y criterios el Ministerio de Agricultura ha realizado avances en el diseño e implementación de lineamientos estratégicos, para orientar y viabilizar la adaptación del sector agrícola ante el cambio climático, priorizando la adaptación de las familias que cultivan granos básicos, y visibilizando las medidas que contribuyen a la equidad de género y etnicidad. Como parte del marco orientador para operativizar el tema de adaptación en los territorios rurales, uno de los primeros esfuerzos por aproximar la agricultura a la realidad de la variabilidad climática, es la transversalización del eje de sostenibilidad ambiental en la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, así como la ubicación de las acciones de adaptación en uno de los 7 Caminos de dicha política: El Camino Campesino.

Dentro del marco de la PNDRI se destaca el Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC) enfocado en la producción de alimentos y a la dinamización de las economías locales, impulsando a los productores de infra y subsistencia a ser excedentarios y, a partir del logro de este propósito, que esas poblaciones, que son mayoritarias en los territorios rurales, alcancen abandonar de manera definitiva la situación de pobreza, pobreza extrema, exclusión y vulnerabilidad en que se encuentran.

El PAFFEC, a través de su Objetivo Estratégico 3.2 del. “Articulación de las unidades operativas territoriales del MAGA con los municipios” considera la creación del Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER) orientado a potenciar las capacidades de producción, organización y autogestión de la población rural del país, mediante procesos de educación no formal y ejecución participativa que tiendan a mejorar la calidad de vida de las familias campesinas. Una de las estrategias operativas del SNER es el la creación de Centros Comunitarios de Aprendizaje para el Desarrollo Rural (CADER) en comunidades rurales de todos los municipios priorizados por la PNDRI.

Los CADER son el instrumento metodológico principal para organizar las actividades de aprendizaje, la promoción y transferencia de prácticas y tecnologías de agricultura familiar y fortalecimiento de la economía campesina. Entre las prácticas promovidas por los CADER y que son consideradas como claves para fomentar la adaptación de la agricultura de pequeña escala al cambio climático se incluyen: fortalecimiento de la participación organizada; conservación de suelos, agroforestería, manejo postcosecha; diversificación productiva; la educación del hogar (comunicación, alimentación, nutrición, higiene). Estas prácticas podrían estar acompañadas de acciones que promueven e inician la diferenciación (uso de semillas mejoradas, cosecha de agua entre otras), también acciones más especializadas como cultivos en ambientes controlados, acceso a servicios de apoyo a la producción, negocios rurales, capacidades de organización y encadenamientos entre otros.

El cuadro 21 muestra como esta iniciativa se enmarca dentro del conjunto de las acciones de adaptación del sector agrícola promovidas por el MAGA:

Cuadro 21. Acciones de Adaptación impulsadas por el MAGA

Líneas estratégicas	Acciones específicas	Indicadores
	Cobertura de extensión agrícola	1030 extensionistas
	Implementación de CADER	9,250 CADER conformados
	Conservación de suelos	20,000 ha
	Semillas adaptativas de granos básicos	18,601 quintales entregados (maíz y frijol)
	Huertos familiares	41,798 huertos establecidos
	Reservorios de agua con fines de riego	500 reservorios a construir
	Silos de 12 quintales entregados a productores	55,850 silos entregados
	Manejo post-cosecha, reserva nacional	19,000 toneladas métricas
Administración del agua con fines productivos	Riego artesanal, mini riego y unidades de riego	20,310 ha bajo riego
Un sector articulado	Formulación de Políticas de Riego	1 política implementada

Fuente: MAGA, 2015

La adaptación implica la definición y priorización de estrategias de trabajo y territorios, considerando las tendencias de cambios futuros y los retos – como sostener la producción de alimentos en el país - y oportunidades actuales. En el taller “Oportunidades para la adaptación del sector agrícola al cambio climático” (Ciudad de Guatemala, 23 de octubre de 2014), organizado por Conservación Internacional y CATIE, representantes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, universidades, centros de investigación y organizaciones de cooperación interesadas en el sector agrícola, señalaron líneas de adaptación prioritarias del sector agrícola a nivel nacional (ver cuadro 22).

Cuadro 22. Prioridades de adaptación del sector agrícola de Guatemala

Acciones de Adaptación	Actores Clave	Oportunidades	Barreras
<b>Planificación a nivel local</b> (ordenamiento de cuencas y planes agrícolas municipales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Organizaciones de productores</li> <li>– PLAMAR</li> <li>– Gobiernos locales/AME</li> <li>– MAGA/SNER</li> <li>– MARN (unidad de cuencas hidrográficas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Monitoreo de cuencas del MAGA</li> <li>– Ordenamiento territorial en implementación</li> <li>– Estructura para la implementación del PAFFEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No hay leyes y políticas específicas para el agua</li> <li>– Voluntad política</li> <li>– Estabilidad personal de las AME</li> <li>– Continuidad SNER y PAFFEC</li> </ul>
<b>Fortalecimiento de la organización local</b> (principalmente de productores de granos básicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Organizaciones de productores</li> <li>– MAGA</li> <li>– MARN</li> <li>– COMUSAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cooperación externa</li> <li>– ONG trabajando en la área</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Financiamiento</li> <li>– Pocas oportunidades para las mujeres</li> </ul>
Consolidación de <b>servicios de extensión</b> para adaptación y diversificación agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>– MAGA</li> <li>– AME</li> <li>– SLE</li> <li>– CADER</li> <li>– COCODE</li> <li>– Gobiernos locales/AME</li> <li>– Organizaciones de productores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voluntad política (en algunos momentos)</li> <li>– Reinicio del Sistema de Extensión Rural</li> <li>– Metodología de formación/ campesino a campesino</li> <li>– Escuelas de campo</li> <li>– CADER organizados y funcionando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voluntad política (en otros momentos)</li> <li>– Procesos paternalistas</li> <li>– Continuidad del personal en programas de capacitación</li> </ul>
Acceso a <b>información agroclimática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– MAGA</li> <li>– FEWS NET</li> <li>– SESAN</li> <li>– FAO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El sistema ya existe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voluntad política</li> <li>– Financiamiento</li> </ul>
Acceso a <b>información de precios y mercados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– AGEXPORT</li> <li>– MAGA</li> <li>– Cooperativas de crédito</li> <li>– ONG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Experiencias de AGEXPORT en encadenamientos productivos con pequeños productores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No hay información de mercados, disponible a nivel local</li> </ul>

<b>Infraestructura</b> para el manejo de post cosecha de café y otros productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cooperativas</li> <li>– ANACAFE</li> <li>– Gobiernos locales</li> <li>– Organizaciones de productores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Experiencias de cooperativas o asociaciones cafetaleras</li> <li>– Fideicomisos para apoyar a la caficultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Financiamiento</li> </ul>
<b>Financiamiento</b> (créditos agrícolas, seguros y pagos por servicios ambientales -PSA), con énfasis en pequeños productores	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PLAMAR</li> <li>– Fondo de Tierras</li> <li>– FONAGRO</li> <li>– SAA</li> <li>– ANACAFE</li> <li>– MAGA</li> <li>– MARN</li> <li>– INAB</li> <li>– CONAP</li> <li>– Cooperativas de créditos</li> <li>– Bancos</li> <li>– Gobiernos locales</li> <li>– Universidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Proyectos que incluyen este tema (de GIZ y CATIE)</li> <li>– Experiencias positivas de las cooperativas a nivel local que prestan servicios de ahorro y crédito.</li> <li>– Investigación sobre carbono almacenado en sistemas agroforestales con café</li> <li>– Legislación, programas de incentivos forestales, experiencia de PSA (Fondo del Agua y otras)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Organización comunitaria muy escasa</li> <li>– Altas tasas de interés, poco interés de bancos y aseguradoras en el tema</li> <li>– Inseguridad en la tenencia de la tierra</li> <li>– Falta investigación y marco legal que oriente PSA (p. ej. para transacciones de carbono o servicios hídricos)</li> </ul>

Fuente: Conservación Internacional, CATIE, 2014.

### 5.3.4.2 Sector privado

#### ADAPTACIÓN DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR AL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA

Como se indica en la Memoria Presentación de Resultados de Investigación, Zafra 2013/2014 de CENGICAÑA (Melgar & Quemé, 2014), la Agroindustria Azucarera Guatemalteca ha venido desarrollando una serie de estrategias para la adaptación al cambio climático en los sistemas productivos de la zona cañera de Guatemala.

De acuerdo a la definición de adaptación del IPCC 2007, la Agroindustria Azucarera de Guatemala está poniendo en práctica una adaptación que se caracteriza por ser privada, preventiva, reactiva y está iniciando una adaptación planificada, la cual consiste en el conocimiento de las condiciones que han cambiado o están por cambiar y los requerimientos que se necesitan para lograr la adaptación al cambio climático.

A continuación se describen diferentes estrategias de adaptación, la mayoría son de adaptación incremental y consisten en un mejoramiento o ampliación de actividades que ya están siendo desarrolladas por los productores de caña de azúcar, los ingenios azucareros, el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA o el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC:

### ***Sistema de información meteorológica y análisis climático***

La Agroindustria Azucarera de Guatemala cuenta con una red de 20 estaciones meteorológicas automatizadas, en base a esta se ha desarrollado un sistema de información meteorológica que permite visualizar las variables meteorológicas en tiempo real y analizar la información climática temporal y espacialmente. El ICC emite boletines: meteorológicos, El Niño y balance hídrico. El análisis de la información climática permite estudiar los efectos de fenómenos como el ENSO (El Niño Southern Oscillation) y cambio climático. A través de estudios agrometeorológicos se ha encontrado la relación de diversas variables climáticas con la producción de caña de azúcar, como es el caso del brillo solar de agosto que está altamente correlacionada con la producción de caña de azúcar. Estos análisis se han permitido desarrollar pronósticos generales de la producción de caña de azúcar.

El ICC ha desarrollado una regionalización climática de la vertiente del pacífico e índices de cambio climático (ICC, 2014). El estudio evidenció que los índices de variabilidad climática relacionados con la temperatura que muestran una tendencia a incrementarse son: la temperatura máxima extrema, número de días de verano y frecuencia de noches cálidas. En el caso de los índices relacionados con la precipitación, los que tienden a incrementarse son el número de días consecutivos con una precipitación mayor a los 10 milímetros y el número de días secos consecutivos. Hacia el futuro deberá fortalecerse el Sistema de Pronóstico Climático para apoyar la toma de decisiones sobre aspectos técnicos, ambientales y de mercado. Así también será importante implementar modelos Eco Fisiológicos, para cuantificar los impactos potenciales del cambio climático en términos de rendimiento del cultivo y para evaluar la eficacia de las estrategias de adaptación

### ***Mejoramiento Genético***

Diversos autores coinciden en que una actividad muy importante para la adaptación al cambio climático será el desarrollo de nuevas variedades con tolerancia a la sequía, eficientes al consumo de agua y para temperaturas más altas. El Programa de Variedades de CENGICAÑA cuenta con una estrategia de mejoramiento genético enfocada al incremento del potencial de rendimiento de la caña de azúcar y mejorar su adaptación al cambio climático. La estrategia está basada en cuatro grandes procesos: 1) recurso genético, 2) cruzamientos, 3) selección y 4) desarrollo de variedades.

### ***Biotecnología***

Las actividades de la Biotecnología en CENGICAÑA están orientadas a la caracterización molecular de progenitores, detección molecular de enfermedades, cultivo de tejidos para limpieza de variedades introducidas cuando estén infectadas con enfermedades, selección asistida por marcadores moleculares y estudios de plantas transgénicas. En la caracterización molecular de progenitores, se determina relaciones genéticas entre ellos, esto es útil en la planificación de los cruzamientos. La detección de enfermedades y el cultivo de tejidos ha permitido mejorar el proceso cuarentenario, evitando la introducción de enfermedades, y limpiar las variedades infectadas. En la selección asistida por marcadores moleculares, se han hecho estudios relacionados con el marcador de Roya Marrón (*Puccinia melanocephala*) asociado con Bru1, encontrando alta coincidencia de resistencia genotípica y fenotípica, por lo tanto, se está iniciando el aprovechamiento de este marcador para selección asistida por marcadores moleculares.

En lo que se refiere a las plantas transgénicas, se están iniciando estudios con el propósito de proveer a mediano y largo plazo cultivos adaptados al cambio climático. Esto es: Cultivos resistentes a plagas y enfermedades, cultivos tolerantes a estrés abióticos por ejemplo: tolerantes a sequía, bajas temperaturas o salinidad, también para mejorar la capacidad de fijación biológica de nitrógeno y acelerar los procesos de mejoramiento tradicional. En caña de azúcar, Molina, 2012 reporta que las

---

características transgénicas en las que hay avances a nivel mundial son resistencia a insectos, enfermedades y a estrés abiótico (déficit hídrico, altas temperaturas y salinidad).

### ***Fertilización***

Robertson, 2012 indica que la producción de óxido nitroso puede ser reducida si la cantidad de fertilizante aplicada al cultivo es exactamente la cantidad que éste necesita. Pérez, 2012 ha desarrollado recomendaciones de dosis de nitrógeno (N) para el cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala de acuerdo con el tipo de suelo, la variedad, el ciclo del cultivo (plantía y primera soca), uso de riego, el nivel de materia orgánica del suelo, el rendimiento esperado; y la época y forma de aplicación. Las variedades juegan un papel importante en las recomendaciones de N, ya que se ha determinado que existen requerimientos diferenciales de las variedades con respecto al N (kg de N/t de caña). Las recomendaciones son “variables” en lugar de ser “generalizadas”, por lo tanto, se ha logrado una reducción de la dosis de N principalmente en las plantías. Se han realizado estudios relacionados con la fijación biológica de Nitrógeno (FBN), en búsqueda y aprovechamiento del potencial de las bacterias especializadas que utilizan el N del aire que las plantas superiores como la caña de azúcar no pueden aprovechar, llegando a identificar variedades de caña de azúcar capaces de obtener grandes y significativas cantidades de N por la vía de la FBN. También se ha determinado los aportes de nitrógeno que los abonos verdes (*Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis*) pueden generar y el potencial de la fijación biológica de nitrógeno.

### ***Uso eficiente del agua***

Con el incremento de la temperatura y el riesgo de sequías, el uso eficiente del agua es una estrategia indispensable para la adaptación. El Área de Riegos de CENGICAÑA tiene como objetivo general la optimización del uso del agua buscando la eficiencia técnica y económica del riego y los métodos de riego.

Castro, 2014 describe las principales tecnologías que se han adoptado en la zona cañera de Guatemala: 1) Programación del riego utilizando parámetros del clima-océano, suelo, caña de azúcar; 2) Sistemas de riego más eficiente como microaspersión, pivote central y goteo; 3) Uso del balance hídrico; 4) Estudio de niveles freáticos y análisis del aporte capilar; 5) Eficiencia en la conducción del agua. Estas tecnologías han permitido regar más área con menos agua, tal como se demuestra en los resultados de la zafra de 1990/91, en donde se regaron 0.88 ha por megalitro de agua (ML), mientras que en la zafra 2012/13, se regaron 1.42 ha/ML. La meta a corto y mediano plazo es continuar minimizando el uso del agua, pero sin descuidar la producción de caña.

### ***Almacenamiento de agua***

Guatemala tiene marcadamente dos estaciones: Con lluvia (mayo- octubre) y sin lluvia (noviembre – abril), por lo que el almacenamiento de agua deberá ser una estrategia necesaria para la adaptación, ya que existe déficit hídrico en periodos cortos (canículas) y largos (estaciones sin lluvia). Chan, 2012 menciona que el ICC está dedicando esfuerzos a la investigación de métodos de captación y almacenamiento de agua, iniciando con una revisión de los métodos almacenamiento de agua que existen en el mundo, para luego proponer aplicaciones para la zona cañera de Guatemala.

### ***Manejo integrado de plagas***

A partir del año 2005, con el incremento de la temperatura, nuevas plagas han comenzado a ocasionar algún impacto económico en el cultivo. La estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP) es importante también como actividad de adaptación. El MIP se enfoca a la implementación racional de las técnicas apropiadas de tipo químico, cultural, físico, etológico y, con mayor énfasis a las estrategias biológicas en

una secuencia compatible con la bioecología de la plaga y el cuidado del medio ambiente. Se han generado valores de pérdidas, índices de daño y umbral económico para las principales plagas, los cuales sirven de apoyo a las decisiones y programas de control en cada plaga. El MIP aspira a controlar las plagas y reducir o eliminar el uso de plaguicidas.

### 5.3.5 Acciones identificadas para la adaptación de la biodiversidad

La diversidad biológica es la variedad de ecosistemas, especies y genes que hay sobre la Tierra, resultado de un proceso evolutivo de cuatro mil quinientos millones de años (CONAP, 1999). Los ecosistemas y la diversidad biológica muestran altos niveles de presión humana, a las cuales se suma el cambio climático, como una presión adicional sobre los ecosistemas, la diversidad biológica que está contenida en ellos y los bienes y servicios que proporcionan. Resulta difícil cuantificar los impactos del cambio climático, dadas las presiones múltiples e interactivas que actúan sobre los ecosistemas terrestres (IPCC, 2002).

En este sentido, la Agenda de Cambio Climático para las Áreas Protegidas y la Diversidad Biológica de Guatemala (CONAP, 2010), establece como objetivo de la línea de adaptación, mejorar la capacidad del SIGAP, de brindar servicios ambientales vitales para la población, con énfasis en las zonas de mayor vulnerabilidad del país. Se entiende que en la medida en que estos ecosistemas aporten bienes y servicios a la sociedad, mayor será su propia capacidad de adaptación.

Con esta finalidad, la agenda identificó una serie de programas, acciones y proyectos, los cuales se presentan a continuación:

#### Programa 1.1. Protección y restauración los servicios ambientales del SIGAP

El programa tiene como objetivo restaurar y conservar los procesos biofísicos esenciales de los ecosistemas del SIGAP, y de esta forma asegurar un flujo sostenible de bienes y servicios hacia la sociedad como el apoyo a la reducción de riesgo, dotación de agua para consumo y la seguridad alimentaria, proponiendo iniciar acciones en las regiones de mayor vulnerabilidad socioeconómica. Este programa se basa en la implementación de las acciones siguientes:

Acción 1.1.1	Aumentar la Cobertura de los bosques pluviales y nubosos dentro del SIGAP, iniciando con la identificación y evaluación del estado de conservación de los bosques pluviales y nubosos de Guatemala. Proyectos priorizados: Protección y conservación de los bosques pluviales y nubosos Protección y restauración de áreas protegidas y otras de importancia
Acción 1.1.2	Establecimiento de oferta y demanda de las fuentes de agua dentro del SIGAP, que permitan orientar acciones para el manejo sostenible del recurso. Proyectos priorizados: Gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas prioritarias dentro del SIGAP
Acción 1.1.3	Apoyo a la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial de las cuencas prioritarias por vulnerabilidad social, promoviendo la consolidación del SIGAP como un instrumento de adaptación. Las cuencas prioritarias identificadas por SEGEPLAN son: Motagua, María Linda, Los Esclavos, Paz, Achiguate, Atitlán, Samalá y Ocosito.

---

## Programa 1.2. Conservación y uso sostenible de especies de importancia para la seguridad alimentaria y medicinal

La seguridad alimentaria, entendida como el estado en el cual la población tiene acceso a suficiente alimento para satisfacer sus necesidades, es deficiente en Guatemala. El número de personas desnutridas ha ido aumentando en el país, al extremo que pasó de 1.4 millones en el período 1990-1992 a 2.8 millones en el período 2000-2002 (Guardiola, González Cano, & Vivero Pol, 2006). Las áreas protegidas son territorios en donde la población puede acceder a recursos alimenticios que les ayudan a mantener sus medios de vida. La agricultura, las actividades forestales, la cacería y la pesca son todas actividades sensibles al clima, sus procesos de producción – ya sea para alimentos, medicinas, bebidas, energía, cultivos industriales, ganadería, aves de corral, peces o productos forestales – se verán afectados por el cambio climático (FAO, 2007).

Este programa se basa en la implementación actividades para mantener y restaurar la capacidad de las áreas protegidas y de otros ecosistemas de importancia, de producir especies que son vitales para mantener los medios de vida de la población, principalmente, los parientes silvestres de los cultivares que tienen su origen en Guatemala, productos hidrobiológicos y especies cinegéticas.

Para su implementación se deberá centrar en la ejecución de:

### Acciones de apoyo

---

Acción 1.2.1	Identificación de cultivares nativos y especies silvestres de importancia para la seguridad alimentaria y medicinal en el país. Proyectos priorizados: Desarrollo de sistemas de conservación in situ por medio del manejo de huertos familiares Diversidad biológica y desarrollo en el corredor seco
Acción 1.2.2	Establecimiento de sitios de reproducción de especies de fauna silvestres autóctonas, para la repoblación de áreas protegidas y otros ecosistemas de importancia para la seguridad alimentaria de las poblaciones locales. Proyectos priorizados: Promoción de la acuicultura marina con especies nativas Repoblación de esteros y sitios de pesca artesanal, con especies nativas

---

Los proyectos que se identificaron dentro de la línea de adaptación al cambio climático, se ubicaron geográficamente (ver Figura 58).

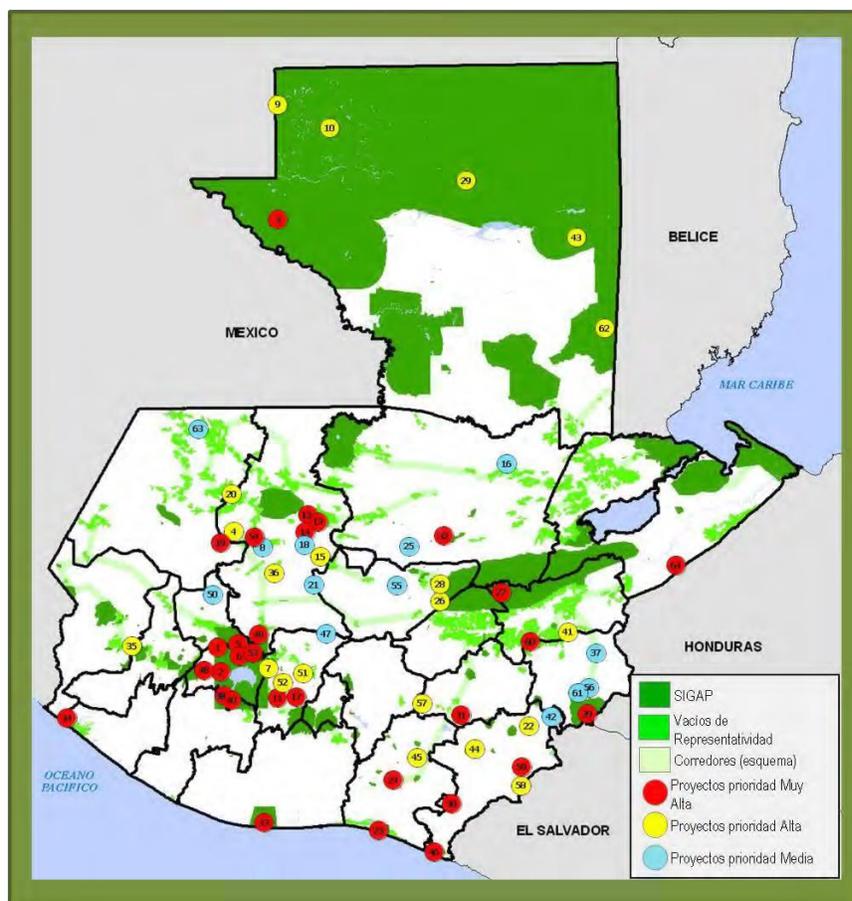


Figura 58. Ubicación de los proyectos prioritarios de la Línea Temática 1. Adaptación.  
Fuente: Agenda de Cambio Climático para las Áreas Protegidas y la Diversidad Biológica de Guatemala (CONAP, 2010).

### 5.3.6 Otras iniciativas existentes de adaptación

#### 5.3.6.1 Sector académico

- **Proyecto Cambios Globales y Café, Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB), Universidad del Valle de Guatemala**

El proyecto Cambios Globales y Café tiene como objetivo general estudiar las estrategias de adaptación de las familias de pequeños caficultores a múltiples presiones que provienen de cambios globales como: la fluctuación de precios, el cambio climático y las plagas y enfermedades, en cuatro países de Mesoamérica, incluyendo a Guatemala. El proyecto ha estudiado la adaptación de los caficultores por 12 años por medio de tres fases de investigación, las cuales han sido financiadas por el Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) y se han realizado por medio de una red de investigación multidisciplinaria conformada por científicos que representan a varias entidades en distintos países de América.

La Primera fase (Proyecto piloto 2003-2005) se enfocó en el estudio de la respuesta de los caficultores ante la crisis de precios del café. En la segunda fase: Estrategias Efectivas de Adaptación

---

y Reducción de Riesgos por Fluctuaciones de Precios y Cambios Climáticos: Lecciones de la Crisis de Café en Mesoamérica, (2006-2010) se evaluaron las estrategias de adaptación de los caficultores a la fluctuación de precios, cambio climático, plagas y enfermedades. Y la tercera fase: Opciones de adaptación para los pequeños productores de café en un clima cambiante. Los desafíos de la certificación para los servicios ecosistémicos (2012-2015) ha tenido como principal objetivo estudiar si la incorporación de las prácticas requeridas en la certificación del café podrían contribuir a constituir un ecosistema más resiliente a los cambios del clima.

- **Índice de Adaptación al Cambio Climático, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar**

Con el apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través de su Programa de Monitoreo y Evaluación (MEP), el IARNA desarrolló el Índice de Adaptación al Cambio Climático, el cual es una herramienta de diagnóstico a nivel comunitario que pretende medir, en el ámbito comunitario, la capacidad de adaptación al cambio climático, en función de cinco criterios, a saber: i) Disponibilidad de recursos; ii) Capacidad de Respuesta; iii) Homeostasis; iv) Empoderamiento y v) Resiliencia.

Como parte de este estudio, la metodología fue aplicada en 69 unidades territoriales de desarrollo comunitario, distribuidas en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Alta Verapaz y Petén, en donde trabajan diversos proyectos de asistencia de USAID.

Los resultados muestran que los componentes con más fortaleza son: Disponibilidad de Recursos y Homeostasis; mientras que los componentes más débiles son: Capacidad de respuesta y Resiliencia.

Del total de unidades territoriales de desarrollo comunitario evaluadas, solo el 1.4% muestra una alta capacidad de adaptación; mientras que un 94.3% muestra una capacidad media de adaptación y un 4.3% una baja capacidad de adaptación.

El IARNA considera que esta metodología tiene un importante potencial en la planificación y priorización de actividades de asistencia para mejorar la capacidad de adaptación comunitaria al cambio climático.

### **5.3.6.2 Sector no-gubernamental**

- **Conocimientos Tradicionales para la Adaptación al Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala, The Nature Conservancy/CNCG**

Con el apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través de su Programa de Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala (CNCG), The Nature Conservancy desarrolló el estudio “Conocimientos Tradicionales para la Adaptación al Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala”, cuyo objetivo fue el de sistematizar conocimientos tradicionales-ancestrales sobre pautas de adaptación al cambio climático en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Según cita el informe de este estudio, en Mesoamérica, los pueblos indígenas han vivido durante varias generaciones en lugares como el Altiplano Occidental de Guatemala, en donde han manejado y conservado bosques, lagos, ríos, pastizales y montañas, ya que son sus medios de sobrevivencia y

---

reproducción cultural. Estos actores han sido durante siglos los principales encargados de conservar la riqueza natural en estos sitios, mayormente debido a la estrecha relación que tienen con el medio natural, el conocimiento acumulado de su funcionamiento y las prácticas aplicadas en el uso del mismo. Estos conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas, obtenidos a través del tiempo por medio de la experiencia y transmitidos muchas veces únicamente de forma oral de una generación a otra, son muy poco conocidos y mucho menos reconocidos afuera de estas comunidades y, por lo tanto, son escasamente considerados como elementos estratégicos clave para afrontar los retos de la variabilidad climática en el país.

---

# Capítulo 6.

## ACCIONES ORIENTADAS A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA

### 6.1 Introducción

Con relación a la reducción de gases de efecto invernadero (mitigación), es importante mencionar que Guatemala no es un país con emisiones relevantes; por lo tanto, no está incluido en el anexo 1 del *Protocolo de Kioto* y como país está excluido de los compromisos de reducción de estos gases. Sin embargo, sí se adquirió el compromiso de unirse a los esfuerzos globales de mitigación mediante iniciativas que alcancen un desarrollo limpio (MARN, 2009).

Dentro de los esfuerzos realizados en el país para orientar las acciones de mitigación, destacan las acciones prevista en la Ley sobre Cambio Climático. Esta ley manda a crear instrumentos para mejorar la adaptación al cambio climático y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (Congreso de la República, 2013).

En este capítulo se presenta la información de estudios y evaluaciones realizadas sobre acciones orientadas a la mitigación del cambio climático en Guatemala, en la cual se reflejan importantes progresos para la mitigación de gases. El sector energético es uno de los que han mostrado mayores avances, principalmente por la diversificación de su matriz energética<sup>26</sup>, en la cual se ha priorizado la

---

<sup>26</sup> Es el estudio del sector energético en que se cuantifica la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes energéticas de un país, así como al inventario de recursos energéticos disponibles (OLADE, 2011).

---

generación de energías renovables. Esta acción permitirá reducir la dependencia de combustibles fósiles importados y a su vez, reducir las emisiones de GEIs. Así mismo se han adoptado instrumentos económicos orientados a la mitigación, tal como el Mecanismo de Desarrollo Limpio y Huella de Carbono.

## 6.2 La mitigación de gases de efecto invernadero en el país

Guatemala ha establecido dentro de sus prioridades el contribuir para lograr el objetivo de la CMNUCC, relacionado a la estabilización de los GEIs a un nivel que le permitan a la humanidad y los sistemas naturales adaptarse a los efectos del cambio climático. La Ley Marco para regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Congreso de la República, 2013)<sup>27</sup>, establece que el Estado de Guatemala deberá desarrollar propuestas de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las emisiones totales de Guatemala, por la magnitud de la intervención del país, son muy bajas respecto a las emisiones mundiales, representando un 0.0344% de estas al 2011 (Boden, Marland, & Andres, 2015). Sin embargo, ha iniciado acciones sustanciales orientadas a la reducción de las emisiones en diferentes sector económicos. Estas acciones están integradas en algunos instrumentos de planificación, así como en la propuesta presentada como país.

### 6.2.1.1 Marco de Políticas y de planificación

Existen instrumentos de política y de planificación orientados, entre otros objetivos, a la mitigación de GEI en el país. A continuación se discuten algunos de estos.

#### Política Nacional de Cambio Climático

Esta política promueve a través de sus acciones, el fortalecimiento de capacidades nacionales en cambio climático, la reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero. Tanto el objetivo general como los objetivos específicos están orientados a enfrentar los desafíos y amenazas del cambio climático así como para aprovechar los recursos naturales renovables para reducir emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético y/o aumentar los sumideros de carbono.

#### Política Energética

Entre las acciones de mayor importancia, esta política promueve el ahorro y uso eficiente de la energía y la reducción del uso de la leña y la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables.

#### Política Nacional de Producción más Limpia

Esta política contribuye al bienestar social, el crecimiento económico, el aumento de la competitividad, el mejoramiento de la calidad del ambiente y el aprovechamiento racional de los bienes y servicios naturales, a través de la aplicación de Producción Más Limpia, como herramienta para la gestión socioambiental.

---

<sup>27</sup> El proyecto Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, apoyo al MARN en la elaboración y presentación de la propuesta de iniciativa de esta ley.

---

Un instrumento de importancia en la planificación de largo plazo en el país, lo constituye el Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala al 2032 se proponen cambios estructurales para el abordaje e implementación de acciones de adaptación y mitigación del cambio climático, considerando la sostenibilidad ambiental como uno de los pilares fundamentales del desarrollo nacional y exige actuaciones frente a los actuales niveles de degradación y amenazas inducidas por el cambio climático.

Este plan reconoce los avances que el país ha logrado en la construcción de diversos instrumentos de política pública. Sin embargo, plantea el reto de integrar y armonizar las políticas y sus instrumentos y el fortalecimiento de las capacidades institucionales para ordenar las intervenciones, evitando traslapes y vacíos de atención y sobre todo el fortalecimiento del papel institucional regulatorio frente a externalidades negativas sobre el ambiente y los recursos naturales. En el capítulo de Recursos Naturales hoy y para el futuro de este plan, se establece como meta para el 2032, la estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq per cápita en 2.5 toneladas (CONADUR, 2014).

### Iniciativa Guatemala Huella Cero

Existen múltiples acciones y propuestas, algunas desarrolladas directamente por el Gobierno de Guatemala y otras por la cooperación internacional y la sociedad civil, orientadas a la reducción de emisiones de GEIs. A mediados del 2014, el Gobierno de Guatemala por medio del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), y con el apoyo del Programa Nacional de Competitividad (PRONACOM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través del Programa Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala (CNCG), lanzan la iniciativa “Guatemala Huella Cero”, orientada a reducir las emisiones de GEIs en el país.

Esta es una iniciativa del gobierno de Guatemala que busca reunir bajo un concepto local todas las actividades, proyectos, programas y acciones realizadas por el sector público, sector privado, sociedad civil, cooperación internacional y academia, que impulsan la competitividad y el crecimiento social y económico sostenible a largo plazo, desvinculado la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (MARN, 2014).

Esta iniciativa representa la intención del gobierno de Guatemala sobre la política a seguir para el abordaje de las acciones relacionadas con el desarrollo bajo en emisiones, estableciendo estrategias, líneas de acción y metas que integran y orientan, los esfuerzos de los sectores hacia un desarrollo con bajas emisiones de GEIs en beneficio de la sociedad guatemalteca, por medio de la coordinación estratégica que contribuya a sumar los esfuerzos locales e internacionales, en apoyo a los procesos de construcción de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones del país. Es una iniciativa dinámica que inserta actores, acciones y programas de acuerdo a los marcos políticos nacionales e internacionales enfocados a un desarrollo sostenible y competitivo (MARN, 2014).

Recientemente, USAID Guatemala inició un proceso de apoyo al Gobierno de Guatemala (GOG) por medio del proyecto Desarrollo con Bajas Emisiones, el cual tiene como objetivo apoyar el desarrollo con bajas emisiones en Guatemala, a través de la reducción de GEI en los sectores prioritarios de la economía guatemalteca. El objetivo general del proyecto es colaborar en la creación de capacidades institucionales a fin de reducir los efectos del cambio climático y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Actualmente se está en la fase inicial del desarrollo de una estrategia de desarrollo con bajas emisiones, a través de la cual se priorizarán acciones de acuerdo a las necesidades del país y sus objetivos. Se espera que en dos años, el país cuente con una estrategia que le encamine hacia el

---

desarrollo sostenible, fomentando la competitividad y reduciendo las emisiones de GEI.

### 6.2.1.2 Instrumentos orientados a la mitigación

Guatemala ha estado ejecutando acciones que han contribuido significativamente a la reducción de las emisiones de GEIs y al incremento de las reservas de carbono en los bosques, como el caso de tres instrumentos de Política Forestal: a) la Ley Forestal (Congreso de la República, 1996), en la cual se establece el Programa de Incentivos Forestales, b) la Ley de Incentivos Forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (Congreso de la República, 2010), y c) Ley de Fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala –PROBOSQUE- (Congreso de la República, 2015).

Con estos instrumentos, el país ha invertido más 1,900 millones de quetzales de su presupuesto ordinario, recursos que han contribuido en el establecimiento de más de 134 mil hectáreas de plantaciones y 270 mil hectáreas de bosque natural bajo manejo, lo que contribuido directamente en la captura y almacenamiento de carbono en los bosques del país.

Adicionalmente se puede destacar las acciones prevista en la Ley Marco sobre Cambio Climático. Esta ley manda a crear instrumentos para mejorar la adaptación al cambio climático y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (Congreso de la República, 2013). Entre los principales instrumentos que la ley establece se tienen:

- La elaboración de un Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación del cambio climático (Art 11)<sup>28</sup>
- La elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial para la adaptación y mitigación del cambio climático (Art 12).
- Planes estratégicos institucionales de reducción de la vulnerabilidad, adaptación y mitigación del cambio climático (Art. 15); prácticas productivas apropiadas (Art. 15) y protección del suelo (Art. 17).
- Plan Nacional de Energía (Art. 18)
- Programa de incentivos para actividades voluntarias de reducción y absorción de emisiones y reglamentación para la compensación de emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles (Art. 19).
- Ajuste y diseño de políticas, estrategias y programas relacionados con el sector cambio de uso de la tierra y silvicultura que promuevan la gestión sostenible de los recursos forestales y la promoción de los servicios ambientales que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero y la conservación de los ecosistemas forestales (Art. 20).
- Creación de normativa que regule la emisión de gases de efecto invernadero en el transporte público colectivo e individual, así como la creación de una normativa para el establecimiento de un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocado en el uso de energías limpias para el transporte público y privado (Art. 21).
- Creación de la normativa para la creación y funcionamiento del registro de proyectos de remoción o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para los procedimientos de divulgación, promoción, registro, validación, monitoreo y verificación de proyectos (Art. 22).

---

<sup>28</sup> Este plan debe ser aprobado por el Consejo Nacional de Cambio Climático y la SEGEPLAN, el cual debe actualizarse con base a la información que se presente en las Comunicaciones Nacionales.

- 
- Creación del Fondo Nacional de Cambio Climático para financiar planes, programas y proyectos de gestión de riesgo, reducción de la vulnerabilidad, la adaptación y la mitigación del cambio climático (Art. 24).

Estos instrumentos se complementan unos con otros, propiciando una disminución de las emisiones de GEI, principalmente en el sector agrícola, cambio de uso de la tierra y silvicultura y en el sector energía, y la implementación de algunos instrumentos de mitigación generan beneficios para mejorar la adaptación al cambio climático.

En la actualidad, se tiene un proceso participativo de construcción de varios de estos instrumentos, destacando el Plan de Acción Nacional de Mitigación al Cambio Climático, el cual se han identificado entre los sectores prioritarios para implementar acciones de mitigación, proceso que está pendiente de aprobación por parte de la SEGEPLAN y del Consejo Nacional de Cambio Climático.

### 6.2.1.3 Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC)

Aunque Guatemala es un país con bajas emisiones a nivel mundial, reconoce que su propuesta de desarrollo económico puede contribuir a incrementar el nivel de las mismas, por lo que estableció dentro del Plan Nacional de Desarrollo K'atun (CONADUR, 2014), una propuesta para la estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq per cápita al 2032.

Esta meta está reflejada en la propuesta que el país realizó ante la CMNUCC en su propuesta de Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional –INDC– (Gobierno de Guatemala, 2015), que de acuerdo al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus actuales capacidades, Guatemala planifica lograr una reducción no condicionada del 11.2% de sus emisiones<sup>29</sup> GEI totales del año base 2005 proyectado al año 2030. Esta meta implica reducir de las 53.85 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq estimadas para el año 2030 (consideradas en el escenario BAU, por sus siglas en inglés), a un valor de 47.81 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq en ese año (Gobierno de Guatemala, 2015).

La segunda propuesta es más agresiva, pero está condicionada a la obtención de apoyo técnico y financiero necesario proveniente de recursos internacionales públicos y privados, nuevos y adicionales para poder establecer acciones para lograrla. Esta iniciativa condicionada propone una reducción del 22.6% proyectados para el 2030, lo que implica reducir de las 53.85 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq estimadas para el año 2030 (consideradas en el escenario BAU, por sus siglas en inglés), a un valor de 41.66 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq en ese año.

## 6.3 Esfuerzos realizados para la mitigación en Guatemala

### 6.3.1 Sector energético

El sector energético de Guatemala está compuesto por los subsectores eléctrico y por el subsector hidrocarburos. El subsector eléctrico involucra a los agentes directamente vinculados, como los

---

<sup>29</sup> Esta reducción está estimada considerando un escenario de emisiones tendencial (BAU por sus siglas en inglés).

generadores, transportistas, comercializadores, distribuidores y grandes usuarios. Por su lado, el subsector hidrocarburos involucra a los productores, importadores, exportadores y distribuidores de hidrocarburos y sus derivados (MEM, 2015).

Guatemala ha venido realizando importantes progresos orientados a la diversificación de su matriz energética, en la cual se ha priorizado la generación de energías renovables, lo cual le permitirá reducir la dependencia de combustibles fósiles importados y a su vez, reducir las emisiones de GEIs. Como resultado de las Políticas Energéticas que se han propuesto e impulsado en el país, la matriz energética ya muestra cambios sustanciales que contribuyen a la mitigación de las emisiones de GEIs. Esto se puede observar con los aportes a la matriz energética del país, de las energías renovables<sup>30</sup> en comparación con las no renovables<sup>31</sup> (ver Figura 59).

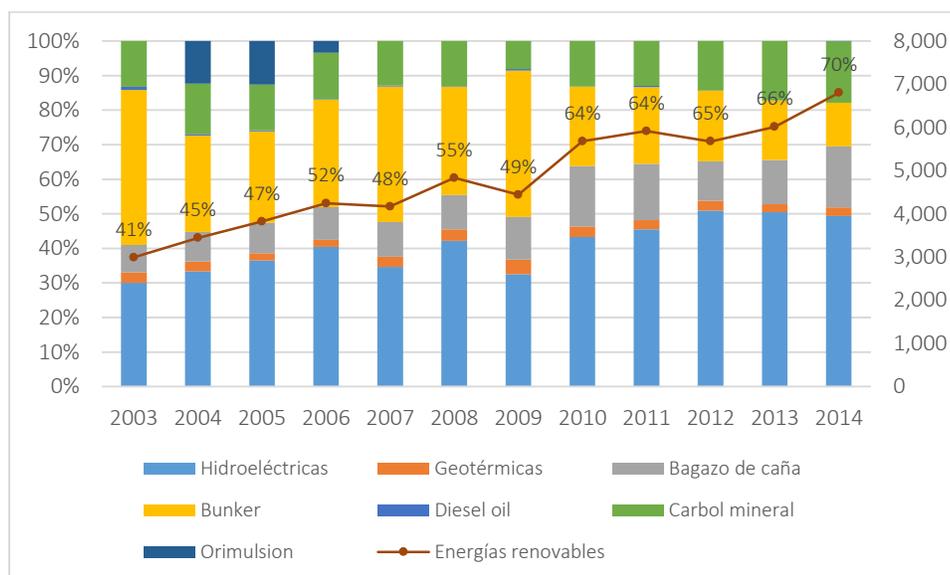


Figura 59. Evolución de la composición de la matriz energética de Guatemala, período 2003 a 2014. Fuente: elaboración propia, con información de las Estadísticas Energéticas del MEM

Al 2003 la relación entre energía renovable y no renovable era de 41% a 59% respectivamente, la cual se fue reduciendo paulatinamente logrando una paridad relativa entre los años 2006 y 2007. Entre los años 2010 a 2013 la proporción del uso de energías renovables y no renovables en promedio fue de 64% a 36%, sin embargo, para el 2014 esta proporción aumenta a 70% a 30%. Este proceso de transformación de la matriz energética evidencia los adelantos de país, que se han visto reflejados en la reducción de emisiones de GEIs en este sector. Como meta de largo plazo, la Política Energética 2013-2027 propone que la generación de electricidad con este tipo de fuentes sea del 80% (MEM, 2013), y a mediano plazo, propone mantener una proporción similar a la actual, solamente que con mayor diversificación que la matriz actual (ver Figura 60).

<sup>30</sup> Dentro del rubro de energías renovables se incluye la generada por las plantas hidroeléctricas, geotérmicas y de biomasa (bagazo de caña). Al 2014 no había ingresado al SIN las plantas de generación fotovoltaica y eólicas.

<sup>31</sup> Dentro del rubro de energías no renovables se incluye la generación por carbón mineral, bunker, diésel oil y orimulsión.

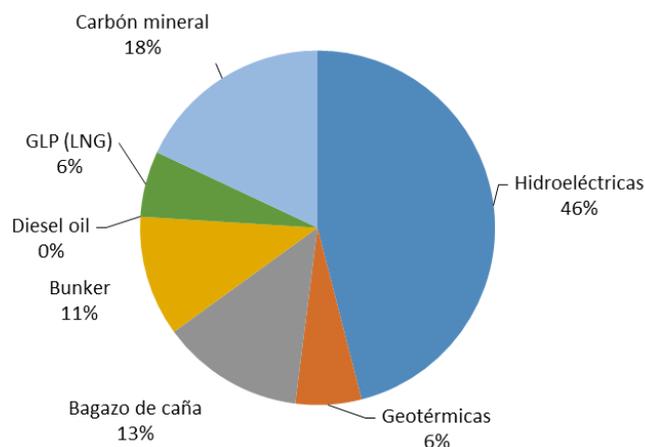


Figura 60. Matriz de generación eléctrica de Guatemala proyectada al 2027  
Fuente: Política Energética 2013-2027 (MEM, 2013).

Se espera que las inversiones en la ampliación y diversificación de la matriz energética empleando energías renovables continúen en aumento en Guatemala. Durante el 2015 se han incorporado al Sistema Nacional Interconectado nuevas plantas fotovoltaicas y eólicas, las cuales se encuentran en operación plena. Adicionalmente en los escenarios de expansión de la capacidad de generación eléctrica del país, se espera que el 84.4% de potencia que se proyecta incorporar a la matriz energética, utilice recursos renovables para su generación (MEM, 2014). Los escenarios de expansión consideran la instalación de un total de 1,770 MW, distribuido en: 1,195 MW de centrales hidroeléctricas, 275 MW de generación con carbón y 300 MW de generación geotérmica.

Con esta nueva composición de la matriz energética proyectada al 2028, se esperaría una reducción en las emisiones de GEIs per cápita por generación de energía eléctrica en Guatemala (ver Figura 61).

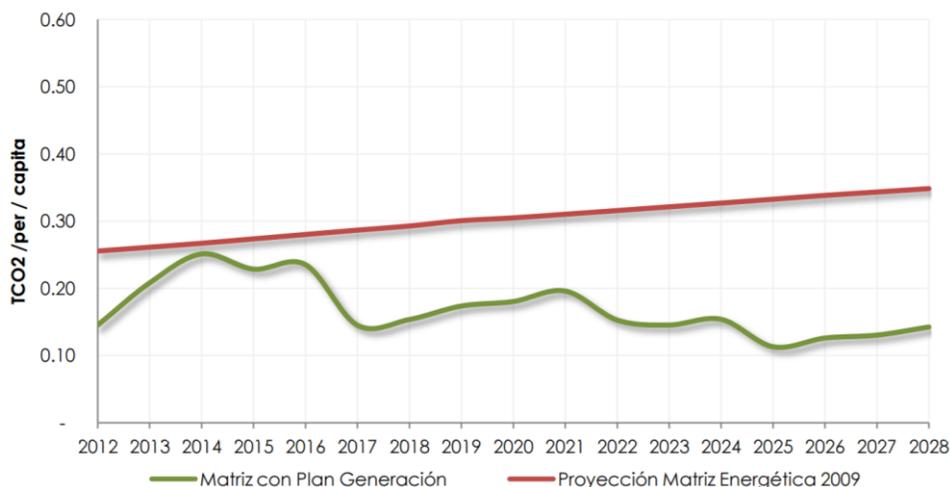


Figura 61. Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita proyectada para el periodo 2014-2028  
Fuente: Política Energética 2013-2027 (MEM, 2013).

---

La tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita<sup>32</sup> por la generación de energía eléctrica en Guatemala, es hacia la baja, derivado de la incorporación a la matriz energética de las plantas resultantes de la optimización en el escenario, alcanzando un máximo aproximado de 0.26 tCO<sub>2</sub> per cápita, estabilizándose las emisiones de CO<sub>2</sub> a largo plazo entre, entre 0.20 y 0.10 tCO<sub>2</sub> per cápita.

### 6.3.1.1 Uso de leña

En Guatemala una gran parte de la población (64%) al año 2015 depende directamente de la leña como fuente de energía para cocinar sus alimentos y calentar su vivienda (67% en el área rural y 33% en el área urbana). Esta situación ha sido influenciada por el crecimiento poblacional vinculado al avance de la frontera agrícola, el incremento de las áreas para uso agropecuario, la pobreza y la falta de oportunidades económicas, la tradición y cosmovisión, el costo relativamente bajo y libre acceso a la leña y el costo elevado de posibles sustitutos (INAB, 2015).

En términos concretos, según el estudio WISDOM 2012, la demanda anual de leña es de 27.98 millones de metros cúbicos (85% demanda residencial rural, 13% demanda residencial urbana y la demanda industrial 2%). Por otro lado, se extraen 10.02 millones de metros cúbicos de leña más de lo que crece el bosque, esto hace el balance insostenible. Este estudio confirma la fuerte dependencia de la sociedad guatemalteca respecto al uso de leña (Larrañaga, 2012).

Ante esto, el Estado de Guatemala tiene la responsabilidad de garantizar los medios de vida de la población promoviendo el desarrollo, a través de la operativización de políticas como la de Desarrollo Rural Integral, Energética, Forestal, de Cambio Climático, de Seguridad Alimentaria y Agropecuaria. Como resultado se ha desarrollado la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013 – 2024, que considera las líneas estratégicas siguientes: plataformas y arreglos institucionales, producción sostenible de leña, sistemas de uso eficiente de leña, educación y extensión rural.

La implementación de la estrategia permitirá alcanzar metas tales como: establecer al menos 48,000 hectáreas de plantaciones y sistemas agroforestales con apoyo de los programas de incentivos forestales, que producirán aproximadamente 1.2 millones de metros cúbicos de leña cada año. Asimismo, promover el uso de tecnologías apropiadas para el uso eficiente de la leña, mediante asistencia técnica y financiera para establecer y supervisar 100,000 estufas mejoradas (INAB, 2015). Con la estrategia propuesta, se proyecta reducir en un 25% el déficit de leña a nivel nacional, beneficiando a 231,400 hogares o 1.1 millones de beneficiarios (13% de los hogares que actualmente usan fogones abiertos) (INAB, 2015).

Como parte de esta estrategia, en el 2014, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), con el apoyo del PRONACOM, del Clúster de Estufas Mejoradas y el Banco Mundial, presentaron ante la Alianza Global para las Estufas Limpias<sup>33</sup>, siendo seleccionado e como el único país prioritario para la implementación de estufas limpias en América Latina. El objetivo al 2023 es implementar 650 mil estufas limpias mediante un plan de acción que será implementado con el apoyo de la Mesa Interinstitucional para la Reducción del Consumo de Leña y Gases Efecto Invernadero y el Clúster de Estufas Eficientes y

---

<sup>32</sup> Emisiones per cápita para Guatemala para el 2008 de 0.8702 tCO<sub>2</sub>. Valores de emisiones de CO<sub>2</sub> del Banco Mundial: <http://data.worldbank.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC/countries/GT-XJ-XN>

<sup>33</sup> La Alianza Global para las Estufas Limpias (Global Alliance for Clean Cookstoves), una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)

---

Combustibles Limpios. Al mes de octubre de 2014, en este marco de acción, se había entregado 73,000 estufas ahorradoras en sus modalidades de leña y gas, con una inversión de Q 87 millones.

### 6.3.1.2 Uso de etanol como combustible

A inicios del 2015, el Ministerio de Energía y Minas, con el apoyo de la Organización de Estados Americanos (OEA), el Gobierno Federal de Brasil y el Gobierno de los Estados Unidos de América, lanzó el proyecto piloto para el uso y mezcla de etanol en Guatemala, el cual busca evaluar diferentes mezclas de etanol carburante en las gasolinas de la ciudad de Guatemala, evaluando tres niveles: E5, E7 y E10 (OEA-MEM, 2014). Esta no es una experiencia nueva en Guatemala, ya que evaluaciones de este tipo se realizaron en los años 80, sin embargo, no se tiene documentada esta experiencia.

Entre las razones por las cuales se implementa el plan piloto se tiene la generación de información local sobre los beneficios, impactos, desventajas, vacíos y aspectos técnicos que permitan proponer un proyecto de escala nacional; lograr un ahorro en la balanza de pagos por importación de gasolinas, que podría llegar hasta aproximadamente \$US.104 millones; reducir su dependencia de combustibles importados<sup>34</sup>; y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a la oxigenación de las gasolinas con alcohol carburante (OEA-MEM, 2014).

Este es una actividad en proceso, por lo que no se tienen resultados del mismo. Sin embargo, se espera que los resultados de este estudio sienten las bases técnicas y científicas para que sean incluidos en la revisión y reforma la actual política energética, y se considera como una acción estratégica para el logro de la meta de reducción de emisiones que el país propone.

### 6.3.1.3 Eficiencia energética

Guatemala ha realizado esfuerzos en temas de eficiencia energética esencialmente a través de la evaluación para establecer Curvas de Costo Marginal de Abatimiento (MAC) de emisiones de carbono (curva preliminar<sup>35</sup>), para los subsectores de eficiencia energética (EE) y de energía renovable (ER) en Guatemala para el período 2015-2019 (CASTALIA, 2014). Esta acción fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a fin de establecer los principios y criterios sobre cómo utilizar una curva MAC dentro de una Estrategia de Desarrollo Bajo en Emisiones (LEDS, por sus siglas en inglés).

El ejercicio permitió crear una herramienta que permita identificar todas aquellas acciones tempranas con viabilidad en los hogares y empresas, y contribuyen al crecimiento económico del país mientras que evitan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (ver Figura 62).

Esta curva permitió identificar: a) acciones económicamente viables o “sin arrepentimiento”, que permiten reducir emisiones y a su vez obtener ahorros, como muchas tecnologías de eficiencia energética; b) acciones relativamente eficientes, que corresponden a acciones que para reducir

---

<sup>34</sup> Guatemala es un gran productor de etanol carburante (65 millones de galones al año), de dicha producción, casi un 90% es exportado a mercados Europeos y otros (ACR, 2015)).

<sup>35</sup> los consultores hacen énfasis que los resultados son un análisis preliminar, que requieren de un proceso de validación de los supuestos y resultados propiamente, antes de hacer públicas para que sean adoptadas. Se muestran en este documento únicamente de forma indicativa, como parte de un proceso que inicia en el país.

emisiones requieren un costo adicional; y c) acciones no económicamente viables, que son acciones que tienen un costo adicional para reducir emisiones, y este costo es mayor que el precio sombra global, lo cual afecta la sostenibilidad a largo plazo, si el objetivo principal no es la reducción de emisiones.

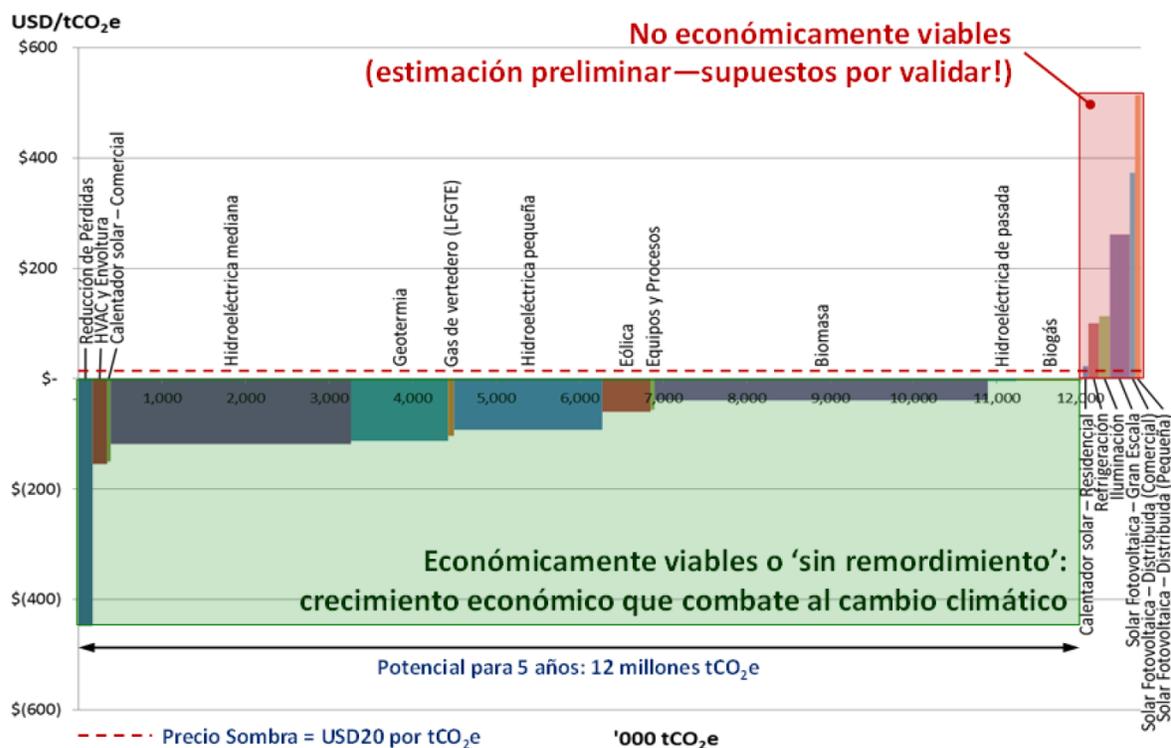


Figura 62. Curvas de Costo Marginal de Abatimiento (preliminar), para eficiencia energética y energía renovable en Guatemala, período 2015-2019

Fuente: Castalia, 2014.

Entre las tecnologías identificadas con mayor potencial de reducción y eficiencia energética se tiene: acciones para la reducción de las pérdidas; el reacondicionamiento y mejoramiento de los sistemas de calentamiento, ventilación, y aire acondicionado (HVAC), y la envoltura de edificaciones (HVAC y envoltura); y el reacondicionamiento y mejoramiento de equipos y procesos. Para la energía renovable: la geotermia, la hidroeléctrica, y la biomasa (CASTALIA, 2014).

Con base en los supuestos establecidos en el análisis preliminar se estimó que se requeriría una inversión de US\$ 2,892 millones (USD 275 millones para la eficiencia energética y US\$ 2,617 millones para las acciones de energía renovable. Estas inversiones permitirían obtener ahorros (beneficios económicos netos al país) de US\$ 3,260 millones a lo largo de la vida útil de las inversiones de eficiencia energética y de energía renovable. Durante la fase de inversión (cuatro años) se estima que se podrían lograr ahorros de USD 840 millones. Las reducciones de emisiones estimadas con la implementación de estas acciones podrían llegar al orden de las 80 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq (12 millones de tCO<sub>2</sub>-eq en el período de inversión estimado en cuatro años).

El grupo de expertos que realizaron esta curva preliminar, indican que la misma debe ser complementada por otros esfuerzos. En este sentido, el proyecto Desarrollo con Bajas Emisiones de la Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos –USAID-, apoyaran al Gobierno de Guatemala para mejorar la

---

información estratégica orientada a promover una Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones en el país. Para esto, el proyecto apoyará en el diseño de un sistema y protocolos para la colecta, manejo e interpretación de datos de las principales actividades económicas de Guatemala, que puedan servir para mejorar los inventarios nacionales de GEIs.

Con esta información, posteriormente se conducirán procesos de evaluación microeconómica que permitan determinar potenciales actividades que puedan reducir las emisiones de GEIs y que tengan factibilidad de ser implementadas en el país. Esta información, en fases posteriores será incorporada en los análisis macroeconómicos del país, para determinar los impactos globales que las mismas puedan tener. Toda esta información será de alto valor para la toma de decisiones en el país.

#### **6.3.1.4 Subsector Transporte**

El sector del transporte en Guatemala, es una de las tres principales fuentes de emisión en el país, debido a que está asociado al consumo de combustibles fósiles. De acuerdo a cifras del inventario nacional de emisiones de GEI de Guatemala para el año 2005, las emisiones relacionadas al sector de transporte, ascendiendo a 6,012.767 Gg de CO<sub>2-eq</sub> (MARN, 2015a).

Tanto en la ciudad de Guatemala, como en casi la cuarta parte de las cabeceras departamentales, donde se concentra la mayor parte de la población nacional y se desarrolla la mayoría de las actividades productivas y comerciales, las emisiones por transporte también han impactado la calidad del aire (USAC-MARN, 2013a), reportando que la concentración de partículas menores de 10 micras de diámetro están por encima de los límites o se encuentran próximos al Valor Guía sugerido en las Guías de la Calidad del Aire Actualización Mundial OMS 2005, de 50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas.

En este sentido, a realizar las acciones de mitigación de las emisiones de GEI asociadas al transporte en el país, se está obteniendo un beneficio adicional en el país, que se vincula a la salud humana.

La Ley Marco para regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Congreso de la República, 2013), ordena la creación de normativa que regule la emisión de GEIs en el transporte público colectivo e individual, así como la creación de una normativa para el establecimiento de un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocado en el uso de energías limpias para el transporte público y privado.

#### **Reestructuración del transporte público urbano**

Guatemala experimenta un proceso constante de crecimiento de su parque vehicular, pasando de contar con casi 1.1 millones de unidades en 2005 a casi 2.6 millones en el 2014<sup>36</sup> (ver Figura 63), lo cual significa un incremento medio anual del 15% de la flotilla.

---

<sup>36</sup> Fuente de la información Sistema de Registro Fiscal de Vehículos de la SAT. Los datos del 2014 son estimados.

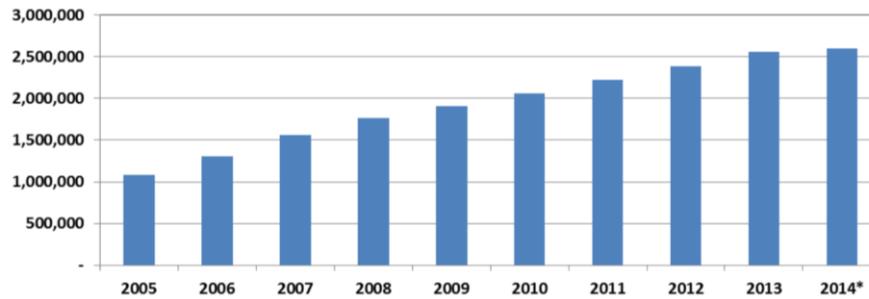
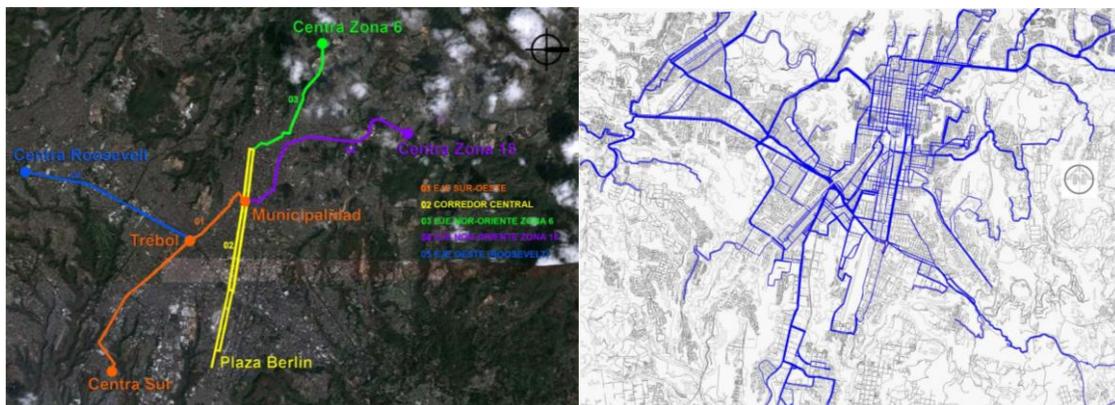


Figura 63. Número de vehículos e Guatemala, periodo 2005 – 2014.

El principal vehículo de locomoción en Guatemala es la motocicleta. Los registros del Sistema de Registro Fiscal de la SAT, a marzo de 2014 se integraba de la siguiente forma: a) motocicletas con 888.4 miles de unidades (34.1%); b) automóviles tipo sedán con 608.8 miles (23.4%); c) pick-up con 525.3 miles (20.2%); y d) camionetas, camionetillas y paneles 282.2 miles (10.8%). Los anteriores tipos de vehículos conforman el 88.5% del total de automotores, y el resto son principalmente vehículos de carga, trabajo y comercio. En los departamentos del área metropolitana de Guatemala se encuentra aproximadamente el 51% del total del parque vehicular, lo cual evidencia la alta concentración de estos, lo que ha motivado la búsqueda de nuevas alternativas para desconcentrar las carreteras de esta región.

De esta forma, surge la propuesta de la Municipalidad de Guatemala, quien administra el sistema de Transmetro, el cual es un sistema de transporte público de tipo autobús de tránsito rápido que entro en funcionamiento en 2007 en la ciudad de Guatemala, con el establecimiento del primer eje del sistema. En este eje fue establecido un carril piloto exclusivo, denominado Eje Suroeste, el cual no contaba con otras conexiones, no estaba integrado con un sistema alimentador. Actualmente el sistema cuenta con tres ejes en operación y se tiene en planificación iniciar con un cuarto eje (Municipalidad de Guatemala, 2012). El área metropolitana de Guatemala, que incluye a la ciudad de Guatemala y a diez municipios cercanos, alberga a una población aproximada de 3.1 millones de habitantes.

Las estimaciones realizadas indican que antes de la implementación del proyecto, alrededor de 570,000 vehículos de pasajeros, 150,000 motocicletas, 9,000 taxis y alrededor de 3,900 buses de transporte público<sup>37</sup>, circulan en la ciudad. El sistema propuesto incluye una red de 46.9 kms de rutas troncales, el establecimiento y la integración de rutas alimentadoras (ver Figura 64).



<sup>37</sup> La mayoría de los autobuses de transporte público del sistema actual, son propiedad de numerosos diferentes empresas privadas.

---

Figura 64. Red de rutas troncales (izquierda) y rutas alimentadoras (derecho) del Proyecto BRT de la ciudad de Guatemala

Fuente: Bus Rapid Transit (BRT) in Guatemala City (Municipalidad de Guatemala, 2012)

Con la implementación de este sistema, se espera brindar un sistema más eficiente, logrando menores tiempos de transporte, mayor seguridad y fiabilidad y una mejora de la eficiencia del combustible por pasajero transportado en comparación con el sistema utilizado en ausencia del proyecto. Se estima que durante los siete primeros años de operación el proyecto evitará emisiones por quema de combustibles equivalentes a 3,753,037 tons de CO<sub>2-eq</sub>, con un promedio de 536,148 tons de CO<sub>2-eq</sub> cuando el proyecto se encuentre en plena operación.

### 6.3.2 Sector agropecuario

El sector agropecuario de Guatemala posee dos actividades principales que son fuentes importantes de emisiones de GEIS: la fermentación entérica del ganado y el manejo del estiércol, y la fertilización nitrogenada de los suelos agrícolas.

#### 6.3.2.1 Acciones para reducir las emisiones por el manejo del estiércol

Las experiencias en el uso de los biodigestores en Guatemala data de hace muchos años, sin embargo, los costos que se requieren para su implementación, y la formación de capacidades para lograrlo han influido en que este tipo de tecnología no se haya diseminado de forma adecuada en el país. Se estima que el Guatemala existen alrededor de mil 500 funcionando en el área rural.

Recientemente el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) tomó como una acción para apoyar a las familias campesinas, la promoción de biodigestores, con la finalidad de darle un manejo adecuado a los desechos orgánicos, como el estiércoles de los animales de los hogares rurales, y obtener otros beneficios como reducción de la demanda de leña, la disminución en la inhalación de humo y la mitigación del cambio climático. Adicionalmente se apoyará a la producción agrícola con el empleo de los fertilizantes orgánicos que de estos se obtienen.

Recientemente, la Dirección de Reconversión Productiva del MAGA Sistema Nacional de Extensión Rural se inició un proceso de promoción, a nivel demostrativo, de pequeños biodigestores familiares en el país, por medio del proyecto Instalación de biodigestor demostrativo en los Centro de Aprendizaje de Desarrollo Rural –CADER- (SEGEPLÁN, 2015).

Aunque esta es una pequeña experiencia dentro del marco de necesidades del país, se considera un paso importante para el desarrollo de las personas a nivel local. En forma paralela, con el apoyo del proyecto Desarrollo con Bajas Emisiones, se inició un programa de capacitación a un grupo de extensionistas del Sistema Nacional de Extensión Rural, para replicar estos proyectos en el campo.

#### 6.3.2.2 Acciones para medir la huella de carbono de las actividades agrícolas

La huella de carbono es una herramienta para las empresas o grupos que desarrollan una actividad en particular, identifiquen las principales acciones que generan las mayores emisiones de GEIs, lo que

---

permite establecer programas para reducir las mismas. Su importancia radica en la posibilidad de establecer medidas que permitan reducir el nivel de emisiones y de esta forma, hacer más eficiente la operación de las empresas.

### Experiencia de la industria azucarera

En Guatemala, se tienen avances importantes en la agroindustria azucarera. Esta es una de las más importantes para la economía de Guatemala no solo por la producción de azúcar sino por otros productos y servicios que genera como la electricidad y el alcohol.

El Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC) ha llevado a cabo estimaciones de los gases de efecto invernadero del sector azucarero desde 2011. Para el inventario de GEI de la producción del azúcar durante la zafra 2012-2013, se utilizaron las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de GEI. El total de emisiones estimadas fue de 800,487 tCO<sub>2</sub>eq, de las cuales el 48% corresponde a las emisiones producidas por el uso de combustibles fósiles en las operaciones de manejo del cultivo y transporte, 27% al uso de fertilizantes nitrogenados, 19% a la quema de la caña durante la cosecha y 6% a la generación de energía eléctrica para consumo interno (ICC, 2014).

Según estos datos, la huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2012-2013 fue estimada en 0.3 gCO<sub>2</sub>-eq/g de azúcar producido, y las emisiones evitadas se estimaron entre 976,445 tCO<sub>2</sub>-eq y 1,118,700 tCO<sub>2</sub>eq, que resultarían de la combustión de búnker o carbón mineral para la generación de energía eléctrica utilizada para la producción del azúcar, si no se utilizara el bagazo de la caña, que es un combustible renovable.

La información sobre la huella de carbono ha permitido que se establezcan acciones para disminuirla, por medio de investigación e inversiones en eficiencia en aplicación de fertilizantes nitrogenados; eficiencia en transporte: red de caminos internos, reubicación de fincas o ingenios; eficiencia energética en fábrica; y manejo de desechos: bagazo, hojas de la caña, vinaza (ICC, 2014). Un ejemplo de estas investigaciones son las evaluaciones para evaluar las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) del cultivo de la caña de azúcar. La importancia del estudio radica en que las emisiones de dicho gas en campo han sido identificadas como la segunda fuente más importante de gases de efecto invernadero (cerca del 30%) relacionada a la producción de azúcar en Guatemala (ICC, 2014).

En la actualidad el ICC está realizando estimaciones de la huella de carbono para las actividades de la producción de banano y palma africana, con el objetivo de establecer estrategias para reducirla.

### Experiencia de la producción de café

Desde el 2008, la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ) con el apoyo de Efico y Rainforest Alliance lanzan una iniciativa con el objetivo de valorizar y reconocer los servicios ambientales que aportan los productores de café de los departamentos de San Marcos, Santa Rosa y Jalapa, donde se realizó la medición del almacenamiento de carbono y se calcularon emisiones de gases de efecto invernadero de esta actividad. El estudio de línea base de carbono en cafetales fue realizado de forma interinstitucional del 2009 al 2010, en el que se midió el Carbono almacenado en dos áreas cafetaleras de Guatemala, obteniendo estimaciones y ecuaciones de biomasa (ANACAFE, 2015).

Esta iniciativa buscaba sensibilizar a los productores sobre los impactos generados por el cambio climático y promover la adopción de buenas prácticas agrícolas orientadas a la reducción de los gases

---

efecto invernadero, incremento del carbono almacenado y el fortalecimiento de la capacidad de adaptación al cambio climático de los agroecosistemas de café.

Recientemente la organización Rainforest Alliance y la Fundación Interamericana de Investigación Tropical (FIIT), como representantes de la Red de Agricultura Sostenible (RAS), con el apoyo de sus aliados Efico y ANACAFÉ, presentaron el Módulo Clima de la Red de Agricultura Sostenible: Criterios para Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Este módulo es una nueva herramienta para que los productores puedan demostrar que las prácticas agrícolas amigables con el clima refuerzan el valor agregado de la Norma de Agricultura Sostenible y favorecen la transición a una producción agrícola con baja huella de carbono (ANACAFE, 2015).

El Módulo Clima fue aprobado por el Comité Internacional de Normas de la RAS, permitiendo a los productores certificados que pueden adoptar voluntariamente estas prácticas. Estas prácticas a menudo se traducen en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y en el aumento de los niveles de carbono almacenado en las fincas, y al mismo tiempo, mantener o aumentar su productividad.

### 6.3.3 Sector de uso de la tierra

Para Guatemala, la conversión de bosques y praderas ha sido y se prevé que siga siendo, una de las tres categorías principales de emisiones de GEIs. La implementación de mecanismos que permitan reducir las principales presiones sobre los bosques y las tierras naturales, se convierten en herramientas que apoyan los procesos de adaptación a nivel de las comunidades y para aumentar la resiliencia de los propios ecosistemas y por los servicios que estos prestan.

Desde hace varios, Guatemala ha establecido varios proyectos para contrarrestar la deforestación y la degradación de los bosques, entre los que destacan los programas PINFOR y PINPEP. El Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) inició sus acciones en el año 1997, incentivando actividades de manejo de bosques, tanto de protección como de producción, así como el establecimiento de plantaciones forestales. Entre 1998 y 2014, este programa incentivo el establecimiento de 126,199 hectáreas de plantaciones y manejo de la regeneración natural, y 232,765 hectáreas de bosques naturales. Por su lado, el Programa de incentivos para pequeños poseedores de tierras de vocación forestal o agroforestal (PINPEP), inicio sus acciones en el año 2007 y entre ese año y el 2014, ha incentivado 2,680 hectáreas de plantaciones forestales; 5,199 hectáreas de sistemas agroforestales; y 38,705 hectáreas de bosque natural bajo manejo.

A pesar que estos mecanismos han demostrado ser muy útiles y eficientes, aun son insuficientes para atender las presiones que se tienen en los bosques naturales y de esta forma evitar su deforestación y/o degradación. Estudios realizados indican que el 42% de la deforestación ocurre en cinco frentes, ubicados principalmente en el norte del país, y el 58% restante se da en 110 focos distribuidos en el resto del país (Gálvez, López, & Sandoval, 2012). La deforestación en los cinco frentes citados es de gran escala, y tiene como origen la sustitución de bosques a causa de la ganadería extensiva; la agricultura de pequeña, mediana y gran escala, esta última vinculada a monocultivos extensivos como la palma africana.

Guatemala es uno de los países que se ha comprometido a participar en los esfuerzos globales de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques. Para esto, se adhirió a la propuesta del Banco Mundial, por medio del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF),

con la finalidad de establecer la Estrategia Nacional REDD+, mecanismo de alta importancia para abordar esta problemática. Dentro de esta estrategia, en el 2014, el país avanzó desarrollar la propuesta de su Programa Nacional de Reducción de Emisiones de Guatemala, la cual se encuentra en proceso de aprobación oficial. Con este programa, Guatemala busca lograr una disminución en las emisiones netas de GEIs por medio de acciones que disminuyan la deforestación y degradación de los bosques, la promoción de actividades de manejo comercial de bosques y plantaciones agroforestales de forma sostenible, así como el fortalecimiento de la legalidad forestal y gobernanza de los bosques.

Dentro de este programa se propone incorporan seis actividades REDD+, las cuales han sido priorizadas su implementación de las siguientes regiones subnacionales REDD (INAB-CONAP, 2014):

- Regiones de Tierras Bajas del Norte y Sarstún-Motagua, principalmente se ejecutaran acciones para reducir emisiones por deforestación evitada, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono. Estas regiones representan 53.1% del país, y poseen las mayores extensiones de bosques, superando el 70.4% de los bosques naturales. En estas regiones existe proyectos piloto de REDD+ en ejecución, los que se localizan dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.
- Regiones de Occidente y Sarstún-Motagua, se priorizaron acciones para reducir las emisiones por la degradación de los bosques y el aumento de las reservas de carbono. Ambas regiones prevén el fortalecimiento de las actividades existentes y ampliar sus acciones con los recursos procedentes de mecanismos basados en el desempeño de REDD+. La principal causa de degradación ocurre por el uso de leña como principal fuente de energía doméstica en las zonas rurales.
- Regiones de Occidente, Costa Sur y Tierras Bajas del Norte, se priorizó el aumento de las reservas de carbono. Esta región fue deforestada entre 1940 a 1980, lo que ha causado fuerte degradación de los suelos debido al establecimiento de actividades agrícolas y ganaderas en la región.

En el cuadro 23 se muestran las metas de reducción de emisiones y fijación de CO<sub>2</sub> atmosférico, producto de la implementación de las actividades REDD+ en las diferentes regiones subnacionales.

Cuadro 23. Reducción de emisiones por región REDD+ y por actividad REDD+ en Guatemala, periodo 2016-2020

Regiones subnacionales REDD+	Período	Deforestación evitada	Aumento de reservas de carbono			Degradación evitada con bosques energéticos	Total
			Reforestación con especies latifoliadas	Reforestación con especies coníferas	Sistemas agro-forestales		
Occidente	anual	168,842	29,010	58,969	1,025	31,362	289,208
	2016-2020	844,212	145,050	294,844	5,124	156,810	1,446,041
Tierras Bajas del Norte	anual	1,420,133	351,901	91,094	480	176,203	2,039,810
	2016-2020	7,100,663	1,759,503	455,470	2,399	881,013	10,199,048
Sarstún - Motagua	anual	561,914	250,767	95,486	9,319	117,192	1,034,679
	2016-2020	2,809,572	1,253,836	477,431	46,595	585,961	5,173,395
Centro - Oriente	anual	113,070	13,979	22,959	412	15,113	165,533
	2016-2020	565,352	69,896	114,797	2,058	75,564	827,667
Costa Sur	anual	0	450,823	27,106	1,509	184,741	664,180
	2016-2020	0	2,254,115	135,530	7,546	923,706	3,320,898
Total del país	anual	2,263,960	1,096,480	295,615	12,745	524,611	4,193,410
	2016-2020	11,319,799	5,482,400	1,478,073	63,723	2,623,054	20,967,048

Fuente: Nota de idea de Programa Nacional de Reducción de Emisiones (INAB-CONAP, 2014).

Las metas de reducción que el programa propone para lograr en el período 2016-2020 contribuirán significativamente a reducir las emisiones en el sector UTCUTS. Se estima una reducción de 4.19 millones de tCO<sub>2-eq</sub> al año, lo que representa una reducción efectiva del 36.5 % respecto a las emisiones netas estimadas en el nivel de referencia neto anual de emisiones que se estima en 11.48 millones de tCO<sub>2-eq</sub> al año. La distribución de estas metas se muestra en la Figura 65.

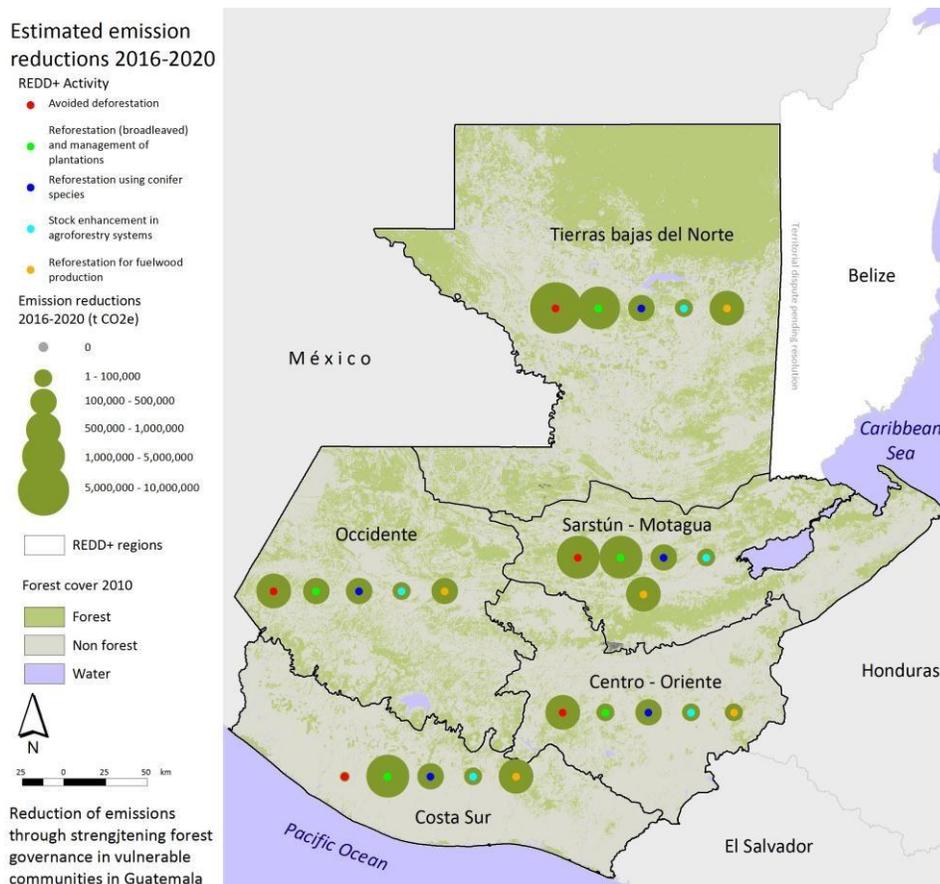


Figura 65. Reducción de emisiones estimada por la implementación del PNREG, 2016-2020

El Programa Nacional de Reducción de Emisiones incluye cuatro proyectos REDD+ propuestos que tienen niveles altos de avance. Estos son los proyectos Guatecarbon, Lacandón “Bosques para la Vida” y proyecto Carbono Lachúa que se localizan en la región subnacional Tierras Bajas del Norte; y el proyecto REDD+ Áreas Protegidas del Caribe, que se localiza en la región Sarstun-Motagua (ver Figura 65). Estos proyectos se encuentran en varios estados de desarrollo en la actualidad.

Adicional a REDD+, el INAB está liderando una propuesta con el Forest Investment Fund –FIP- para ejecutar acciones que vinculen el manejo forestal sostenible con acciones REDD+. En pocas palabras, la propuesta con el FIP viene a operativizar muchas actividades contempladas en la estrategia REDD+.

Con la aprobación de la ley PROBOSQUE (Congreso de la República, 2015) y su implementación, se obtendrán aportes sustanciales para la mitigación de GEI's. de igual forma, Guatemala presentó a la iniciativa Bonn Challenge, las metas de restauración dentro de la Estrategia Nacional de Restauración del

---

Paisaje Forestal, en la cual se tiene como meta restaurar 1.2 millones de hectáreas de tierras degradadas para el año 2035.

### 6.3.4 Sector desechos

Se estima que únicamente el 25% de los desechos sólidos que se generan en Guatemala son dispuestos en rellenos sanitarios y vertederos controlados, mientras que el resto son dispuestos en botaderos a cielo abierto o quemados, afectando negativamente al ambiente y generando cantidades importantes de GEIs. El 88% de los sitios para la disposición final de desechos sólidos no están autorizados o son vertederos clandestinos. Debido a esto, desde el año 2005 se promulgó la Política Nacional para el Manejo integral de los Residuos y Desechos Sólidos, la cual tiene el objetivo de reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos (MARN, 2005).

#### 6.3.4.1 Presentación de NAMA sobre Desechos

Recientemente, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, presentó ante el Consejo del Fondo de las NAMAs<sup>38</sup> (NAMA Facility Board) el proyecto “Reducción de Emisiones de GEI y su compensación a través de la integración del componente de mitigación en la gestión integral de residuos y desechos sólidos en las cuencas de lagos de Amatitlán, Izabal y Peten Itzá, como contribución a la elaboración y formulación de los inventarios de GEI en el sector, en Guatemala”, el cual se propone implementar entre el 2016 y 2021.

Esta NAMA ha establecido como objetivo reducir las emisiones de GEI y su compensación a través de la integración del componente de mitigación en la gestión integral de residuos y desechos sólidos en las cuencas de lagos de Amatitlán, Izabal y Peten Itzá, como contribución a la elaboración y formulación de los inventarios de GEI en el sector, en Guatemala.

Para la implementación de esta NAMA, se propone una intervención estratégica del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y las autoridades de cuencas, el cual se basa en tres niveles. El primer nivel está basado en una estrategia nacional de desarrollo la cual establece lineamientos de intervención en el que hacer de la planificación del país a nivel de sectores, en donde se enmarca las acciones de la Ley de Cambio Climático; el segundo nivel está enmarcado en las acciones propuestas en la Política de Cambio Climático y la Política de Desechos Sólidos. Para lograr operativizar acciones más puntuales como un tercer nivel, sería la incorporación en la planificación más específica e intervenciones en las cuencas y sub cuencas priorizadas; todo esto lograría la implementación de la NAMA priorizada en el sector de desechos sólidos.

#### 6.3.4.2 Proyectos privados de reducción de generación de energía y reducción de emisiones

##### – Vertedero de la zona 3

---

<sup>38</sup> NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions) se refieren a cualquier acción que reduce las emisiones en los países en desarrollo, y se prepara en el marco de una iniciativa gubernamental nacional (UNFCCC, 2015).

El vertedero municipal de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, es el más grande de Guatemala, el cual recibe la mayor cantidad de desechos de la zona metropolitana, que incluye a diez municipios. Los municipios de Guatemala, Mixco y Villanueva representan el 86% del área metropolitana de la ciudad capital de Guatemala, con una población estimada de 1.92 millones habitantes. Se estima que la generación diaria de residuos de esta región ascendió a 1,044.2 tons/día de residuos domiciliarios con una tasa per cápita de 0.542 kilogramos/habitante/día.

En el año 2014 se aprobó el Proyecto de Biogás del Vertedero El Trébol que, según los estudios realizados tiene capacidad de generar 4.8 megavatios (MW) de potencia (Industria de Biogas, S.A., 2012). Dentro de las actividades del proyecto se tiene la instalación de pozos de extracción y tuberías para la colecta del biogás (gas de vertedero) generado en las 19 hectáreas que cubre el vertedero en la actualidad. Para la producción de electricidad se emplearan cuatro motores de 1,200 kW los que fueron instalados en el sitio del proyecto.

La electricidad producida mediante el biogás recuperado se utiliza para fines de autoconsumo de actividades de proyectos, así como para su venta a la red de distribución local en virtud de un acuerdo de compra de energía. Para garantizar la correcta destrucción del gas metano, se emplearan dos sistemas de alta temperatura en pilas cerradas (1,100°C y 0.3 segundos el tiempo de retención). Esto será para destruir el gas metano que no se envía a la planta de generación de energía.

Con el inicio del funcionamiento de este proyecto, se estima que se logrará una reducción promedio anual de 141,597 tCO<sub>2-eq</sub>, por medio de la reducción de las emisiones de metano en el proceso de producción de electricidad y en las antorchas instaladas, así mismo porque al conectar la planta al Sistema Nacional Interconectado (SNI), se apoyará la diversificación de la matriz energética, por medios renovables. Esta cantidad de reducción de emisiones es importante para el país, ya que se estima que equivale al 14.7% del total de emisiones provenientes de esta categoría, respecto a las emisiones reportadas en el 2005 (Industria de Biogas, S.A., 2012).

Al sur de la ciudad de Guatemala se encuentra el segundo vertedero de mayor capacidad del país, el cual recibe aproximadamente 600 toneladas diarias de residuos. Este vertedero ha estado siendo mejorado para el manejo de los lixiviados y de las emisiones. En la actualidad se iniciaron evaluaciones para determinar la factibilidad de instalar una solución similar a la indicada anteriormente.

#### – Manejo de las aguas residuales industriales

En Guatemala existen varias actividades productivas que, por su naturaleza, generan cantidades importantes de desechos orgánicos, que de no tratarse adecuadamente, pueden convertirse en un problema ambiental y en una fuente importante de GEIs.

Como parte de las actividades de manejo ambiental de varias empresas, en la actualidad existen cinco proyectos para el manejo de las aguas residuales de los procesos de extracción de aceite de palma africana y de alcohol de la caña de azúcar (ver Cuadro 24). En total, estos proyectos permitirán la reducción de unas 246 mil toneladas tCO<sub>2-eq</sub> anuales (UNFCCC, 2015).

Cuadro 24. Proyectos de reducción de emisiones por manejo de desechos agroindustriales en Guatemala

Título del proyecto	Reducciones tCO <sub>2-eq</sub> / año
---------------------	---------------------------------------

Planta de energía con biogás a partir de los efluentes de la palma aceitera	30,333
Bioenergía digestión anaeróbica y Proyecto de Generación de Biogás	100,000
Proyecto de co-compostaje de racimos de fruta vacíos y efluentes de la planta de aceite de palma	22,940
Proyecto de Biogás Olmeca III, Tecún Umán	37,377
Proyecto de Biogás Olmeca I, Santa Rosa	55,338

Fuente: UNFCCC-CDM, 2015.

### 6.3.5 Instrumentos económicos orientados a la mitigación

#### 6.3.5.1 Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es uno de los mecanismos del Protocolo de Kyoto que ayuda a cumplir con los objetivos de mitigación, pues permite que países en desarrollo certifiquen sus reducciones de emisiones de GEI y puedan vender dichos certificados a los países industrializados con compromisos de reducción de emisiones. Desde la adopción del Protocolo de Kioto en 1997, Guatemala se ha mantenido muy activo e interesado en promover y ejecutar proyectos bajo el MDL del Protocolo.

Con la finalidad de apoyar las gestiones de los proyectos proponentes, Guatemala estableció la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio (ONDL)<sup>39</sup> como la Autoridad Nacional Designada (AND) en el 2005, requisito establecido por el Protocolo para desarrollar en el país proyectos de reducción y captura de emisiones mediante el MDL y participar en el mercado de carbono.

La promoción de este tipo de proyectos, ha permitido ayudado a tener 20 proyectos aprobados y registrado dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio. En conjunto, estos proyectos permiten una reducción aproximada de 2.07 millones de tCO<sub>2-eq</sub> / año; de estas, 13 proyectos hidroeléctricos, geotérmicos y eólicos (55% de las emisiones) son por sustitución de combustibles en la matriz energética; 5 proyectos (12%) por reuso de biogás obtenido de proceso de aguas industriales residuales; 1 proyecto (7% emisiones) por uso de gas de vertedero para generación eléctrica y 1 proyecto (5% emisiones) por la reconversión del sistema de transporte (UNFCCC, 2015). En el Cuadro 25, se muestra el detalle de estos proyectos.

Cuadro 25. Proyectos de reducción de emisiones por manejo de desechos agroindustriales en Guatemala

Título del proyecto	Reducciones tCO <sub>2-eq</sub> / año
Proyecto Hidroeléctrico "Las Vacas"	90,363
Planta Hidroeléctrica Matanzas	38,493
Planta Hidroeléctrica San Isidro	13,389

<sup>39</sup> La ONDL es una unidad del MARN creada mediante Acuerdo Ministerial Número 477-2005, quien es la encargada de aplicar el procedimiento de solicitud, análisis, valoración y aprobación nacional de las propuestas de los proyectos que apliquen al Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) en Guatemala.

Título del proyecto	Reducciones tCO <sub>2</sub> -eq / año
Proyecto Hidroeléctrico Candelaria	18,922
Proyecto Hidroeléctrico El Canadá	118,527
Planta de energía con biogás a partir de los efluentes de la palma aceitera	30,333
Proyecto Geotérmico Amatitlán	82,978
Proyecto Hidroeléctrico Xacbal	311,438
Bioenergía digestión anaeróbica y Proyecto de Generación de Biogás	100,000
Proyecto de co-compostaje de racimos de fruta vacíos y efluentes de la planta de aceite de palma	22,940
Proyecto de Biogás Olmeca III, Tecún Umán	37,377
Proyecto Hidroeléctrico Palo Viejo	258,423
Bus Rapid Transit (BRT) in Guatemala City	536,148
Proyecto de Energía Eólica San Antonio El Sitio	82,902
Proyecto Hidroeléctrico Canbalam I	26,843
Proyecto Hidroeléctrico Montecristo	33,016
Proyecto Hidroeléctrico Choloma	18,926
Proyecto de Energía con gas de vertedero Zona 3	141,597
Proyecto de Biogás Olmeca I, Santa Rosa	55,338
Planta Hidroeléctrica Santa Rita	52,131

Fuente: UNFCCC-CDM, 2015.

### 6.3.5.2 Mercados voluntarios del carbono

Los mercados voluntarios del carbono se diferencian de los proyectos del mercado regulado principalmente porque no se solicita la aprobación nacional del país anfitrión y el proceso de validación y verificación es dependiente del estándar usado. Los criterios de aprobación de proyectos son similares a los del MDL y procuran asegurar que las reducciones sean reales, de largo plazo y que cumplan con las normas ambientales sin que haya una doble contabilidad.

En Guatemala se tiene información de dos proyectos que se encuentran en desarrollados y registrados dentro del Verified Carbon Estándar (VCS) los cuales son:

- Promoción del desarrollo sostenible a través del establecimiento de plantaciones de Caucho Natural en Guatemala  
Este proyecto pretende establecer plantaciones de árboles de caucho (*Hevea brasiliensis*) en un límite del proyecto de 2,366.16 hectáreas de tierras degradadas, las que tradicional han sido usadas para el pastoreo de ganado. El proyecto se inició en 2007 y continuará hasta el 2013. El área plantada real o efectiva corresponde a 2,252.23 hectáreas que se da mediante de las plantaciones de caucho natural. El estimado de reducción de emisiones que logrará el proyecto será de 46,434 toneladas anuales (Pica de Hule Natural, S.A., 2014).
- Proyecto Geotérmico de Amatitlán  
Corresponde a una planta geotérmica ubicada en el departamento de Escuintla, la cual consta con una capacidad instalada total de 25,2 MW (capacidad neta real de 20,5 MW). La planta utilizará 3 turbinas (dos con una capacidad instalada de 12 MW cada uno, y uno a 1,2 MW) y la generación de energía prevista de 162,000 MWh anuales. El estimado de reducción de emisiones que logrará el proyecto será de 82,978 toneladas anuales (UNFCCC, 2015).

---

### 6.3.5.3 Huella de carbono

En los últimos años, han surgido varias entidades en Guatemala que permiten a empresas e individuos calcular su huella de carbono. En base a información simple, estas compañías calculan la cantidad de emisiones de GEI que emite el individuo o la empresa debido a la quema de combustibles fósiles y consumos de energía en sus actividades diarias. Adicionalmente, estas empresas apoyan al proceso de generar estrategias para una vida menos impactante en términos de la huella de carbono.

Dentro de estas acciones, destaca la promulgación de la Política de Producción Más Limpia que ha sido formulada por el MARN con el objetivo de contribuir al bienestar social, el crecimiento económico, el aumento de la competitividad, el mejoramiento de la calidad del ambiente y el aprovechamiento racional de los bienes y servicios naturales, a través de la aplicación de Producción Más Limpia, como herramienta para la gestión socioambiental (MARN, 2010). Esta política se propone como una solución a largo plazo, de la problemática ambiental de los sectores productivos, buscando prevenir la contaminación desde su origen, en lugar de tratarla una vez generada, obteniendo así resultados concretos y significativos en cuanto a sostenibilidad, competitividad y desempeño ambiental.

También es importante señalar los esfuerzos por establecer la plataforma voluntaria ReduzCO2<sup>40</sup>, cuyo mercado objetivo es el sector privado, específicamente empresas que busque medir su huella de carbono y compensar emisiones GEI. Las actividades relacionadas a capacitación y medición de huella de carbono se han realizado en coordinación con las diferentes divisiones de AGEXPORT: agrícola, manufacturas y servicios.

---

<sup>40</sup> La plataforma ReduzCO2 está siendo implementada por la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), dentro del marco del proyecto Clima, Naturaleza y Comunidades de USAID, la cual utiliza proyectos con comunidades que realizan acciones de reducción de emisiones a través de actividades como reforestación, manejo de bosques naturales y estufas ahorradoras.

---

# Capítulo 7.

## OTRA INFORMACION RELEVANTE PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA CMNUCC

### 7.1 Introducción

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, exhorta a los países como Guatemala que son, Parte No Anexo I, a proveer de información sobre temas de investigación sobre cambio climático y sistemas de información sistemática regionales y globales. En éste esfuerzo y en el ámbito de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, Decreto 7-2013, se han realizado acciones tanto del sector público, como del sector privado y de la academia en, generar un instrumento de política que propicia la coordinación y definición de procedimientos para la gestión de información para tomadores de decisión, como lo es el Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC) quien de manera conjunta con las instituciones miembros son el ente encargado en revisar y generar información científica sobre el comportamiento del clima y proveer elementos con la rigurosidad científica a tomadores de decisiones en el país.

Además, el sector privado así como organizaciones no gubernamentales poseen una agenda de investigación de acuerdo a su naturaleza organizacional, quienes contribuyen en la generación de

---

información climática y de conocimiento sobre adaptación y mitigación al cambio climático. Por otro lado, año con año Guatemala va reforzando su capacidad de diálogo intersectorial para la consolidación y formulación de las posiciones de País para las Conferencias de las Partes realizadas cada año. Para que el país logre un mejor posicionamiento, es importante que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales aproveche los medios que dispone y con ello logre coordinar y liderar esfuerzos con distintos actores nacionales e internacionales.

En el presente capítulo, se presentan el rol, los aportes de las instituciones públicas y privadas (incluidas las organizaciones no gubernamentales y el apoyo de la cooperación internacional), y las necesidades de gestión de información sobre adaptación, mitigación, vulnerabilidad al cambio climático, que puede ser generado a través de la investigación. Aportes necesarios e importantes para el abordaje los temas relevantes relacionados con los efectos del cambio climático en el país.

## **7.2 Investigación sobre el clima y el cambio climático en Guatemala**

### **7.2.1 Instituciones vinculadas a la observación del clima**

En Guatemala existen varias instituciones que realizan acciones de investigación, monitoreo del clima y su variabilidad, entre las cuales se encuentran:

#### **7.2.1.1 Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEH-**

El INSIVUMEH es una organización científica del gobierno de Guatemala. El instituto fue creado para estudiar y monitorear fenómenos y eventos atmosféricos, geofísicos e hidrológicos, sus riesgos para la sociedad, y ofrecer información y recomendaciones al gobierno y el sector privado en la ocurrencia de un desastre natural. El instituto tiene cuatro disciplinas principales: Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. El INSIVUMEH fue creado el 26 de marzo de 1976, mediante Acuerdo Gubernativo 23-3-76 y forma parte del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda – MICIVI-.

El INSIVUMEH actualmente tiene a su cargo todo lo relacionado con el desarrollo de procesos y fenómenos atmosféricos y su incidencia en el territorio nacional. Desde 1976 a la fecha, esta actividad centró su accionar en proporcionar servicios meteorológicos y climatológicos a la navegación aérea, sector de atención a los desastres, agricultura, planificación y aprovechamiento de los recursos hídricos del país, al diseño y planificación de las obras de infraestructura nacional así como diversos proyectos de interés nacional y al sector público y privado en general.

#### **7.2.1.2 Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático –ICC-**

El ICC es una institución privada que trabaja en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y la adaptación al cambio climático en las comunidades así como en procesos productivos e infraestructura de la región de la costa sur. Por medio del programa Investigación en Clima e Hidrología,

---

se genera información y análisis sobre el clima y los recursos hídricos que contribuyan al bienestar de la población y la sostenibilidad de los sistemas productivos. De la misma manera realizan investigación en temas de sostenibilidad de sistemas productivos y manejo integrado de cuencas.

Las principales líneas de investigación son las siguientes:

- Climatología
- Hidrología subterránea
- Hidrología
- Gases de Efecto Invernadero (GEI): estimación de la huella de carbono del azúcar de Guatemala, zafra 2014-2015 a través de la recopilación de información y realización de cálculos de emisiones de GEI; estimación de la huella de carbono de la producción independiente de banano de Guatemala, 2014 (cálculos de emisiones de GEI).
- Diseño del Sistema de Recolección de Información de Plagas y Clima.

El instituto ha generado diferentes estudios en las temáticas antes descritas, dentro de los cuales se resaltan los siguientes; “Estudio sobre zonas inundables de los cascos urbanos de Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla”, “Análisis climático del comportamiento del viento en la zona cañera del sur de Guatemala”, “Estudios hidrológicos de los ríos Achiguate, Coyolate, María Linda y Los Esclavos”, “Evaluación de la erosión de suelos y de prácticas para conservarlos en la vertiente del Pacífico”, “Evaluación de vulnerabilidad en comunidades e infraestructura crítica en costa Sur de Guatemala”, entre otros (ICC, 2015).

## 7.2.2 Instituciones que promueven la investigación sobre Cambio Climático

### 7.2.2.1 Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC)

El SGCCC se encuentra conformado por la Asociación de Investigación y Estudios Sociales –ASIES-, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –FLACSO-, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-, Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC-, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, Universidad del Valle de Guatemala –UVG-, Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, Universidad Galileo –UG-, Universidad Mariano Gálvez –UMG- y Universidad Rafael Landívar.

El SGCCC es un ente encargado de revisar y generar información científica para trasladarla a los tomadores de decisión de políticas en los componentes relacionados al cambio climático (mitigación, adaptación y ciencias del clima). Las funciones del sistema son las siguientes:

- Brindar asesoría en material científica de cambio climático a instituciones y actores relevantes incluyendo el Consejo Nacional de Cambio Climático, máximo organismo de decisión en Guatemala en materia de cambio climático;
- Elaborar evaluaciones periódicas de la situación del país en temáticas de cambio climático, bajo los enfoques de ciencia del clima, vulnerabilidad y adaptación, mitigación e inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Emitir opiniones y comunicaciones públicas referente a temática de cambio climático con sustento científico según lo requiera el contexto nacional;

- 
- Coordinar, facilitar y/o realizar investigación en temas relacionados al cambio climático a través de las instituciones participantes, delimitando los temas prioritarios en función de los recursos financieros disponibles;
  - Coordinar actividades y apoyar en la generación de datos para el Sistema Nacional de Información sobre cambio Climático (SNICC), adscrito al MARN (SGCCC, 2014).

Adicionalmente a las funciones del Sistema, existen otros temas que permiten potenciar el desenvolvimiento del mismo, tales como:

- Inclusión de conocimientos tradiciones y ancestrales, así como la inclusión del análisis de género, específicamente en relación a aspectos del cambio climático, tomando en consideración que existen diferentes fuentes de conocimiento que puedan estar sujetas a sistematización y publicación;
- Función del SGCCC como enlace científico a nivel internacional con instituciones afines incluyendo el IPCC (SGCCC, 2014).

### **7.2.2.2 Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad (CEAB), Universidad del Valle de Guatemala (UVG)**

Es una institución que ha promovido la investigación a través de proyectos a nivel nacional, teniendo al cambio climático como un eje de investigación importante para el CEAB de lo cual se derivan tres importantes temas de investigación:

- Ciencia del clima  
Ejecutan el proyecto “Reconstruyendo sequías en la América Tropical utilizando Dendrocronología”, el cual tiene como objetivo ampliar el conocimiento y la aplicación de la dendroclimatología en Guatemala, por medio de identificación de especies y sitios que muestran sensibilidad a la precipitación para evaluar sequías en el pasado y ver si existe alguna tendencia para el futuro; es financiado por Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI).
- Mitigación  
Dentro del proyecto “Clima, Naturaleza y Comunidades de Guatemala (CNCG)”, en el cual ha apoyado al desarrollo e implementación de estrategias REDD a nivel nacional, enfocados en el desarrollo de un sistema de Medición, Reporte y verificación (MRV) de las variables claves para la implementación de cualquier mecanismo REDD.  
Siempre en la línea de mitigación han llevado a cabo las siguientes investigaciones:
  - Cuantificación de carbono en ecosistemas (desde 1999), Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo.
  - Recopilación de resultados de proyectos de carbono en bosques del Altiplano Occidental (CARE): “estimación del contenido de carbono en bosques del Altiplano Occidental de Guatemala, informe de mediciones realizadas en año 2004” y “Cuantificación de carbono por bosques comunales y municipales de cuatro municipios en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, 2007”.
  - Primer Mapa Nacional sobre el carbono capturado por plantaciones y bosques naturales de Guatemala (FODECYT): “Estimación de Carbono Contenido en los árboles de los bosques y plantaciones forestales de la República de Guatemala”.
  - Estudio de línea base de carbono en cafetales: estudio interinstitucional realizado en 2009 en donde participó ANACAFE y EFICO.

- 
- Adaptación  
Dentro de este eje desarrolla el proyecto Cambios Globales y Café, el que tiene como objetivo general estudiar las estrategias de adaptación de las familias de pequeños caficultores a múltiples presiones que provienen de cambios globales como: la fluctuación de precios, el cambio climático y las plagas y enfermedades, en cuatro países de Mesoamérica: México, Guatemala, Honduras y Costa Rica.

El proyecto ha estudiado la adaptación de los caficultores por 12 años por medio de tres fases de investigación, las cuales han sido financiadas por el Inter-American Institute for Global Change Research –IAI- y se han realizado por medio de una red de investigación multidisciplinaria conformada por científicos que representan a varias entidades en distintos países de América. (CEAB, 2015). La Primera fase (Proyecto piloto 2003-2005) se enfocó en el estudio de la respuesta de los caficultores ante la crisis de precios del café. En la segunda fase: Estrategias Efectivas de Adaptación y Reducción de Riesgos por Fluctuaciones de Precios y Cambios Climáticos: Lecciones de la Crisis de Café en Mesoamérica, (2006-2010) se evaluaron las estrategias de adaptación de los caficultores a la fluctuación de precios, cambio climático, plagas y enfermedades. Y la tercera fase: Opciones de adaptación para los pequeños productores de café en un clima cambiante. Los desafíos de la certificación para los servicios ecosistémicos (2012-2015) ha tenido como principal objetivo estudiar si la incorporación de las prácticas requeridas en la certificación del café podrían contribuir a constituir un ecosistema más resiliente a los cambios del clima. (CEAB, 2015)

### **7.2.2.3 Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL)**

El IARNA es una instancia académica que busca coadyuvar en el entendimiento de las relaciones recíprocas entre la sociedad y la naturaleza, en la provisión de conocimiento e información para asegurar que esas relaciones sean armónicas y en la formación y fortalecimiento de capacidades. Cuenta con programas y áreas de investigación, los cuales son:

- Situación y tendencias del sistema natural de Guatemala
  - Subprograma 1. Bosques de Guatemala
  - Subprograma 2. Bienes hídricos
  - Subprograma 3. Biodiversidad
  - Subprograma 4. Energía
  - Subprograma 5. Contaminación
  - Subprograma 6. Recursos naturales no renovables.
  - Subprograma 7. Cambio climático y vulnerabilidad.
- Socioeconomía ambiental
- Sistemas de producción Agrícola y fitoprotección
- Biotecnología
- Ecología Humana
- Sistemas de información

Estos programas se encuentran enfocados en el estudio de los recursos naturales y condiciones ambientales de Guatemala, específicamente el primer programa, hace énfasis en el análisis de la tierra y el territorio; el agua como termómetro de la sostenibilidad de la Nación; los bosques y su rol en la estabilidad territorial, la contaminación por residuos y emisiones; la biodiversidad como elemento

fundamental de la seguridad socioambiental; la energía y la eficiencia en su utilización; la situación y el uso de recursos naturales no renovables y aspectos integradores como el cambio climático y la vulnerabilidad socioambiental de Guatemala. (IARNA, 2014)

#### 7.2.2.4 Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)

La DIGI forma parte de las instancias académicas que promueven la investigación siendo el órgano encargado de la coordinación del Sistema Universitario de Investigación que gestiona y administra con efectividad y enfoque ambiental los recursos asignados para la producción y difusión del conocimiento científico a través del centro universitario más grande del país. La DIGI otorga financiamiento para realizar investigación para las diferentes dependencias y órganos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en tres áreas de investigación priorizadas: 1) Social humanística, 2) Tecnológica, y 3) Salud Pública.

La dirección a través del área tecnológica hace énfasis en la temática de cambio climático (adaptación, impacto, modelos climatológicos y de contaminación), Ecosistemas y biodiversidad, Biotecnología, Recursos naturales, gestión integral y dinámica de agua, fuentes alternas de energía, manejo, aprovechamiento y tratamiento de residuos, seguridad alimentaria y nutricional. Las propuestas de investigación recomendadas para su cofinanciamiento para el año 2016, que aportan a los ejes de adaptación y mitigación del cambio climático se muestran en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Investigaciones recomendadas por el DIGI enfocadas en cambio climático, año 2015.

Título	Instituto de investigación	Unidad Avaladora
Estudio hidrogeológico de los acuíferos volcánicos de la República de Guatemala	Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales	Facultad de Agronomía
La agricultura tradicional, seguridad alimentaria y resiliencia al cambio climático en las comunidades Queqchíes del corredor del bosque nuboso, Baja Verapaz, Guatemala.	Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas –IIQB-	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Restauración Ecológica Participativa del Ecosistema de Manglar de la Reserva Natural de Uso Múltiple Monterrico – RNUMM	Centro de Estudios Conservacionistas – CECON-	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, ubicada en los municipios de Chiantla, Malacatancito y Cuilco, Huehuetenango	Instituto de investigación de Noroccidente IIDENOC	Centro Universitario de Noroccidente CUNOROC
Cambio climático y vectores de dengue en Guatemala: modelación de escenarios presentes y futuros para toma de decisión epidemiológica	Departamento de Investigación y Extensión DIE	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Título	Instituto de investigación	Unidad Avaladora
Dinámica temporal de la acumulación de agua, microclima y frecuencia de visita de vertebrados medianos y mayores en aguadas del Biotopo Universitario Naachtún Dos Lagunas, Petén	Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación del cambio climático. Fase II. Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa	Centro de Estudios Conservacionistas	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Fuente: Dirección General de Investigación (DIGI)-USAC, septiembre 2015, página web <http://digi.usac.edu.gt/sitios/convocatoria2015/>

### 7.2.2.5 El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-

El ICTA es la Institución de Derecho Público responsable de generar y promover el uso de la Ciencia y Tecnología Agrícolas en el sector respectivo. En consecuencia, le corresponde conducir investigaciones tendientes a la solución de los problemas de explotación racional agrícola, que incidan en el bienestar social; producir materiales y métodos para incrementar la productividad agrícola; promover la utilización de la tecnología a nivel de agricultor y del desarrollo rural regional, que determine el sector público agrícola<sup>41</sup>. (ICTA, 2015)

A través del instituto se han desarrollado varios programas de investigación en maíz, frijol, arroz, hortalizas, entre otros, que tienen como objetivos buscar combinaciones genéticas que sean resilientes a enfermedades. Además, ha implementado un programa de investigación en sistemas tradicionales y alternativos de producción de alimentos, en aras de promover la agricultura con enfoque de conservación.

El ICTA ha desarrollado estudios basados en la diversidad genética de maíz con tolerancia a sequía permitiendo identificar los genes o los alelos o al tipo de mecanismo genético de las 21 colecciones estudiadas y tres colecciones de las 36 disponibles del departamento de Jutiapa, 77 de Chiquimula y 108 de Baja Verapaz que deberán formar parte de una colección núcleo. Los resultados de la caracterización agronómica se correlacionarán en un futuro con la genética para identificar colecciones que expresen su tolerancia para caracteres específicos de interés como la tolerancia a sequía y para estudios moleculares posteriores para maíz con alta calidad proteínica. (ICTA, 2007)

### 7.2.2.6 Instituto Nacional de Bosques –INAB-

El INAB es una entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia administrativa, y es el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola en materia Forestal. (INAB, 2015)

<sup>41</sup> Ley Orgánica del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, art. 3º.

A nivel nacional se ha promovido la observación sistemática por medio de los programas de incentivos forestales como el PINFOR y el PINPEP<sup>42</sup>, a su vez el Instituto Nacional de Bosques –INAB- cuenta con una extensa red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF) que ha permitido mantener un monitoreo y mejorar las líneas de investigación en el sector UTCUTS a partir de sitios de muestreo y monitoreo forestal.

Desde el año 1998 el Instituto Nacional de Bosques –INAB- se creó el Proyecto de Investigación Forestal, que al paso de los años ha ido evolucionando, siendo el tema de investigación forestal institucionalizado llevando a cabo actividades definidas dentro de un Programa de Investigación Forestal. Actualmente se lleva a cabo el fortalecimiento y la mejora del sistema de información basado en Parcelas Permanentes de Medición Forestal para la evaluación de plantaciones forestales y Bosques naturales del país, entre algunas acciones realizadas este año 2015 que han conllevado metodologías de investigación, se encuentran:

- Informe anual de la dinámica de Plantaciones y Bosques Naturales elaborado y dirigido al sector forestal;
- Actualización de Mapas interactivos de Parcelas Permanentes de Medición Forestal;
- Monitoreo y evaluación en campo de 700 ppmf en plantaciones y bosques naturales;
- Desarrollo y actualización de base de datos de ppmf de plantaciones y bosque natural de coníferas ( (INAB, 2015)).

El cuadro 27 refleja algunas investigaciones que se han llevado a cabo el presente año en el sector forestal y que tienen énfasis en cambio climático.

Cuadro 27. Investigaciones con énfasis en cambio climático en sector forestal del año 2014-2015.

Período de ejecución	Investigación	Institución ejecutora	Instituciones de Apoyo
2014-2015	Ecuaciones Alométricas para Estimar Biomasa aérea en la especie <i>Pinus pseudostrobus</i> a realizarse en la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá.	INAB	CUNTOTO
2014-2016	Conservación, sostenibilidad y adaptación al cambio climático de los bosques de pino encino de Mesoamérica	FDN-INAB-TNC-PRONATURA SUR- UNAG	FDN-INAB-TNC-PRONATURA SUR- UNAG
2014-2016	Conservación de los Bosques de Pino Encino de Mesoamérica: Un Modelo Regional de Manejo	FDN-INAB-TNC-PRONATURA SUR- UNAG	FDN-INAB-TNC-PRONATURA SUR- UNAG
2015	Evaluación de la regeneración natural de pino candelillo ( <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore) en Alta y Baja Verapaz, Guatemala	INAB	URL Verapaces
2015	Estimación del contenido de carbono en plantaciones forestales de ciprés ( <i>Cupressus lusitanica</i> Mill) en el departamento de Sololá	UVG-INAB	UVG
2015	Evaluación del carbono equivalente en plantaciones forestales derivadas del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-	USAC-INAB	USAC

<sup>42</sup> De acuerdo a lo establecido en el Decreto No.51-2010, del Congreso de la República de Guatemala -Ley del -PINPEP-

Período de ejecución	Investigación	Institución ejecutora	Instituciones de Apoyo
	ubicadas en el Municipio de San José Pinula, Guatemala		
2015	Elaboración de la tabla de volumen con corteza en bosque natural para <i>Pinus tecunumanii</i> en el Departamento de Baja Verapaz	INAB	USAC
2015	Guía de eficiencia energética	INAB	MEM, MINEDUC, MSPAS, MAGA, SAA, SESAN, CONAP, INE, FAO
2014-2015	Consolidación de las redes temáticas científico técnicas en los subsectores Agrícola, Pecuario, Forestal e Hidrobiológico, para el fortalecimiento y desarrollo del Subsistema de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria -SNITA-	FAUSAC	INAB- APRODERCH- CEMA-U. GALILEO- INCAP-ICTA
2015	Estudios para la identificación de zonas de recarga hídrica y tierras forestales de captación y regulación hidrológica en 4 sitios de Guatemala (Concepción Chiquirichapa y Loma Linda, Quetzaltenango; San Jerónimo, Baja Verapaz; y San Rafael las Flores, Santa Rosa)	INAB	Minera San Rafael, Helvetas, Fontierra, ASODILL.

Fuente: (INAB, 2015)

### 7.3 Necesidades de investigación sobre Cambio Climático en Guatemala

El SGCCC a través de un proceso de participación y consulta con el sector académico, instituciones de Gobierno y organizaciones no gubernamentales han desarrollado una Agenda de Investigación para el cambio climático. Esta parte de la importancia que el país y las instituciones cuya capacidad les permita desarrollar investigación, trabajen en propuestas basadas en fortalecer: a) el sistema nacional de información de cambio climático, b) caracterizar, cuantificar y valorar la riqueza natural del país y su dinámica, c) Caracterizar y cuantificar impactos y efectos del cambio climático, d) Identificar, caracterizar y valorar los riesgos y potencialidades de las relaciones ambiente, economía y sociedad.

La agenda se compone de diez sectores, incluyendo uno de tipo transversal, y múltiples líneas de investigación, las cuales se describen a continuación:

#### TODOS LOS SECTORES

- Sistema Nacional de información sobre cambio climático con énfasis en:
- Sistematizar y difundir las investigaciones existentes sobre Cambio Climático relevantes para el país (con acceso abierto y en formatos digitales).
- Sistemas de información cuantitativa en: Ecosistemas y biodiversidad, Agua, Agricultura y seguridad alimentaria, Salud, gestión de riesgos, Infraestructura y asentamientos humanos, Energía, Economía e Institucionalidad.
- Caracterizar, cuantificar y valorar la riqueza natural del país y su dinámica con: a) bienes y servicios ecosistémicos incluyendo aire, mar y tierra en el territorio nacional, b) Capacidad de

---

soporte de los ecosistemas, c) La sobreutilización y vulnerabilidad de los bienes y servicios ambientales los impactos negativos del cambio climático, d) Potencialidades de aprovechamiento sostenible de energía (generación y uso de fuentes renovables y eficiencia), turismo, servicios ambientales, forestería y minerales.

- Caracterizar y cuantificar impactos y efectos del cambio climático: a) monitoreo de variables oceanográficas en perfiles paralelos al borde de las costas del país; b) las fuentes y causas de la contaminación y degradación del ambiente.

#### **CLIMA**

- Desarrollo de escenarios de cambio climático apropiados para niveles de decisión nacional y local

#### **ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD**

- Causas de la pérdida de cobertura forestal.
- Alteraciones y bloqueos en la cadena alimenticia en los sistemas terrestres y marino-costeros.
- Aumento de incendios forestales por sequías,
- Destrucción de espacios naturales y hábitats
- Impactos de la variabilidad océano-atmosférica sobre los ecosistemas del país (incluyendo costeros)
- Identificar las prácticas y conocimientos ancestrales de adaptación al C
- Análisis de restauración adecuada/pertinente de ecosistemas, basado en especies nativas que hagan ecosistemas resilientes a plagas y efectos del cambio climático, y así asegurar la prestación de bienes y servicios derivados de su permanencia

#### **AGUA**

- Reducción de la disponibilidad de agua;
- Estudios sobre la situación de las zonas de recarga hídrica (ver ¿si está disminuyendo la capacidad de infiltración, por qué y cómo mejorar?)
- Monitoreo de caudales en todo el país y desarrollo de modelos hidrológicos, particularmente en cuencas que proveen agua a grandes concentraciones de población, sitios de generación hidroeléctrica y riego.
- Análisis de herramientas potenciales eficientes y efectivas para el uso del recurso hídrico (incluyendo técnicas de captación / cosecha de agua en distintas ecorregiones del país)

#### **AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

- Aumento de la inseguridad alimentaria por pérdida de cosechas;
- Reducción de la calidad del suelo;
- Identificar prácticas y conocimientos que mejoren capacidades de adaptación y la mitigación;
- Identificar, sistematizar y generar prácticas productivas apropiadas para la adaptación y mitigación del cambio climático;
- Rescate de técnicas de conservación de suelos;
- Generación, adaptación y uso de tecnologías para el mejoramiento de la producción alimentaria, lo que entre otras varias cosas incluye selección de semillas de variedades adaptadas y mejoramiento genético
- Control integrado de plagas y enfermedades, manejo de riesgos climáticos como heladas, fuertes vientos, etc.

#### **SALUD**

- Desplazamiento de plagas, vectores, comensales, depredadores y enfermedades, a nuevas zonas geográficas, considerando al menos: infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas y particularmente leishmaniosis, malaria, dengue y otros.

---

## GESTIÓN DE RIESGOS

- Realización e implementación de planes de ordenamiento territorial que se fundamenten en la reducción de riesgo de poblaciones humanas y en evitar el avance de fronteras agropecuarias y urbanas dentro de sistemas naturales.

## INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

- Caracterizar, cuantificar y valorar la pérdida de infraestructura por efectos del cambio climático (huracanes y tormentas tropicales)

## ENERGÍA

- Análisis de factibilidad e implementación de biodigestores para manejo de desechos líquidos derivados de asentamientos humanos y actividades productivas agropecuarias, que además generen energía y disminuyan la emisión de GEI.

## ECONOMÍA

- Impactos negativos sobre todos los medios de subsistencia humana;
- La vulnerabilidad de la población guatemalteca frente al cambio climático;
- Identificar, caracterizar y valorar los riesgos y potencialidades de las relaciones ambiente, economía y sociedad, en particular:
- Actitudes, percepciones y prácticas de la población y sectores económico-sociales y su contribución a la adaptación al cambio climático, considerando: Identificar las limitaciones y obstáculos socio-culturales y económicos para la adaptación;
- Caracterizar y cuantificar posibilidades de aprovechamiento de bienes y servicios ecosistémicos.
- Ordenamiento territorial para la adaptación y mitigación al cambio climático y el desarrollo económico y social del país.
- Coherencia entre lo que actualmente se protege y las prioridades de país en función de los servicios ecosistémicos.
- Establecer las prioridades económicas, sociales, culturales y políticas de protección de áreas (regulación de ciclo hídrico [inundaciones, sequías, crisis alimentarias, destrucción de bienes de capital, etc.], restauración,
- Identificación de iniciativas de gran escala con potencial para desagrarizar la economía rural con énfasis en el corredor seco y los territorios con mayor pobreza.
- Evaluación y propuestas de las formas de protección

## MECANISMOS INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS

- Impactos de las políticas macroeconómicas nacionales e internacionales en la seguridad alimentaria y nutricional.
- Diseño de mecanismos financieros (incentivos, entre otros) para promover adopción de mejores prácticas de adaptación al CC.
- Caracterizar, cuantificar y evaluar:
  - a) Los ingresos provenientes de títulos o valores que se reciban por concepto de mitigación y adaptación al cambio climático.
  - b) Los mecanismos de pago de las compensaciones por las emisiones de gases de efecto invernadero que sean requeridas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según la normativa que para el efecto de la ley de Cambio Climático se emita.
  - c) Los fondos provenientes de las negociaciones de Canje por Adaptación y Mitigación al Cambio Climático.
  - d) Pago por aprovechamiento de bienes y servicios ecosistémicos.
- Mecanismos y plataformas financieras y legales para enfrentar desafíos del desarrollo en medio de la adaptación a la variabilidad climática

- 
- Mecanismos y programas nacionales que favorezcan la distribución de beneficios, el resarcimiento por pérdidas climáticas y el cumplimiento de las salvaguardas sociales y ambientales;

#### INSTITUCIONAL

- Mecanismos para contrarrestar la corrupción y mal uso de recursos en tema de ambiente y desarrollo. Identificación de prioridades de inversión de acuerdo a la realidad local y nacional, y no las necesidades internas de las instituciones.
- Ajustes institucionales con relación a Impactos del andamiaje jurídico, institucional y financiero necesario para el desarrollo sostenible (políticas sectoriales, normativas y legislación), considerando:
  - Mecanismos de identificación de responsabilidades climáticas (inventarios de GEI, responsabilidades, causas y agentes de la deforestación y degradación ambiental);
  - Impacto del marco jurídico, institucional y financiero respecto a la adaptación/mitigación del cambio climático.
  - Plan de acción nacional de adaptación y mitigación al cambio climático y el desarrollo económico y social de Guatemala, el que entre otras varias cosas deberá considerar:
    - Los resultados del conocimiento adquirido por las investigaciones anteriores;
    - Integralidad con otras convenciones internacionales, leyes y políticas nacionales;
    - Desarrollo de planes estratégicos institucionales para la adaptación y mitigación;
    - Sistema de seguimiento, evaluación y reporte sobre la implementación del Plan nacional. (SGCCC, 2015)

### I Congreso Nacional de Cambio Climático

En julio del año 2014 se llevó a cabo el primer Congreso Nacional de Cambio Climático el cual marcó un hito histórico en el país, ya que se logró la participación de varios sectores empresariales, sociedad civil, Pueblos Indígenas, academia, sector gubernamental que laboran y llevan a cabo acciones en cambio climático. Un logro del Primer Congreso de Cambio Climático fue establecer los primeros pasos para la elaboración participativa de una Agenda de investigación sobre cambio climático, la cual debe incluir los ejes de: Ciencia del clima, mitigación (reducción y fijación) de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático.

Las principales líneas de investigación identificadas fueron las siguientes:

- Ciencia del clima
  - Variabilidad climática local y su relación con los fenómenos climáticos globales y regionales.
  - Actualización y validación de los escenarios de cambio climático a nivel local.
  - Impactos de las variaciones climáticas en la hidrología e hidrogeología del país. Impactos de la variabilidad océano-atmosférica sobre los ecosistemas del país (incluyendo costeros). Efectos de la variabilidad climática sobre los sistemas productivos, medios de vida y seguridad alimentaria.
- Mitigación (reducción y fijación) de Gases de Efecto Invernadero:
  - Estudios para afinar los inventarios de gases de efecto invernadero a nivel nacional, sectorial o de subsectores específicos, incluyendo análisis de viabilidad técnica, social, económica, ambiental y financiera para determinar sectores o subsectores con mayor potencial.
  - Estudios para la utilización de fuentes de energía renovables que aportan en la reducción de GEI, entre ellas, solar, eólica, biocombustibles, entre otras.
  - Estudios para la estandarización en el etiquetado de aparatos eléctricos y otros dispositivos.

---

Estudios para la viabilidad y aprovechamiento de desechos sólidos como fuente de energía y reducción de emisiones de GEI.

- Identificación de acciones específicas para la reducción de emisiones en sectores forestal, energía, industria y transporte.
- Adaptación al cambio climático:
  - Monitoreo del comportamiento de la biodiversidad por efectos climáticos (desplazamiento de poblaciones de flora y fauna, incluyendo plagas y enfermedades).
  - Adaptabilidad de semillas criollas de productos alimenticios frente a cambios climáticos extremos, cambios altitudinales y adaptables a las sequías.
  - Composición y manejo de huertos familiares en Guatemala.
  - Propuesta de redes de corredores ecológicos.
  - Desarrollo de modelos hidrológicos y monitoreo de caudales en todo el país, particularmente en cuencas que proveen agua a grandes concentraciones de población y, para sitios de generación hidroeléctrica.
  - Caracterización hidrogeológica en muchas localidades del corredor seco.
  - Técnicas de captación o cosecha de agua en distintas eco-regiones del país.
  - Métodos y procesos de prevención del riesgo cotidiano.
  - Modelación de eventos climáticos extremos.
  - Evaluar la eficacia de sistemas de alerta temprana (criterios de tránsito para fenómenos de inundaciones).
  - Aplicación de saberes ancestrales a prácticas de adaptación en el sector agropecuario y de conservación de ecosistemas.
  - Desarrollo de mejores vehículos de comunicación para divulgar pronósticos climáticos.
  - Mejores criterios arquitectónicos para adaptarse a eventos climáticos extremos.
  - Diseño de mecanismos financieros (incentivos, entre otros) para promover adopción de mejores prácticas de adaptación al CC. (Palomo, 2014)

### 7.3.1 Fomento a la investigación en áreas vinculadas al cambio climático

Guatemala cuenta con el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT) el cual se constituye como el mecanismo financiero que le permite al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-, obtener recursos para dirigir, coordinar y financiar en forma eficaz el desarrollo científico y tecnológico nacional, creado mediante el decreto No. 73-92. El objetivo del FONACYT es el de financiar actividades, proyectos y/o programas científicos y tecnológicos y de prestación de servicios que tengan un impacto importante en la actividad productiva y el desarrollo social del país (CONCYT, 2015).

El CONCYT recibe anualmente por parte del Estado recursos financieros para inversión en ciencia y tecnología; de la misma manera, obtiene préstamos de organismos nacionales, regionales e internacionales; donaciones, contribuciones y aportes que realizan personas individuales y jurídicas nacionales o extranjeras, así mismo se obtienen recursos por medio de la Cooperación bilateral y multilateral.

A través del Fondo Múltiple de Apoyo al Plan Nacional de Ciencia y Tecnología –MULTICYT- se otorga financiamiento para proyectos que pueden tener una duración máxima de 24 meses, con un monto máximo de hasta Q500,000.00. MULTICYT otorga financiamiento para las temáticas vinculadas al cambio climático, estas áreas temáticas son: (i) Medio ambiente con enfoque al desarrollo de capacidades

---

nacionales en cambio climático, reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático, reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático, contribución a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; (ii) Energía: generación de energías renovables; (iii) Construcción orientada a la reducción de la vulnerabilidad (CONCYT, 2015).

El Fondo para el Desarrollo Científico y Tecnológico –FODECYT- es una línea específica de financiamiento del FONACYT que se orienta a financiar proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en forma competitiva en áreas importantes para el desarrollo nacional. Este otorga un financiamiento de hasta Q. 75,000.00 para aquellas propuestas que apliquen a la categoría “Junior” y Q. 400,000.00 en la categoría “Senior”, en la línea FODECYT, los proyectos pueden tener una duración máxima de veinticuatro (24) meses, pero se privilegiarán aquellos con una duración de hasta doce (12) meses. Las áreas temáticas son las mismas que se establecen en el MULTICYT (CONCYT, 2015).

El Fondo para Actividades de Emergencia en Ciencia y Tecnología –AECYT-, destina un monto de Q200,000.00 en un máximo de tiempo de seis meses de ejecución, orientado a financiar actividades de investigación básica, desarrollo tecnológico, transferencia y adaptación de tecnología; orientada a resolver en un plazo perentorio, una situación crítica que afecte a la población en su desarrollo económico y social. Fomenta la investigación en áreas de medio ambiente, ciencias naturales exactas, producción y tecnología agrícola, infraestructuras y ordenación del territorio, control y protección del medio ambiente. Fuente (CONCYT, 2015).

Existe otro fondo de investigación que promueve la investigación y es administrado por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el cual existen dos categorías para presentar propuestas de investigación (DIGI, USAC, 2015):

- Monto: hasta Q200,000.00, duración de hasta 11 meses, dirigido a investigadores que comprueben haber coordinado la ejecución de proyectos de investigación en DIGI, CONCYT u otros entes financiadores.
- Monto: hasta Q.75,000.00, financiamiento hasta de 8 meses, dirigido a investigadores que presentan por primera vez propuestas de investigación.

### **7.3.2 Sistemas de monitoreo ambiental (red hidrometeorológica)**

En el marco de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático se realizó un Inventario de Estaciones Meteorológicas, Hidrometeorológicas, Oceanográficas, Lacustres y Ambientales que se encuentran instaladas y/o en operación en el territorio nacional de Guatemala. Como parte del inventario también se recopiló sus principales características, tales como ubicación, estado actual y propiedad (pública o privada). Entre los principales resultados se pueden mencionar los siguientes:

- El país cuenta con un total de 272 estaciones instaladas, de las cuales 176 son meteorológicas, 83 son hidrometeorológicas, 2 oceanográficas, 4 lacustres y 7 ambientales (ver cuadro 23). Con esta información se estimó que Guatemala cuenta con una estación cada 400 km<sup>2</sup>.
- La distribución espacial de las estaciones en el país evidencia mayores concentraciones en algunas áreas, tal es el caso de la vertiente del Pacífico que con un total de 134 estaciones, equivalente a una estación por cada 179 km<sup>2</sup>. La vertiente del Caribe cuenta con 69 estaciones equivalente a una

estación por cada 494 km<sup>2</sup>, y la vertiente del Golfo de México con 69 estaciones, correspondiente a una estación por cada 736 km<sup>2</sup>.

Algunas regiones, con problemas recurrentes asociados a eventos climáticos como el Corredor Seco, muestran una baja densidad de estaciones meteorológicas (en promedio, una estación por cada 1,000 km<sup>2</sup>). En general, la distribución espacial de las estaciones meteorológicas e hidrológicas muestra una mayor concentración en ciertas regiones del país (Costa Sur Central y Occidental), siendo menor en otras áreas (Altiplano, corredor Seco, Noroccidente, Petén, Costa Sur Oriental).

- Por otro lado, se evidencian esfuerzos importantes por mejorar la cobertura de estaciones meteorológicas por parte de diferentes instituciones tanto públicas como privadas. Por ejemplo, el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Vivienda, a través del INSIVUMEH, que está finalizando un proyecto de fortalecimiento, Ampliación y Modernización de estaciones de monitoreo. Empresas privadas, como el caso de aseguradoras, agroexportadoras, ingenios y otros están instalando sistemas de mediciones y monitoreo, acciones que mejorarán la cobertura meteorológica en el país.
- Se encontró que alrededor de un 50% de las estaciones fueron instaladas siguiendo las normas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial, OMM, entre ellas se encuentran las del INSIVUMEH, del Instituto Nacional de Electrificación, INDE, del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA.
- Cerca de 100 estaciones cuentan con registros de datos por unos 30-40 años; 20 estaciones tienen unos 10 años de registros y 92 con series de no más de 5 años de registros.
- Se elaboraron dos mapas conteniendo las estaciones instaladas en Guatemala; para estas actividades se contactaron a instituciones responsables de las redes meteorológicas, hidrológicas y ambientales y se realizaron visitas de campo para conocer en detalle las características de las redes y los equipos que operan. De igual manera se procedió a visitar a los distribuidores de instrumental hidrometeorológico y ambiental para conocer aquellas instituciones, empresas o personas que podrían estar operando estas estaciones (MARN, 2011).

Cuadro 28. Resumen del inventario nacional de estaciones Meteorológicas e Hidrometeorológicas

Estaciones	Totales	Vertiente del Pacífico	Vertiente del Caribe	Golfo de México
Meteorológicas	176	91	45	40
Hidrometeorológicas	83	39	23	21
Oceanográfica	2	1	1	-
Lacustre	4	3	-	1
Ambiental	7	--	-	7
Totales	272	134	69	69
Superficie (Km <sup>2</sup> )	108,898	23,990	34,105	50,803
Estaciones por Km <sup>2</sup>	400	179	494	736

Fuente: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, MARN. 2011.

Por otro lado, existe una red de estaciones meteorológicas automática que nació en 1997 a partir de la iniciativa de la Agroindustria Azucarera de Guatemala –AIA -para mejorar la práctica de la quema de caña de azúcar. El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar-CENGICAÑA-, fue la institución asignada para administrar y dar manejo a la red. En ese mismo año, se instaló la primera

---

estación meteorológica automática en las instalaciones de CENGICAÑA. Desde ese entonces, la red ha crecido paulatinamente hasta contar el día de hoy con 19 estaciones meteorológicas que cubren más de 250,000 hectáreas de cultivo de caña de azúcar en la costa sur.

Para el 2011, con la creación del ICC, la administración de estaciones se traslada a la nueva institución y se busca expandir la cobertura hacia las partes medias y altas de las cuencas, con el fin de poder monitorear principalmente áreas que desencadenan eventos de inundaciones en la costa sur (ICC 2013).

En conclusión, hace falta dirigir esfuerzos para que Guatemala cuente con una red de estaciones hidrometeorológicas en cantidad y calidad para generar información científica sobre el clima, especialmente de aquellas variables relacionadas con el cambio climático. No hay que olvidar que Guatemala se encuentra dentro de los diez países más vulnerables por este fenómeno y de ahí la importancia de contar con información climática altamente confiable que pueda servir de base en el futuro para estudios relacionados con la ciencia del clima a nivel nacional y contribuir con información básica para la generación de informes nacionales relacionados con las Convenciones Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y Desertificación y Sequía.

Además, se hace necesario aumentar los esfuerzos nacionales para fortalecer la institucionalidad relacionada con la investigación ambiental. Los centros nacionales de investigación ubicados en las principales universidades del país deben abordar la ciencia del clima como una prioridad y apoyar los esfuerzos del Gobierno en el análisis y diseño de estrategias para la prevención de desastres naturales derivados de los impactos del cambio climático, especialmente, aquellos relacionados con sequías y alteraciones en las variables de precipitación

## **7.4 Fortalecimiento de capacidades**

Las acciones de fortalecimiento de capacidades están vinculadas con la promoción de sensibilización y educación en la sociedad civil. Es necesario el fortalecimiento de capacidades a todo nivel, lo que permitirá mejorar el conocimiento, coordinación entre gobiernos locales, departamentales con el gobierno central, planificación y diálogo para llevar acciones a corto, mediano y a largo plazo que aborden la problemática de cambio climático en el país brindando soluciones económica y socialmente viables.

### **7.4.1 Fortalecimiento de capacidades a niveles municipales y departamentales**

Para la elaboración y consolidación del Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático –PANAMCC-, se ha llevado a cabo un proceso participativo y coordinado entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- junto con el Consejo Nacional de Cambio Climático –CNCC- según lo estipula la Ley Marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero, la Ley Marco en su Artículo 11 menciona la necesidad de contar con un Plan de adaptación y mitigación que sea actualizado conforme los resultados de las comunicaciones nacionales de cambio climático que presente el país.

El proceso de elaboración del PANAMCC ha incluido diferentes fases de consulta, trabajo y socialización entre los sectores que se encuentran representados en el CNCC, lo que ha permitido identificar necesidades puntuales y brechas existentes en todos los sectores, con el fin de promover el

---

fortalecimiento de las capacidades en los sectores sociales y económicamente productivos del país para enfrentar la problemática y los efectos del cambio climático. La elaboración del PANAMCC conllevará a diseñar planes municipales y locales de adaptación y mitigación al cambio climático, lo cual servirá como medio de monitoreo, reporte y verificación de acciones del Plan.

En cuanto a la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) que suscribió el Gobierno de la República de Guatemala a la CMNUCC, está deberá de contar con un fuerte apoyo financiero para llevar a cabo los compromisos que el país está asumiendo para reducir los GEI en todos los sectores y apoyar en fomento de medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidad; Los recursos del presupuesto del Estado no son suficientes para cubrir la extensa y profunda brecha que permita atender los efectos del cambio climático y alcanzar los compromisos del INDC y las metas de los ODS al 2030 (Gobierno de Guatemala, 2015).

#### 7.4.2 Fortalecimiento de las capacidades institucionales

Durante la última década el Estado y la Cooperación Internacional han destinado recursos financieros y apoyo a diferentes iniciativas para mejorar la gobernanza y fortalecimiento institucional en temas ambientales y de cambio climático, con más fuerza a partir de la ratificación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1992. A la fecha Guatemala cuenta con avances muy relevantes que fortalecen la institucionalidad del país en la temática de cambio climático como por ejemplo:

- Creación y aprobación de la Ley Marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero, Decreto 7-2013;
- Creación y conformación del Consejo Nacional de Cambio Climático (Artículo 8 Ley de cambio climático) presidido por la Presidencia de la República.
- Diseño y elaboración e institucionalización de herramientas que estipula la Ley como el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAMCC), Artículo 11 de la Ley, Plan Nacional de Energía (Artículo 18), Compensación de Emisiones (artículo 19), Fondo Nacional de Cambio Climático (Artículo 24), Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SNICC, Artículo 9), entre otros.
- Apertura y funcionamiento de Unidades, Direcciones de Cambio Climático en Instituciones de Gobierno como el Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y otras instituciones que actualmente están tomando relevancia sobre el tema de cambio climático y que forman parte del Consejo y mesas sectoriales de diálogo.
- Creación y funcionamiento del Grupo de Coordinación Interinstitucional (GCI), conformado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, el Instituto Nacional de Bosques –INAB-; el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-.

A partir de la finalización y divulgación del PANAMCC, cada institución de gobierno elaborará su plan estratégico institucional basado en acciones de adaptación al cambio climático de acuerdo a su mandato legal, lo anterior implica una fuerte incidencia en el proceso de planificación nacional y su vínculo con el presupuesto general de la Nación (Gobierno de Guatemala, 2015). Como resultado se espera un fortalecimiento de capacidades en temas de coordinación con otros Ministerios para mejorar la

---

disponibilidad y calidad de información a nivel sectorial. Otro aspecto que debe potenciar son las metodologías para el desarrollo de Inventarios de GEI, análisis de los impactos del cambio climático y la adaptación, y apoyo técnico a instituciones relacionadas con el tema.

Entre los desafíos más importantes para mejorar el fortalecimiento de capacidades a nivel gubernamental se encuentran:

- Ampliación de procesos de consulta y participación de otras dependencias de Gobierno y sectores sociales y económicos del país.
- Llenar los vacíos de coordinación sectorial para el análisis de información y datos de instituciones y actores que generan información pertinente al cambio climático en el país (mitigación, ciencia del clima y adaptación).
- Fortalecer las capacidades técnicas del MARN con el fin de poder mejorar la relación del Ministerio con los diferentes sectores del país e instituciones generadoras de información como el Instituto Nacional de Estadística –INE-, INAB, CONAP, MEM, MAGA, SEGEPLAN, Sectores Académicos, entre otros.
- Mejorar la capacidad de uso de tecnologías a nivel institucional que permitan medir y monitorear de manera más exacta los efectos del cambio climático.
- Mejorar el flujo y generación de información para hacer uso de herramientas de mitigación económicamente justificadas como las Curvas Marginales de Costo Abatimiento (Curvas MAC) que permitirá priorizar acciones de mitigación económicamente viables en todos los sectores productivos del país.

## **7.5 Rol de la sociedad civil en los procesos de discusión nacional e internacional relacionados al cambio climático**

Durante el año 2015, Guatemala ha implementado un proceso de diálogo intersectorial (entidades gubernamentales, sociedad civil, organizaciones campesinas, mesas sectoriales y academia) para la consolidación y formulación de la posición de país ante la Conferencia de las Partes 21, a desarrollarse el París, Francia. El objetivo principal es reflejar la realidad del país, resaltando las necesidades urgentes que presentan las comunidades, sociedad civil y los principales sectores económicos en cuanto a definición e implementación de acciones que permitan fortalecer al país en temas de mitigación, adaptación y gestión de riesgos.

La participación de la sociedad civil y la academia ha sido activa en los procesos de formulación de políticas, estrategias, programas y proyectos. La academia se ha involucrado en procesos de investigación, formulación de propuesta e incidencia política. La participación de la sociedad civil se ve reflejada en iniciativas y espacios de diálogo como por ejemplo:

- Consejo Nacional de Cambio Climático (nivel político).
- Mesa Indígena de Cambio Climático y Mesa Nacional de Cambio Climático (a nivel técnico).
- Elaboración del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (Artículo 11, Ley de CC)
- Preparación de la posición de país para la COP 21(París, Francia 2015).
- Comité Nacional de Salvaguardas Ambientales y Sociales para REDD.
- Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático.
- Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SNICC, Artículo 9 de la Ley de CC).

---

El Plan Nacional de Desarrollo: K'atun, Nuestra Guatemala 2032 se ha formulado en el seno del Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur), entidad que asume, de esta manera, el rol que le corresponde en cumplimiento del mandato constitucional de organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios, y mediante el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada.

El Plan, en tanto Política Nacional de Desarrollo, es un instrumento que orienta y organiza el quehacer del sector público a todo nivel, con una perspectiva de gradualidad que define prioridades, metas, resultados y lineamientos. Al mismo tiempo, constituye una oportunidad de armonización de las acciones de desarrollo en las que están involucrados actores de la sociedad civil y la cooperación internacional. Un elemento fundamental en la elaboración de este Plan es el aporte que las personas hicieron durante los diálogos ciudadanos organizados con participación de distintos actores de la sociedad, con el objeto de recoger las diversas ideas y aspiraciones sobre la Guatemala que queremos en 2032. Resultados de estos diálogos se cuenta con una visión “Recursos naturales hoy y para el futuro” en el cual la adaptación y mitigación al cambio climático y la participación ciudadana es un enfoque transversal (SEGEPLAN, 2015).

Como lo establece la Carta Iberoamericana de Participación Ciudadana en la Gestión Pública celebrada en Portugal en el año 2009, se establece que el mayor desafío de la participación ciudadana en cualquier temática de la gestión pública es impulsar su universalización, para crear las condiciones que permitan que los sectores más vulnerables accedan a la participación ciudadana para la defensa y exigencia de sus derechos, estableciéndose como un medio para la transformación social.

Otro desafío es que la participación ciudadana trascienda las esferas públicas locales para ser una práctica que se consolide en el nivel nacional; igualmente, que supere su acción restringida a sectores de políticas públicas hasta alcanzar una dimensión más integral en el proceso de formación de las políticas generales (CLAD, 2009).

### **7.5.1 Fortalecimiento de las capacidades nacionales para la negociación internacional**

Guatemala ha participado a lo largo de los años en espacios de diálogo y negociación regionales y globales en temas de cambio climático. Un espacio al que recientemente Guatemala accedió y es miembro es la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe –AILAC-, la cual está conformada siete países (Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá, Paraguay, Perú y Guatemala) que comparten intereses y posiciones similares en materia de cambio climático. El objetivo principal es generar posiciones coordinadas, ambiciosas y que aporten al balance en las negociaciones multilaterales sobre cambio climático. Este grupo fue constituido como un grupo de negociación de la CMNUCC durante la COP de Doha, Qatar en 2012.

Es importante mencionar que Guatemala ha reforzado su capacidad de diálogo intersectorial para la formulación y consolidación de las posiciones de País para las Conferencias de las Partes realizadas cada año. Para lograr un mejor posicionamiento, es importante que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales aproveche los medios que dispone y con ello logre coordinar y liderar esfuerzos con distintos actores nacionales e internacionales para las negociaciones ante la CMNUCC.

---

Para la formulación y consolidación de la posición de país, se realizó un proceso que evidenció el constante fortalecimiento de sus capacidades para lograr llevar negociaciones de relevancia a los medios internacionales. Se elaboró una Agenda Operativa con recomendaciones para que el país vaya reforzando y mejorando la Posición País, estas recomendaciones incluyen: (1) Revisión y ajustar la Posición País; (2) Priorizar sectores de trabajo de la agenda nacional; (3) Establecer una Agenda Nacional de Cambio Climático; (4) Desarrollar los perfiles en grupos de trabajo competentes; (5) Discutir con la Cooperación Internacional y (6) Desarrollar la Estrategia de Seguimiento ante la Cooperación Internacional (Rojas, O., 2015).

En el caso de Guatemala, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) y sus programas ambientales – USAID/Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala y USAID/ Desarrollo con Bajas Emisiones – está brindando asistencia técnica al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en el desarrollo de la Contribución Prevista y Determinada a nivel Nacional –INDC- de Guatemala. Este consiste en una hoja de ruta para la estimación de tendencias de emisiones de GEI, la identificación de políticas y proyectos en curso, y la identificación de nuevas posibilidades de reducción de emisiones para el país. También se ha coordinado con especialistas sectoriales en la identificación de posibilidades, metas y mecanismos de implementación (SGCCC, 2015).

---

## Capítulo 8.

# OBSTACULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES RELACIONADOS CON EL FINANCIAMIENTO, TECNOLOGÍA Y CAPACIDADES

### 8.1 Introducción

Actualmente en Guatemala se está elaborando el Plan Nacional de Cambio Climático, el cual se constituirá en el instrumento de intervención del Estado que, define las acciones públicas relacionadas con la disminución de los efectos de cambio climático en temas como; salud, ecosistemas, recursos naturales renovables, agricultura, gestión de los recursos hídricos, asentamientos urbanos, gestión territorial y otros, para ello, se hace imprescindible partir de la situación actual del cambio climático y su vinculación en el proceso de planeación y generación de un presupuesto público y/o mecanismos de financiamiento bilaterales o multilaterales para financiar las acciones que cada área temática requiera.

El tema de cambio climático, en los procesos de planeación de las instituciones sectoriales del sector público es reciente, por lo que, tanto en el sector salud, como en el agrícola, de educación y otros sectores, el fortalecimiento y/o inserción el tema creando instrumentos de intervención como programas y proyectos con asignación presupuestaria para reducir la vulnerabilidad de la población guatemalteca ante el cambio climático se hace necesario y fundamental.

---

En el presente capítulo, se presenta un análisis de los obstáculos, carencias y necesidades partiendo de los instrumentos de la Política Nacional de Cambio Climático (Acuerdo Gubernativo 329-2009), así como de los instrumentos de políticas de los diversos sectores públicos del país, los cuales se ejecutan actualmente o que se proponen desarrollar para disminuir los impactos del cambio climático, los cuales son diversos, entre los que demandan acciones de fortalecimiento de la institucionalidad pública, la coordinación de acciones a nivel intersectorial, hasta la creación de programas y proyectos que atiendan los problemas suscitados a raíz del cambio climático a nivel nacional.

## 8.2 Obstáculos, carencias y necesidades sectoriales

En Guatemala por mandato de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero<sup>43</sup> (MARN, 2015) se está desarrollando el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación de Cambio Climático –PANCC- el cual se convertirá en el instrumento de política principal que toma en cuenta otras políticas, tales como; Política Energética, la Política Nacional de Desarrollo Integral Nacional, Política de Cambio Climático, entre otras. Además sobre las cuales se deben de centrar las necesidades, carencias obstáculos, que al final se convertirán en oportunidades para la implementación de los planes y programas. El PANCC presenta propuestas sobre las siguientes áreas temáticas: (i) salud humana; (ii) zonas marino costeras; (iii) agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; (iv) recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas, (v) cuencas hidrográficas y recursos hídricos (vi). Además, la política de gobierno tiene un componente ambiental sobre la cual se consideran elementos para la mitigación, adaptación y reducción de riesgo para contrarrestar los efectos del cambio climático.

### 8.2.1 Adaptación

#### 8.2.1.1 Sector salud humana

Para el tema salud humana, la constitución política de la república en su artículo 93, establece el derecho a la salud. A pesar que existe un marco regulatorio que aborda este tema, como el Código de Salud (Decreto Legislativo 90-97), no hacen referencia sobre acciones a tomar ante eventualidades climáticas, y tampoco provee de insumos o directrices para que la población guatemalteca pueda tomar medidas de prevención ante el cambio climático y los efectos demostrados con enfermedades vectoriales.

Tal como se expone en el capítulo IV del presente documento (vulnerabilidad), en el futuro el sector salud humana será uno de los principales afectados por cambios de clima con impactos significativos en la población, es importante considerar desde ya la inclusión de la temática de cambio climático en los ejes estratégicos de las entidades rectoras en el tema de salud y mejorar la incidencia y gestión presupuestaria así como fortalecer, incrementar e implementar programas de prevención y gestión de riesgo para minimizar las pérdidas humanas ocasionadas por efectos del cambio climático.

---

<sup>43</sup> La Ley Marco de Cambio Climático establece en el Capítulo 3 artículo 7 que “Todas las entidades del sector público dedicadas al estudio investigación y aplicación científica y tecnológica, diseñarán e implementarán planes, programas, proyectos, acciones y actividades para mejorar la gestión de riesgo, reducir la vulnerabilidad, mejorar la adaptación y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto Invernadero”.

---

Una acción estratégica inicial para abordar la problemática derivada del cambio climático es la coordinación entre los entes rectores, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS- de Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, tomando en cuenta la participación de ONGs y sociedad civil. De igual forma, es necesaria la coordinación del MSPAS en sus distintos niveles administrativos con entidades gubernamentales que brinden información sobre el cambio climático, como el MARN, INSIVUMEH, sector académico, OMS y otros cooperantes nacionales e internacional.

A nivel nacional es indispensable un sistema de monitoreo, reporte y seguimiento a las acciones de alerta temprana de enfermedades provocadas por vectores, derivados de la mala calidad del agua y aire que se potencializan por cambios de temperatura, precipitación y humedad. Así mismo se deberá establecer un banco de datos de información, protocolos, investigaciones y adquisición de nuevas tecnología que puedan fortalecer el abordaje para el combate y control de la proliferación de vectores. Este sistema deberá enmarcarse dentro del trabajo que realiza el Centro Nacional de Epidemiología bajo el Programa Nacional de Vectores en coordinación con INSIVUMEH.

Considerando que el MSPAS cuenta con acciones aisladas y de poco impacto vinculadas al cambio climático, es imperante que las mismas se fortalezcan a través de la asignación presupuestaria necesaria por el Estado de Guatemala, evitando que perdure la problemática actual, la cual restringe ejecutar actividades como: campañas de comunicación, brigadas de prevención, mitigación y control de vectores y monitoreo de focos de contaminación como basureros clandestinos y agua estancada.

#### **8.2.1.2 Zonas marino costeras**

Los principales desafíos que enfrenta el desarrollo marino costero en Guatemala son: a) crecimiento urbano y regional desordenado y no planificado, b) poca incidencia institucional para que en cumplimiento de las leyes se le dé un manejo y protección adecuada a las áreas de reserva del Estado y especialmente a las áreas protegidas; y finalmente c) expansión de la frontera agropecuaria hacia territorios no aptos para soportar cultivos tradicionales. (MARN / PNUMA, 2013)

Existen instrumentos de política tales como: el Reglamento de Mangle y Ley de Pesca y Acuicultura que abordan la problemática, sin embargo aún falta la implementación de acciones y campañas de concientización y participación activa e inclusión social de las poblaciones cercanas a zonas marino costeras. Es importante también resaltar que no existe ninguna norma que regule el uso y actividades en playas, áreas marinas y arrecifes coralinos, lo cual limita el accionar de los entes encargados.

Es importante considerar la carencia de información relacionada con inundaciones, aumento de nivel del mar y de mareas, lo cual dificulta el planteamiento de acciones de adaptación y resiliencia para los ecosistemas marinos costeros y comunidades aledañas. Por otro lado la pérdida de playa en la zona marino costera es un obstáculo que impide la provisión de bienes y servicios ecosistémicos a la población dependientes, impactando su estabilidad económica vinculada a actividades turísticas, pesca artesanal y de subsistencia.

Bajo este escenario es necesaria la elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial municipal que impulsen la gestión sostenible en las zonas marino costeras enfatizando en la protección y manejo de playas, en las que se deberán implementar prácticas de uso y ocupación del suelo y protección físico natural aprovechando la disponibilidad de materiales de cada sector colindante y cercano al litoral.

---

El PANCC establece en sus líneas de acción que a la vez se traducen en necesidades, específicamente en la resiliencia y vulnerabilidad marino costera, entre estas se mencionan:

- Implementar y fortalecer medidas de adaptación mixta que incluye monitoreo para posible aumento de la salinidad de los pozos de agua y acciones para adaptarse a la falta de agua dulce, debido al aumento del nivel del mar y de mareas;
- Estrategias de adaptación para apoyar al sector pesquero ante los efectos del aumento del nivel de mar y de mareas

En el tema conservación de cobertura de mangle es necesario realizar las siguientes acciones considerando los efectos del cambio climático:

- Actualizar y aplicar reglamentos sobre el uso sostenible del mangle considerando los efectos del cambio.
- Implementar programas de protección y restauración del mangle actualizados y desarrollados, en calidad y cobertura, considerando el manejo sostenible de los beneficios sociales, económico y ambiental que éste genera, incluyendo también un sistema MRV, que debe ser complementado con la medición, captura y análisis de información, para la construcción de líneas base para implementar las acciones de adaptación y reducir la vulnerabilidad.

### 8.2.1.3 Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria

La limitante de acceso a tierras, el impacto del cambio climático en la productividad y las pérdidas que derivan de las sequías e inundaciones, hacen que estas variables sea sujeta de investigación y análisis, para poder desarrollar prácticas y acciones de adaptación. . La falta de alimentos aumentará las tasas de desnutrición, bajo peso al nacer y diarreas principalmente en la población infantil residente en estas áreas, con las consiguientes secuelas a mediano y largo plazo para la salud de los grupos poblacionales más vulnerables: niños, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Mediante los ejes estratégicos que se presentan a continuación, y sus respectivas líneas de acción estratégicas y actividades, se operativizará el marco de políticas nacionales y regionales definidas en el Plan Estratégico de Cambio Climático del MAGA. Los son tres: Adaptación, Mitigación y Fortalecimiento Institucional.

El MAGA a través del Plan Estratégico de Cambio Climático 2012 – 2016, establece como principales ejes s estratégicos: Adaptación, Mitigación y Fortalecimiento Institucional.

Como parte de la adaptación, es importante fomentar la utilización de buenas prácticas agrícolas **principalmente en la diversificación de la producción agropecuaria** y con esto dinamizar las economías campesinas disminuyendo la presión sobre los recursos naturales.

Así mismo es necesario el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alerta temprana en cultivos para determinación de los impactos agro ambientales. En este sentido el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y de información geográfica que el MAGA posee es de vital importancia. La construcción de un escenario de referencia para la medición de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en donde el MAGA participe, permitiría potenciar los esfuerzos institucionales en el tema de preparación del país ante REED+, en especial en estudios sobre uso de la tierra.

---

Mantener la diversidad de especies de importancia en la producción de alimentos es un elemento clave para el desarrollo rural, debido a esta razón se deben plantear acciones para la recuperación de variedades locales agrícolas y forestales criollas combinado con el conocimiento local (enfoque multicultural) en los diversos usos y prácticas ancestrales identificadas en los territorios.

Es de reconocer que las prácticas tradicionales de los pequeños agricultores y el conocimiento ancestral sobre los sistemas de producción han contribuido en el mantenimiento del equilibrio en la naturaleza. Estas prácticas y conocimientos deben ser rescatados y formar parte del conocimiento actual sobre los sistemas de producción.

Además del rescate del conocimiento tradicional debe existir impulso de aquellas actividades de investigación que permitan vincular las prácticas ancestrales con las condiciones actuales del ambiente; en este sentido, la relación entre modelos de producción y seguridad alimentaria juega un papel importante. Recuperar, desarrollar y divulgar tecnologías derivadas del conocimiento tradicional vinculadas a seguridad alimentaria son el objeto fundamental de la tercera línea de acción.

En el tema de mitigación, se plantea la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agrícola a través de dos líneas estratégicas de acción: Fomento a las acciones de mitigación de emisiones de GEI derivadas de actividades agropecuarias y manejo de la cobertura vegetal en partes medias y altas de cuencas hidrográficas.

El eje estratégico de Fortalecimiento Institucional se aborda a partir del desarrollo de capacidades mediante la actualización y capacitación a nivel técnico en el tema de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura con enfoque de ordenamiento territorial, incluido el impulso de investigación estratégica en el tema. Las líneas de estrategias de acción identificadas son: Desarrollo de capacidades institucionales y Fomento de mecanismos financieros para la conservación de los recursos naturales renovables y el manejo de riesgo climático en la agricultura. (MAGA, 2013)

#### **8.2.1.4 Sector forestal, ecosistemas y áreas protegidas**

Para responder a los problemas de deforestación, se ha creado la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal 2015 – 2045, la cual tiene como objetivo principal restaurar en forma sostenible 1.2 millones de hectáreas degradadas en Guatemala al 2045, articulando actores e instrumentos, para lo cual es necesaria la construcción de capacidades institucionales, específicamente del INAB y CONAP como entes encargados de los recursos forestales y biodiversidad respectivamente.

Es reconocido que el esquema de los actores institucionales relacionados con la gestión ambiental sugiere la existencia de vacíos, traslapes, duplicidad de competencias, dispersión temática y geográfica entre estos. Dicha situación evidencia la necesidad de crear mecanismos eficientes de coordinación interinstitucional así como mejorar y fortalecer capacidades institucionales para la administración de los recursos forestales mediante un sólido esquema de gestión sostenible en un horizonte temporal limitado.

Los ecosistemas representan el mayor activo natural de los guatemaltecos ya que brindan bienes y servicios para el desarrollo de actividades socioeconómicas, sin embargo la continua y creciente deforestación, el mal manejo de áreas protegidas, el aumento de incendios forestales, la degradación y la constante amenaza que sufren las áreas naturales del país aunado al cambio climático disminuyen la

---

posibilidad de una gestión integral y efectiva acorde a una gobernanza y representan un peligro latente para la integridad ecológica de bosques y ecosistemas, sin embargo la superficie afectada presenta una tendencia a disminuir a través de los años.

Aunado a esto, la poca consideración de pertinencia lingüística, cultural, filosófica y técnica de los pueblos indígenas en la gestión de recursos forestales está repercutiendo en el deterioro de los ecosistemas, por ello el Estado deberá fortalecer las capacidades de atención hacia estos grupos, respondiendo al desarrollo de mecanismos de comunicación efectiva con las comunidades locales. Por otro lado, es necesario establecer instrumentos y estrategias que minimicen las oportunidades de introducción y adaptación de especies exóticas a ecosistemas nativos, con el fin de garantizar la riqueza biológica en las distintas ecorregiones y perpetuar el endemismo de especies nativas.

Es imperante el uso de mecanismos que socialicen la diversidad biológica como medio de vida de las poblaciones con el fin de adaptar medidas para reducir la pobreza e incrementar la calidad de vida de los habitantes. Asimismo, la creación de plataformas que aborden los vacíos en la legislación nacional en materia forestal que involucren mecanismos de coordinación eficientes a nivel interinstitucional e intersectorial en un horizonte temporal ajustado a las políticas de gobierno y de estado

En temas de protección es importante priorizar las zonas de endemismo, los reservorios para la gestión integral del recurso hídrico, Manejo *ex situ* de fauna y flora que son vulnerables y amenazados por el cambio climático, para lo cual es necesario Elaboración e implementación de mecanismos eficientes de gobernabilidad local en áreas protegidas, además, fortalecer de acciones de vigilancia y monitoreo en áreas protegidas (coadministradas y no coadministradas).

Es necesaria la implementación de corredores biológicos para el establecimiento de áreas de escape que incluya conservación, restauración y manejo de agro biodiversidad (zonas de recarga hídrica y bosques de galería) amenazadas por impactos del cambio climático contribuirán a mitigar los impactos del cambio climático y contribuirá al aumento de los bienes ecosistémicos y por ende a la adaptación.

Se hace necesario también, la elaboración del sistema de reducción de deforestación a través de valoración económica, cultural, y ambiental de los recursos naturales dentro de áreas protegidas, que tiene que coadyuvar al diseño e implementación de metodologías de medición, captura y análisis de información, para la construcción de índices de adaptación y vulnerabilidad y que a su vez pueda fortalecer al Sistema Nacional de Información de Cambio Climático.

#### **8.2.1.5 Recurso hídrico**

Actualmente existe debilidad en cuanto a la coordinación y gestión del recurso hídrico a nivel nacional. Un factor determinante es la falta de una normativa específica para el uso y conservación del recurso hídrico en el país (ley de aguas). Así como poca información oficial actualizada sobre: recursos hídricos, cobertura, uso de suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, balances hídricos mensuales y diarios de las fuentes principales del sistema de cuencas, por mencionar algunos ejemplos.

Es importante mencionar la necesidad de fortalecer el conocimiento mediante información científica para la toma de decisiones en medidas de adaptación al cambio climático para el manejo integrado de cuencas y recursos hídricos, así como la elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial enfocados en el manejo integral de cuencas, subcuencas y microcuencas que permitan la

---

regulación del desarrollo de actividades sociales, económicas y ambientales en función de la capacidad de uso de suelos y adaptación al cambio climático.. De no fortalecer dicha debilidad, aumentan los impactos que los eventos hidrometeorológicos extremos traen consigo.

Considerando que el manejo integral de cuencas es una forma eficiente de la gestión en general de temas sociales, ambientales y de por si a los efectos del cambio climático, es necesario un marco regulatorio y legal para la gestión del recurso hídrico.

De manera puntual las necesidades y obstáculos en la gestión de las cuencas se centran en una serie de acciones para atenderlas, por lo que es imprescindible realizar:

- Diagnósticos del uso del recurso hídrico de fuentes superficiales y subterráneas a nivel nacional para determinar el nivel de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.
- La contribución del sector desechos líquidos en los gases de efecto de invernadero, y a la vez implementar las medidas de mitigación.
- Caracterización de aguas residuales derivadas de actividades socioeconómicas en cuencas priorizadas.

Así mismo se destaca la falta de consolidación y fortalecimiento de la información disponible de estudios hidrogeológicos, calidad de agua para uso humano, industrial, agrícola, ganadero y ambiental. Aunado a esto, el fortalecimiento de la red meteorológica y la sistematización en tiempo real de los datos climáticos y su disponibilidad, coadyuvaran para implementar las estrategias en la adaptación en los sistemas productivas y la reducción de las vulnerabilidades. Esto se puede llevar a cabo a través del diseño e implementación de metodologías de medición, captura y análisis de información, para la construcción de índices de adaptación y vulnerabilidad a través del SNICC y su fortalecimiento

El aumento de las zonas de regulación y captación hidrológica manejadas integralmente para reducir la vulnerabilidad derivada del cambio climático es una necesidad imperante, para lo cual se deben implementar medidas alternativas de captación y aprovechamiento del agua para usos consuntivos.

### **8.2.1.6 Infraestructura**

El problema de la infraestructura en Guatemala está en función de la vulnerabilidad a los eventos extremos, falta de aplicación de las normas y o estándares de construcción y los debidos estudios de impacto ambiental que muchas veces no incluyen la variabilidad climática y tiempos de retorno de los eventos extremos. Esto a su vez, pone en peligro la vida, su calidad y los medios que lo sustentan, y son los causantes de la destrucción de la infraestructura debido a inundaciones o deslaves.

Uno de los principales obstáculos es que no existe un plan de ordenamiento territorial en cada municipio, principalmente en los más vulnerables a desastres naturales provocados por el cambio climático, siendo estos fundamentales para el desarrollo integral y ordenado, y que permite identificar las zonas de riesgo y restringir su uso. Uno de los avances más significativos en el tema es la creación del Acuerdo 06-2011 de CONRED, sin embargo no es vinculante, y en la misma hace referencia a que se debe crear un “marco político nacional para la reducción de desastres que exige planes y proyectos en todos los niveles administrativos desde el nivel nacional, hasta el nivel local”, pudiendo así tener sinergia entre los diferentes entes estatales, municipales e iniciativa privada para poder trabajar conjuntamente en beneficio de la nación.

---

El sector infraestructura, tiene tres grandes debilidades;

1. Falta de indicadores para la medición de las acciones tanto cuantitativas como cualitativas.
2. Falta de comunicación y coordinación de los entes de gobierno central.
3. Falta de inclusión de las mujeres en la toma de decisiones y a los pueblos indígenas, al estar en lugares muy alejados del centro urbano y no contar con vías de acceso en buenas condiciones para tener una conectividad.

Para Reducir el número de daños y pérdidas en la infraestructura social-vital por impactos del cambio climático, se necesita una serie de acciones principales que se plasman en el PNACC, las cuales son;

1. Actualizar de la normativa nacional vigente con estándares de construcción de infraestructura socio-vital para reducir el riesgo y vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.
2. Aprobación e implementación del Reglamento Municipal de Construcción.
3. Aplicación de los estándares de construcción en la planificación, diseño, construcción, ejecución y mantenimiento de infraestructura social-vital que consideren los efectos del cambio climático.
4. Monitoreo de los estándares de construcción en la planificación, diseño, construcción, ejecución y mantenimiento de infraestructura social-vital.
5. Diseño e implementación de metodologías de captura, medición y análisis de información de infraestructura socio-vital, para la construcción de índices de adaptación y vulnerabilidad a través del SNICC.

Se hace indispensable y urgente reducir el número de comunidades afectadas por incomunicación por los eventos hidrometeorológicos extremos, para esto es necesario el desarrollo e implementación de la regulación para los asentamientos humanos considerando las amenazas del cambio climático.

## 8.2.2 Mitigación

### 8.2.2.1 Sector Energía

En el Marco Regulatorio para el tema energía la PNCC, establece que se deberá contar con un plan nacional para la producción de energía limpia y el consumo energético basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, en la eficiencia energética y en el ahorro de la energía. Por su parte, la LMCC en el Artículo 18, establece la formulación de un plan Nacional de Energía. El ente rector del tema es el MEM en coordinación con el MARN y con la SEGEPLÁN, ellos son los encargados de la elaboración del plan para la producción y el consumo basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, la promoción de tecnologías para la eficiencia y ahorro energético y la reducción de gases de efecto invernadero.

Es importante indicar que este sector se articula con la Política Energética 2013-2027, la cual tiene dentro sus objetivos el ahorro y uso eficiente de la energía, uso de recursos renovables para la generación de energía y la reducción del uso de la leña en el país.

Es importante resaltar que es un sector bastante abordado e investigado, principalmente por el MEM y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). Incluso, en la Política Energética 2013-2027, se cuenta con metas específicas para el aumento de generación, cobertura y uso eficiente de recursos energéticos. Además, se ha elaborado el Plan Nacional de Energía, el cual abordará de manera específica el

---

aprovechamiento de recursos renovables, eficiencia energética y reducción de GEI. Por tanto, las acciones en este sector deben estar enfocadas a darle seguimiento a las metas incluidas en la Política Energética y el Plan Nacional de Energía.

### **8.2.2.2 Sistema de Transporte**

Actualmente en Guatemala el sector transporte no realiza ninguna acción que responda directamente a lo dispuesto por la LMCC, sin embargo, se están desarrollando dos instrumentos relacionados con la normativa que regule GEI en el transporte, además se desarrolla un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocado en el uso de energías limpias.

Es de alta importancia el seguimiento y evaluación del Plan Nacional de Energía, para medir el desempeño de su puesta en marcha y establecer las acciones correctivas o de actualización para el cumplimiento de los objetivos operativos establecidos en cada uno de los ejes estratégicos. El tema de procesos industriales es abordado en la PNCC, donde se establece que se debe promover la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en dicho sector.

En Guatemala el sector industrial no cuenta con regulaciones específicas que establezcan la forma de reducir emisiones y mitigar cambio climático, por lo que se hace necesario abordar su reducción de diferentes formas, principalmente a través de un mejoramiento de tecnologías y producción más limpia y los mecanismos de desarrollo limpio. Además de invertir en el desarrollo de nuevos métodos de producción que sean menos contaminantes al medio ambiente y generen menos emisiones de GEI potenciales.

### **8.2.2.3 Desechos sólidos**

Un problema que presenta el país en el tema de contaminación es la falta un manejo adecuado de desechos sólidos desde la generación, clasificación, reciclado y disposición final. Además, según criterio expertos se estima que hay más de 4200 basureros clandestinos en todo el país, y sin monitoreo sobre los mismos, por tal razón, los focos de generación de GEI y contaminación aumentan considerablemente, lo que se traduce en un aumento de la incertidumbre sobre un dato más real en la generación de CH<sub>4</sub>, especialmente.

Se evidencia que existe escasez de información vinculada al cambio climático y reducción de emisiones en cuanto al sector desechos, lo cual debe ser fortalecido, tomando en cuenta el Artículo 7 de la LMCC que hace referencia a la investigación.

Para contribuir a la reducción de emisiones de GEI en el sector desechos, es necesario promover el desarrollo de proyectos de inversión pública y privada para el aprovechamiento energético del metano derivado de desechos sólidos. En este sentido existen pocos estudios a nivel nacional de los rellenos considerados con potencial de producción de metano con fines energéticos.

La gestión integral de los residuos sólidos está en función de las condiciones culturales, sociales, geográficas, económicas, políticas y habituales de toda la población guatemalteca. Se espera que para lograr los objetivos de una buena gestión, la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (2015), brinda los lineamientos necesarios que incluye:

- 
- Programa de Fortalecimiento de la Institucionalidad, Programa de Inversiones.
  - Programa de Comunicación y Participación Social que a su vez incluye el Programa de Educación, Comunicación y Participación Social.
  - y finalmente el Programa de Fortalecimiento Técnico y Administrativo.

#### **8.2.2.4 Uso de la tierra**

Para aumentar la mitigación, es necesario promover estrategias que recientemente han sido creadas o que se encuentran en etapa de implementación como: Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal, la Ley Probosques, Política Nacional de Manejo de Fuego, entre otros, con el objetivo de disminuir las tasas de deforestación y estimular la reforestación en todo el país. Descripción de políticas para responder deforestación.

Para el INAB, es crítico implementar la Estrategia Nacional de Uso Sostenible de la Leña en el país, en donde se incluye en conjunto con programas de investigación y otras estrategias nacionales para reducir las emisiones y la deforestación.

Para reducir las emisiones de GEI por pérdida por el cambio de uso del suelo y silvicultura (deforestación), y poder estimar en mayor precisión las absorciones es necesario elaborar, diseñar e implementar los protocolos de información que fortalecerán al SNICC. Los planes de ordenamiento territorial, son indispensables aplicarlos en los distintos niveles territoriales, para lograr esto es necesario la aprobación y la implementación de la Política de Ordenamiento Territorial, de igual forma la Política Nacional de Fuego para la aplicación de medidas de prevención y control de incendios forestales; aprobación e implementación de la Política de Lucha Contra la Desertificación y Sequía. Para poder garantizar el éxito de las distintas estrategias y los instrumentos de política, es necesario vincular los programas, proyectos y acciones con el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación, el cual debe ser dinámico según los avances y mejoras del mismo.

### **8.2.3 Necesidades financieras a nivel nacional**

#### **8.2.3.1 Gasto público en cambio climático 2013-2015**

El gasto ambiental en relación con el cambio climático a nivel del gobierno se analizó con base al Sistema de Contabilidad Integrada (SICOIN), los Planes Operativos Multianuales (POM) y los Planes Operativos Anuales (POA). Para este análisis fue necesario realizar un inventario de la inversión realizada por actividad, obra, acciones y resultados relacionados con el ambiente y los recursos naturales.

Los resultados que se muestran en el gasto ambiental para los años a analizados, representan el porcentaje en inversión del gobierno central determinado por actividad y proyecto y los planes operativos anuales de las instituciones que más están vinculadas y otras que de alguna u otra manera atienden aspectos relevantes y de coyuntura ambiental como la sequía del año 2014.

En este sentido, la inversión que se realiza para temas relacionados con mitigación, adaptación y gestión de riesgos relacionados al cambio climático incluyen temas de biodiversidad, protección y conservación,

agua, desarrollo sostenible, manejo de residuos sólidos y líquidos, reducción de riesgo a desastres, educación y sensibilización ambiental, seguridad alimentaria, producción y gestión forestal, producción agropecuaria, prevención control y vigilancia de dengue, malaria y otros vectores, producción limpia, generación de energías limpias, principalmente (Cuadro 29).

Cuadro 29. Gasto público en relación con el cambio climático ejecutado y programado por el Gobierno Central por ámbito temático durante el período 2013, 2014 y 2015

Ámbito temático	Monto ejecutado 2013 (US\$)	Monto ejecutado 2014 (US\$)	Variación (%) 2013-2014	Monto asignado 2015 (US\$)	Variación (%) 2014-2015
Mitigación al CC	63,741,416	38,320,339	-39.88%	32,390,111	-15.48
Adaptación al CC	81,856,331	173,677,834	112.17%	115,723,312	-33.37
Adaptación y mitigación al CC	3,962,063	4,924,677	24.30%	8,782,922	78.35
Gestión de riesgos relacionados con el CC	432,059	14,187,721	3,183.75%	642,546	-95.47
<b>TOTAL</b>	<b>149,991,869</b>	<b>231,110,571</b>	<b>54.08%</b>	<b>157,538,891</b>	<b>-31.83</b>

Fuente: (LEDS/SEGEPLAN, 2015)

El presupuesto asignado de la nación para el año 2013 fue de US\$ 8.94 mil millones (tasa de cambio Q. 7.5 / US\$1) de los cuales se tiene reportado que se ejecutó el 90 %. En relación a la mitigación, adaptación y gestión de riesgos relacionados al cambio climático se tuvo una asignación del 1.7 % del presupuesto total de la nación.

Para el ejercicio fiscal 2014 hubo un incremento presupuestario para atender la temática de cambio climático, siendo un 2.6 % del presupuesto total, de los 8.94 millones de dólares, de estos se logró ejecutar el 92.82 % según datos del Sistema Integrado de Contabilidad Nacional. Para el año 2015 se tiene una disminución de US\$ 73.6 millones en relación al 2014 en inversión asignados, en forma opuesta el aumento entre el 2013 al 2014, siendo este de 81.12 millones.

Este monto variable evidenciado en el 2014 se debe por la atención de emergencia de la sequía por la canícula prolongada que afectó la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Este presupuesto se ve reflejado en las acciones que hizo el ministerio de agricultura para atender dicha problemática que aumentó su asignación en un 75.3 % (US\$. 75.9 millones) entre los años 2013 y 2014, las principales acciones fueron: Atención a los afectados por la canícula prolongada con 52 millones; asistencia alimentaria a la población vulnerable por riesgo y desastres con un monto a 7.4 millones.

En el Ministerio de Energía y minas en el 2014 dispuso de un presupuesto de 3.73 millones de dólares en los servicios administrativo del proyecto de micro centrales hidroeléctricas y sus redes de distribución. Otra diferencia significativa para este mismo año fue lo ejecutado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en sus programas de adaptación al cambio climático relacionados con la prevención, control y vigilancia de la Malaria, dengue y otros vectores (Chagas y leishmaniasis), siendo una diferencia de + 55 % (US\$ 1.5 millones) y - 66 % (Q. -2.77 millones) entre los años 2013 - 2014 y 2014 - 2015 respectivamente.

Es importante considerar y vincular el producto interno bruto como un indicativo y comparador de las asignaciones presupuestarias por año fiscal nacional y lo dispuesto en materia de cambio climático (ver Cuadro 30).

Cuadro 30. Comportamiento de indicadores fiscales y de inversión pública en materia de cambio climático, en porcentajes respecto al PIB para los años 2013, 2014 y proyectados para el 2015 con un crecimiento proyectado para el 2015 entre 3.5 y 4.1

Variable	2013	2014	2015
Carga tributaria	11.0	11.4	10.7
Endeudamiento neto	2.1	2.3	2.5
Presupuesto total	14.3	15.0	14.7
Presupuesto en materia de cambio climático	0.27	0.4	0.25

Fuente: (MIFIN, 2015)

Según el Índice de Riesgo Climático Global (IRC) a largo plazo: Los diez países más afectados (1994-2013), Guatemala se encuentra en la posición 10, con un índice de pérdidas por unidad de producto del PIB en porcentaje de 0.67, superando al presupuesto en inversión pública de lo dispuesto al cambio climático. Aunque no se considera como un indicador, y analizando las pérdidas asociadas al cambio climático de Germanwatch<sup>44</sup>, se podría considerar un aumento de asignación presupuestaria con temas relacionados al cambio climático fácilmente puede aumentar considerablemente de lo que se ha venido destinando, tomando en cuenta que existen en materia económica mayores pérdidas por los impactos del cambio climático, en relación a lo que se invierte en mitigación, adaptación y gestión de riesgo.

Para poder estimar un monto apegado a la realidad, es necesario fortalecer las capacidades empezando por el sector gobierno y sus diferentes instancias, poder local y otros sectores de la sociedad civil en planificación, evaluación y monitoreo sobre la adaptación de proyectos de inversión pública y privada al cambio climático, necesitando para esto, adaptar experiencias de otros países y transferencia de tecnología.

Un coadyuvante en las inversiones al gobierno estatal y local, es el poder de negociación y las alianzas público-privado y gestión con la cooperación para incluir el capital necesario para conseguir reducciones significativas de las emisiones y aumentar las absorciones de gases de efecto invernadero, así como implementar estrategias y acciones de adaptación que aporten para combatir los efectos y causas del cambio climático.

Otro elemento importante a considerar es la disposición de los inversores y financistas de los distintos capitales, dependerá de cómo se analicen los riesgos asociados con las políticas de gobierno y de estado y los incentivos y co-beneficios pactados.

El marco conceptual y metodológico de la Gestión por Resultados –GpR-, ha estado en constante evolución y no existe un modelo cerrado. Es por ello que este marco es estratégico para el PANCC ya que trata de un mecanismo dinámico y evolutivo.

---

44

El IRC (“Índice de Riesgo Climático Global”) de Germanwatch es un análisis basado en una de las compilaciones de datos más fiables sobre los impactos de los eventos climáticos extremos y los datos socio-económicos asociados. El IRC de Germanwatch para el año 2015 es la décima edición del análisis anual.

---

Es importante hacer notar que la GpR es un proceso implementado por etapas que permite alinear las políticas con los planes estratégicos y operativos de la institución, este proceso está regulado en las reformas al Reglamento de la Ley Orgánica del Presupuesto, donde el proceso inicia con la planificación y termina con la evaluación; en este sentido, según el Banco Interamericano de Desarrollo<sup>45</sup> (BID, 2012) existen cinco pilares dentro del ciclo de gestión:

- i. Planificación por Resultados
- ii. Presupuesto por Resultados
- iii. Programas y proyectos
- iv. Gestión financiera y adquisiciones
- v. Monitoreo y evaluación

Para Guatemala ha sido un verdadero reto aplicar los pilares de gestión dentro del proceso para la formulación del anteproyecto de presupuesto, derivado de la falta de apoyo y capacidades que las mismas instituciones tienen para aplicar la metodología en todos los procesos administrativos y de planificación. Sin embargo, actualmente se cuenta con la integración de los pilares de planificación y presupuesto por resultado con avances en la determinación de resultados institucionales, productos y subproductos vinculados con programas y actividades presupuestarias, detalladas en una red de categorías programáticas; instrumento mediante el cual se realiza la vinculación plan-presupuesto<sup>46</sup> (artículo 8 vinculación plan-presupuesto) y pueden converger todas las etapas del ciclo presupuestario.

#### **8.2.4 Necesidades de información relacionadas con el cambio climático**

Uno de los principales problemas de Guatemala es la carencia de bases de datos sistematizadas que puedan brindar elementos base de planificación. Si bien existen datos aislados, la mayoría de bases de datos actualmente no cuentan con un seguimiento temporal a nivel operativo de manera estandarizada. Cabe mencionar que un obstáculo a nivel de países es no contar con un censo actual de poblacional y de condiciones de vida, el último fue elaborando por el INE en el año 2002, y hasta la fecha se sigue utilizando de forma oficial y gráfica.

Desde el año 2006 al 2009 y 2009 al 2015, el INE ha recopilado información ambiental en los documentos; Anuario Estadístico Ambiental y los Compendios Estadísticos Ambientales (CEA), respectivamente, los cuales plasman datos que otras instituciones de gobierno generan pero sin seguir una sistematización estandarizada lo que provoca que muchas veces los datos no sean comparables entre años. El CEA durante el 2015 está en proceso de re-estructuración en la busca de cumplir estándares internacionales establecidos por Naciones Unidas.

El auge de la temática de cambio climático se ha incrementado en las últimas dos décadas, reflejado en los cambios y eventos climáticos extremos, lo que ha hecho que las instituciones de gobierno hayan creado ciertas sinergias, lo que ha provocado cierto intercambio de información pero está a la vez si bien de forma oficial, no en forma sistémica y constante. Esto se refleja en deficiencias son el resultado de coordinación e inclusión constante, de ausencia presupuestaria, que genera insuficiente personal para las actividades de colecta, sistematización, interpretación y publicación de la información.

---

<sup>45</sup> Buenas Prácticas de Gestión para Resultados en el Desarrollo, BID (2012) , Pág. 10

<sup>46</sup> Ley Orgánica de Presupuesto, Guatemala (2014)

---

Los grupos de coordinación interinstitucional (Grupo de Coordinación Institucional, GCI; Coordinadora General de Reducción de Desastres, CONRED; Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales, SIPECIF; Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, GIMBOT; Grupo de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, GBBYCC), se han conformado para atender distintas temáticas pero vinculantes como lo es cambio climático, gestión de riesgo, incendios forestales, monitoreo y dinámica de bosques entre otros.

Estos grupos en coordinación con otros sectores de la sociedad civil y cooperación internacional, representan un espacio de gran relevancia para poder integrar el SNICC y su operativización. De los resultados esperados, se podrán contar con datos e información actualizados, constantes y confiables para la implementación de políticas públicas y sus respectivos instrumentos

En todas las instituciones de Gobierno, existen diferentes unidades y departamentos que generan información de relevancia. No obstante, no existe una coordinación dentro de cada institución que permita a los diferentes departamentos contar con el acceso y/o conocimiento de los datos generados. Aunque la información no cuenta con restricciones de acceso en la gran mayoría de los casos, el acceso a los mismos, aún dentro de cada institución no cuenta con una estructura que facilite su uso, divulgación o aplicación.

Es importante mencionar que Guatemala no ha desarrollado una cultura de generación de metadatos, por lo que existe la necesidad de crear un programa que interinstitucional para compilar los metadatos históricos, generar los actuales y crear el hábito del desarrollo de los futuros. Lo que contribuirá enormemente en la búsqueda, localización, intercambio y utilización de información para los mejores fines, además que contribuirá a la reducción y duplicidad de esfuerzos.

A través del Proyecto de Desarrollo con Bajas Emisiones de USAID, en coordinación con las instituciones públicas (MARN, MAGA, INAB, MEM), y privadas, se están desarrollando protocolos de para realizar los inventarios de gases de efecto invernadero en cada sector que les compete. El objetivo de estos protocolos es aplicar las guías del IPCC en la métrica de los gases, plasmando las rutas metodológicas de como recopilar, sistematizar y adecuar los datos estadísticos y datos de actividad para el inventario de los gases en cada sector y a la vez hacer partícipe a las instancias de gobierno y privadas para la generación de datos e información constante, que servirán de base para crear series de tiempo y líneas base.

En resumen, el éxito de la disponibilidad en cantidad y calidad de datos e información dependerá de las sinergias de las distintas instancias gubernamentales, sector privado, academia, cooperaciones nacionales e internacionales para ir desarrollando el SNICC, como elemento primordial de desarrollo de los inventarios GEI, fuentes de información para la formulación y reformulación de políticas públicas, la planificación, programación y asignaciones presupuestarias en los proyectos, programas y acciones ante el cambio climático.

---

#### 8.2.4.1 Necesidades de nuevas tecnologías propuestas para la construcción y fortalecimiento de capacidades

La agricultura es una de las actividades económicas, de subsistencia y excedentaria más importantes del país. El MAGA ha implementado políticas, estrategias, programas y proyectos para atender a las necesidades prioritarias del sector en donde se han desarrollado acciones que potencializan la adaptación al cambio climático. Es por ello que ante los efectos del cambio climático las capacidades institucionales deben ser fortalecidas, principalmente en actividades que estén relacionadas con investigación, transferencia de tecnología, asistencia técnica y extensión rural, para que la población pueda implementar medidas de adaptación en sus actividades agrícolas a través de asistencia técnica y programas de sensibilización.

Los efectos de la variabilidad climática hacen que los agricultores y productores cada vez más encuentren dificultades para asegurar sus cosechas anuales, y conseguir los rendimientos deseados es por ello que el sector agropecuario guatemalteco a través del MAGA debe contar con estrategias que permitan reducir los riesgos de pérdidas a través mecanismos de aseguramiento de la producción.

La productividad agrícola es una variable que debe ser tomada en cuenta en función de la mitigación y adaptación al cambio climático, incrementado su productividad por unidad de área puede reducir el estrés sobre los ecosistemas frente a la galopante frontera agrícola, promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos. Por tanto, se muestra la necesidad de continuar la inversión en investigación y desarrollo en ciencia y tecnología agrícola para combatir plagas y desarrollar especies resilientes a cambios de temperatura extremos, tal como lo ha hecho instituciones como el ICTA. Además de facilitar el acceso a infraestructura rural adecuada para los agricultores.

La importante relación entre el agro y el clima en Guatemala promueve el entorno necesario para crear un panorama de cambios y adaptación para el sector agropecuario. Debido a que la agricultura es fundamental en el desarrollo del país suministrando alimentos e ingresos a numerosas familias guatemaltecas. Es por ello que es necesario que el Estado de Guatemala permita la generación de conocimiento en la temática, estableciendo así mecanismos de comunicación y cooperación efectiva con entes internacionales en las áreas de ciencias y tecnologías, con el objetivo de contribuir con el desarrollo humano a través de la adaptación al cambio climático.

Una actividad importante es la mejora y el aumento de información climática para que los diversos sectores puedan tomar decisiones en función del desarrollo de sus actividades, por tanto deberá fortalecerse a la instituciones como el INSIVUMEH, a través del mejoramiento de tecnologías de estaciones meteorológicas, la colecta y las tecnologías de comunicación, así como el establecimiento de alianzas estratégicas como lo es el Instituto Investigación de Cambio Climático, entre otros que puedan cooperar con la expansión de la red meteorológica nacional.

El potencial genético agrícola de Guatemala se considera alto, lo cual crea una necesidad y oportunidad de promover acciones para incrementar y promover el uso de especies endémicas que respondan a la variabilidad climática. Debido a la expansión de la frontera agrícola especialmente de la caña de azúcar en la costas sur, las actividades ganaderas tienden a ser desplazadas a zonas tienen un cambio de uso del suelo impactando y reduciendo las áreas de cobertura forestal y que a la vez degrada el suelo por la sobre explotación. Es necesario crear y dirigir una gestión ganadera sostenible que busque la conservación del suelo y biodiversidad así como buenas prácticas silvopastoriles, forrajes y corte de pastos.

---

Existen líneas de investigación dentro del marco de cambio climático y agricultura, ganadería y seguridad alimentaria en las distintas universidades e instituciones del país; sin embargo, es necesario que la divulgación y comunicación de dicha información sea amplia. Por tanto el Sistema de Información de Cambio Climático puede ser una herramienta importante para el cumplimiento de este objetivo.

Para mitigar los impactos del cambio climático y adaptarse al mismo es necesario implementar una serie de acciones de prácticas ancestrales, disponibilidad de datos meteorológicos, tecnología accesible a las capacidades de los pequeños y medianos productores, fortalecimiento y acompañamiento institucional hacia los productores todos estos concatenadas con una participación social incluyente.

Dentro de las prácticas y acciones viables a las condiciones del país se pueden mencionar:

- El monitoreo de lluvias y sequías para adecuar los ciclos de producción; promoción y establecimiento de sistemas de riego eficientes.
- Incremento de las prácticas y manejo de postcosecha y almacenamiento a través de silos familiares.
- Acompañamiento a los pequeños y medianos productores a través del Proyecto de Competitividad Agropecuaria Rural Sostenible (CADERS), promoviendo buenas prácticas agrícolas y pecuarias adaptadas a los efectos de sequía prolongada; prácticas de conservación de suelo y agua, en el tema de agua implementación de sistemas colectores y de almacenamiento de agua con materiales de bajo costo y disponibilidad de materiales locales.
- Establecimiento de prácticas de diversificación agrícola y pecuaria en los sistemas familiares de acuerdo a la capacidad de uso del suelo; maximización de producción a través de utilización de semillas mejoradas y endémicas, buenas prácticas de fertilización y riego; establecimiento de buenas prácticas de drenaje agrícola; sistemas de utilización de aguas de doble propósito, como lo es aguas grises, filtros artesanales y la utilización en huertos familiares; promoción e intercambio de experiencias de éxito.

Reducir las emisiones de GEI derivadas de la ganadería, producción porcina y avícola, es uno de los grandes retos no solo en Guatemala si no que en muchos países con prácticas agropecuarias. El éxito de la mitigación en este subsector puede radicar en los cambios de prácticas de manejo y producción manteniendo o minimizando los costos de producción, y que a la vez se constituyen en aumento en sus márgenes de ganancia, aunado a esto con la certificación de sus productos.

Dentro de las acciones a seguir se tienen: Sistematización de casos éxitos de reducción de emisiones provenientes de la descomposición de estiércol, que va vinculado con la implementación tecnológica de manejo adecuado de desechos provenientes del sector agropecuario; desarrollo de programas integrales utilizando sistemas silvopastoriles; investigación y transferencia de tecnología para el manejo de desechos para la producción de abonos orgánicos que cumplan con los requerimientos de macronutrientes y que sean económicamente competitivos; concientización de los beneficios de la implementación de proyectos de reducción de emisiones y divulgación de casos de éxito.

Se hace indispensable crear alianzas públicas privadas para que ejecuten programas integrales que contribuyan a la mitigación aprovechando las capacidades y cobertura nacional, ya que muchos de estos, específicamente los comercializadores, poseen las capacidades y conocimiento que pueden influir en los productores para que sus prácticas productivas tomen en cuenta la reducción de emisiones.

---

Para reducir las emisiones de GEI derivadas de la quema de residuos agrícolas, se deben implementar programas de sensibilización, capacitación y educación para promover sistemas alternativos y productivos que sustituya la quema de residuos agrícolas y por cambio de uso del suelo, sobre esta misma línea, el fomento la reutilización de residuos agrícolas como coberturas de suelos para la fertilización.

### 8.3 Fortalecimiento de las comunicaciones nacionales

Para lograr el fortalecimiento continuo en Guatemala para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales de cambio climático, se requiere:

- Monitoreo de las emisiones y absorciones de GEI a través de la métrica y medición confiable: actualmente el país lleva un avance considerable en la elaboración de protocolos para elaborar de manera sistemática los Inventarios Nacionales de Gases de efecto invernadero –INGEI-, con el fin de fortalecer el aspecto de la ciencia y métrica confiable, lo cual será parte del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático –SNICC-. Esto servirá como insumo para llevar a cabo las actualizaciones bianuales y comunicaciones Nacionales de cambio climático, específicamente en el reporte de datos sobre emisiones y absorciones en todos los sectores representados en el Inventario.
- Llevar una agenda operativa y de trabajo para fortalecer la elaboración y consolidación de las Posiciones de País ante la Conferencia de las Partes que también permita dar insumos importantes para las actualizaciones y mejora de las comunicaciones nacionales. Entre estos aspectos es importante mencionar la relevancia que existe en llevar una Agenda nacional de cambio climático con todos los sectores con el fin de conformar grupos de trabajo con actores relevantes enmarcados en los diferentes instrumentos de política relacionada al cambio climático y el Plan de Acción nacional de cambio climático; de la misma manera es importante dar seguimiento a las Contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional –INDC- de las cuales el país suscribió ante la CMNUCC; llevar una agenda de trabajo con la Cooperación internacional con el fin de priorizar acciones y gestionar los medios de financiamiento y ejecución de las actividades.
- Llevar de manera transversal el proceso de una manera participativa con todos los sectores incluyendo la sociedad civil, con el fin que la metodología que se utilice para la planificación, diseño y elaboración de las Comunicaciones nacionales de Cambio climático sea un proceso dinámico y socialmente incluyente, que aporte conocimiento y avances locales y nacionales en materia de mitigación y adaptación al cambio climático del país.
- A través del fortalecimiento del Sistema Nacional de Información de Cambio climático –SNICC- se requerirá llevar a cabo actualizaciones bi-anales sobre el flujo de información y datos concernientes a los avances de acciones en cada uno de los sectores económicamente productivos en materia de mitigación, ciencia del clima y reducción de la vulnerabilidad. Sumado a esto, se debe de reconocer el esfuerzo que el Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático puede aportar en términos de investigaciones sobre cambio climático para fortalecer las comunicaciones e inventarios de GEI.

- 
- Tomar en cuenta los resultados del Sistema de monitoreo, reporte y evaluación que cuenta el Plan de Acción Nacional de cambio climático y el Plan Nacional de Desarrollo K'atun 2032 sobre los avances importantes que se tengan en el transcurso del tiempo y que sirven de insumo importante para reportar en las Comunicaciones Nacionales e Informes Bi-anuales. Conocer los avances mediante el monitoreo de acciones enmarcados en los Planes de desarrollo nacionales, permitirá el análisis de las brechas y necesidades en temas de transferencia de tecnología, fortalecimiento de las capacidades, acciones en campo, creación de políticas públicas, necesidad de financiamiento en los sectores que reportan emisiones.
  - Los procesos de mejora de las comunicaciones nacionales de cambio climático representa una gran oportunidad para fomentar la investigación de cambio climático en el país. Guatemala ha logrado llevar a cabo la segunda comunicación de cambio climático con el respaldo de investigaciones que proveen una base científica sólida que ha permitido realizar proyecciones en los sectores, por lo mismo se debe de fomentar la investigación con el fin que sean insumo para justificar los avances nacionales y sub-nacionales acerca del cambio climático.
  - Como un proceso de mejora de las Comunicaciones Nacionales de Cambio climático, es imprescindible llevar una base de datos sobre todas las acciones a nivel local y nacional, como programas, proyectos, investigaciones, acciones a nivel de campo, políticas, y otras herramientas que trabajen en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad; esto servirá para que en el proceso de elaboración de cada Comunicación se tenga actualizada esa base de datos con información que permita reportar como avances locales y nacionales en la temática de cambio climático del país.

---

# Referencias

- A&L Proyectos. (2015). *Análisis del Marco Jurídico que Sustenta la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en Guatemala*. Guatemala.
- ACR. (2015, Agosto). *Etanol en Guatemala*. Retrieved from Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala: <http://www.acrguatemala.com/etanol.shtml>
- Adger, W., Agrawala, S., Mirza, M., Conde, C., O'Brien, K., Pulhin, J., . . . Takahashi, K. (2007). Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In O. C. M.L. Parry, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 719-741). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- ANACAFE. (2015, agosto). *Introducción al Manual de Implementación del Módulo Clima*. Retrieved from Asociación Nacional del Café: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=04AMB:Manual-modulo-clima>
- ASECSA,IARNA-URL. (2014). *Estudio de impacto sobre la variabilidad climática en la producción agrícola y medidas de adaptabilidad en 10 comunidades rurales de Guatemala*. Guatemala: autores.
- BANGUAT. (2009). *Estudio de la Economía Nacional 2009*. Guatemala : BANGUAT.
- BANGUAT, & IARNA-URL. (2009b). *Cuenta Integrada de los Recursos Hídricos, Resultado del análisis*. Guatemala: autores.
- Bardales, W. (2015). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*. Guatemala: autor.
- Biota, S.A. y The Nature Conservancy. (2014). *Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala*. Guatemala: autores.
- Boden, T., Marland, G., & Andres, R. (2015, Noviembre 16). *National Co2 Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: 1751-2011*. Retrieved from EPA: Global Greenhouse Gas Emissions Data: <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html#four>
- CASTALIA. (2014). *Curva MAC Preliminar para Energía Renovable y Eficiencia Energética (2015-2019) dentro de la Estrategia Guatemala Huella CERO2 - Consultoría Líder Curvas de Abatimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Guatemala, Informe Final*. Guatemala: autor.
- CEAB. (2015). *UVG*. Retrieved from <http://uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/index.html>
- CLAD. (2009). *Carta Iberoamericana de Participación Ciudadana en la Gestión Pública, Resolución No.38 del "plan de Acción de Lisboa", Portugal*. Portugal: CLAD.
- CNCC. (2015). *Propuesta de Reglamento del Fondo Nacional de Cambio Climático*. Guatemala.
- CONADUR. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun:Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala.
- CONAP. (2010). *Integración y Análisis de vacíos ecológicos y estrategias para conservación* . Guatemala : CONAP.

- 
- CONAP. (2010b). *Agenda de Cambio Climático para las Areas Protegidas y Diversidad Biológica de Guatemala*. Guatemala: autor.
- CONCYT. (2015, Octubre 4). *SENACYT*. Retrieved from <http://senacyt.concyt.gob.gt/index.php/multicyt>
- Congreso de la República. (1996). *Ley Forestal*. Guatemala: autor.
- Congreso de la República. (2010). *Ley de Incentivos Forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal*. Guatemala: autor.
- Congreso de la República. (2013). *Decreto 7-2013: Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. Guatemala: autor.
- Congreso de la República. (2015). *Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala -PROBOSQUE-*. Guatemala: autor.
- CONRED. (2011). *Política Nacional de Reducción de Riesgo a los Desastres*. Guatemala: autor.
- DIGI, USAC. (2015, Octubre 3). *DIGI*. Retrieved from <http://digi.usac.edu.gt/sitios/convocatoria2015/uploads/Convocatoria2015.pdf>.
- Dix, M. J. (2001). *Inventario Nacional de los Humedales de Guatemala*. Guatemala: UICN-Mesoamerica: CONAP, USAC.
- Dobias, J. (2014). *El fenómeno de El Niño y su impacto en las generación hidroeléctrica de Chixoy*. Guatemala: autor.
- Gálvez, J., López, E., & Sandoval, C. (2012). Bosques: pérdida incontenible. In IARNA-URL, *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo* (pp. 102-117). Guatemala: autor.
- GIMBUT. (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*. Guatemala: GIMBUT.
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, VOL. 33, L08707.
- Gobierno de Guatemala. (2015). *Contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC)*. Guatemala: MARN.
- Heller, N., & Zavaleta, E. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological conservation*, Vol. 142 - No. 1 p.14-32.
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 1965–1978. doi:10.1002/joc.1276.
- IARNA. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012*. Guatemala : IARNA.
- IARNA. (2014). *URL*. Retrieved from <http://www.url.edu.gt/PortalURL/Contenido.aspx?o=1293&s=51>.
- IARNA-URL. (2011). *Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico*. Guatemala: autor.
- ICC. (2014). La Huella de Carbono del Azúcar de Guatemala. *Boletín Cambio Climático*, 4.
- ICC. (2015). *ICC*. Retrieved from <http://www.icc.org.gt/?PAGE=2>
- ICEFI. (2007). *La política fiscal en la encrucijada el caso de América Central*. Centro America: ICEFI.

- 
- ICTA. (2007). *Memoria de labores 2007*. Guatemala : ICTA.
- ICTA. (2015). *ICTA*. Retrieved from <http://www.icta.gob.gt/acceso/5.%20Mision,%20objetivos,%20POA/Mision%20y%20Objetivos%20ICTA.pdf>
- IDEADS. (2010). *Identificación de brachas y capacidades para el cumplimiento de la Política Nacional de Cambio Climático de Guatemala*. Guatemala.
- INAB. (2015). *Base de datos institucional de investigaciones*.
- INAB. (2015). *Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013 - 2014 . Serie Institucional ES-002(2015)*. Guatemala: autor.
- INAB. (2015). *INAB*. Retrieved from <http://www.inab.gob.gt/Paginas%20web/acercade.aspx>
- INAB-CONAP. (2014). *Emission Reductions Program Idea Note (ER\_PIN) Guatemala. Guatemala National Emission Reduction Program: through strenghtening forestry governance in vulnerable communities*. Guatemala: autores.
- Industria de Biogas, S.A. (2012). *Zone 3 Landfill Gas Project - Project Design Document (CDM PDD)*. Guatemala: autor.
- INE / MSPAS. (2009). *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2008-2009*. Guatemala : INE.
- INE. (2002). *Estimaciones y proyecciones de la población, con base a Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002*. Guatemala : INE.
- INE. (2006). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida*. Guatemala : INE.
- INE. (2006). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida* . Guatemala : INE.
- INE. (2011). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida*. Guatemala : INE.
- INE. (2011). *Mapa de Pobreza Rural de Guatemala*. Guatemala: INE.
- INE. (2012). *Caracterización estadística de la Republica de Guatemala* . Guatemala : INE.
- INSIVUMEH. (2015, Noviembre 24). *INSIVUMEH*. Retrieved from <http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/programa.htm>
- INSIVUMEH. (2015b). *Información climática*. Guatemala: autor.
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: IPCC.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2013). Glosario. In T. D.-K. [Stocker, *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (pp. 186-204). Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the*

- 
- Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPNUSAC, IARNA-URL. (2011). *Propuesta para Abordar el Desarrollo Rural Integral de Guatemala*. Guatemala: autores.
- Kreft, S., & Eckstein, D. (2013). *Global Climate Risk Index 2014. Who Suffer Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Event in 2012 and 1993 to 2012*. Bonn, Germany: Germanwatch.
- Kreft, S., Eckstein, D., Junghans, L., Kerestan, C., & Hagen, U. (2014). *Global Climate Risk Index 2015. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1994 to 2013*. Bonn, Germany: Germanwatch.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Texas: CISMID.
- Larrañaga, M. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala - "Wood Integrated Supply/Demand Overview Mapping"*. Guatemala: autor.
- LEDS/SEGEPLAN. (2015). *Sistema de Contabilidad Integrada (SICOIN) y POA's Institucionales*. Guatemala : SEGEPLAN.
- MAGA. (2001). *Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000*. Guatemala : MAGA.
- MAGA. (2013). *Plan Estratégico de Cambio Climático MAGA 2012 - 2016*. Guatemala : MAGA.
- MAGA/FAO. (2008). *Segundo Informe Nacional sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos de Guatemala*. Guatemala : LitoArt.
- MARN / PNUMA. (2013). Guatemala.
- MARN. (2005). *Política Nacional para el Manejo integral de los Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala: autor.
- MARN. (2009). *Acuerdo Gubernativo 329-2009: Política Nacional de Cambio Climático*. Guatemala: autor.
- MARN. (2010). *Política Nacional de Producción más limpia. Acuerdo Gubernativo 258-2010*. Guatemala: autor.
- MARN. (2011). *Inventario Nacional de Estaciones Meteorológicas e Hidrometeorológicas*. Guatemala : MARN.
- MARN. (2014). *Iniciativa de Desarrollo Bajo en Carbono Guatemala Huella CERO2*. Guatemala: autor.
- MARN. (2015, Noviembre 2013). *MARN*. Retrieved from <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/402.pdf>
- MARN. (2015). *Posición de País ante la COP21/MOP11: en proceso de revisión*. Guatemala.
- MARN. (2015a). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Guatemala, año 2005*. Guatemala: autor.
- MARN/GIZ. (2015). *Análisis del Marco Jurídico que Sustenta la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en Guatemala*. Guatemala.
- MARN-DIFOPAS. (2015). *Educación Ambiental con Énfasis en Cambio Climático*. Guatemala: autor.
- MEM. (2013). *Política Energética 2013-2027*. Guatemala: autor.
- MEM. (2014). *Plan de expansión indicativo del sistema de generación 2014-2028*. Guatemala: autor.
- MEM. (2014). *Plan de expansión indicativo del Sistema de Generación 2014-2028*. Guatemala: autor.

- 
- MEM. (2015, Septiembre). *Subsector Eléctrico en Guatemala*. Retrieved from Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Energía: <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Subsector-El%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>
- MIDES/SEGEPLAN. (2012). *Encuesta mundial de avances del programa de acción de ña conferencia internacional sobre población y desarrollo*. Guatemala : MIDES/SEGEPLAN.
- MIFIN. (2015). Guatemala .
- MSPAS. (2012). *Política Nacional de Agua Potable y Saneamiento*. Guatemala : MSPAS/SEGEPLAN.
- MSPAS. (2012). *Reporte Anual Epidemiología* . Guatemala : MSPAS.
- MSPAS. (2012b). *Diagnóstico Nacional de Salud*. Guatemala: autor.
- MSPAS. (2013). *Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento*. Guatemala: autor.
- MSPAS. (2015, Octubre 19). *Cuentas Nacionales de Salud*. Retrieved from <http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/UNIDADES/CuentasNacionalesSalud/boletines/Bolet%C3%ADn%20de%20Evoluci%C3%B3n%20del%20financiamiento%20del%20MSPAS.pdf>
- Municipalidad de Guatemala. (2012). *Bus Rapid Transit (BRT) in Guatemala City. Project Design Document (CDM PDD)*. Guatemala: Municipalidad de Guatemala - Financiera de Occidente, S.A.
- NOAA. (2015, julio). *Cold and warm Episodes by Season*. Retrieved from National Weather Service: Climate Prediction Center: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)
- OEA-MEM. (2014). *Carta de Entendimiento entre la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos y el Gobierno de la República de Guatemala, a través del Ministerio de Energía y Minas*. Guatemala.
- Oglesby, R., & Rowe, C. (2014). *Informe Final Impactos climáticos para Guatemala: Resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5*. Guatemala: autores.
- OLADE. (2011). *Manual de Estadísticas Energéticas año 2011*. Quito, Ecuador: autor.
- OMS. (1946). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. *Conferencia Sanitaria Internacional*, (p. 18). Nueva York.
- OMS. (2015, julio). *Cambio climático y salud*. Retrieved from Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/>
- Palmieri, M. y. (2010). *Análisis situacional de la malnutrición en Guatemala: sus causas y abordaje*. Guatemala : PNUD.
- Palomo, A. (2014). *Sistematización del Proceso de Planificación, montaje y desarrollo del I Congreso Nacional de Cambio Climático*. Guatemala .
- Pica de Hule Natural, S.A. (2014). *Promoting Sustainable Development through Natural Rubber Tree Plantations in Guatemala - VCS Project Description*. Guatemala: autor.
- PNUD. (2006). *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. New York: United Nations Development Program.
- PNUD. (2012). *Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011 - 2012*. Guatemala : PNUD.
- Ramirez, D., Ordaz, J., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Istmo Centroamericano: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Mexico: Cepal.

- 
- Ramirez-Villegas, J., & Jarvis, A. (2010). *Downscaling Global Circulation Model Outputs: The Delta Method*. autores.
- Rojas, M. (2004). *La vulnerabilidad y el riesgo de la vivienda para la salud humana desde una perspectiva holística, una revisión necesaria para la gestión de la vivienda saludable*. Argentina: Universidad Nacional del Noreste.
- Rojas, O. (2015). *Agenda Operativa –Recomendación de acciones de la negociación en las reuniones intermedias y en la COP21 para el cumplimiento de la posición de país-*. Guatemala .
- Saubes, N. (2015). *Vulnerabilidad relacionada con los recursos hídricos en el contexto de cambio climático en Guatemala. Informe técnico de consultoría*. Guatemala: autor.
- SEGEPLAN. (2012). *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : SEGEPLAN.
- SEGEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : Impreso en Serviprensa, S. A.
- SEGEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : Impreso en Serviprensa, S. A.
- SEGEPLAN. (2014). *Análisis de la política pública explícita relacionada al cambio climático en Guatemala*. Guatemala.
- SEGEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : Impreso en Serviprensa, S. A.
- SEGEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo, K’atun: Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : SEGEPLAN.
- SEGEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo, K’atun: Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala : SEGEPLAN.
- SEGEPLÁN. (2015). *3er Informe Tercer Año de Gobierno 2014-2015*. Guatemala: autor.
- SEGEPLAN. (2015). *Instrumentos de Planificación 2016*. Guatemala.
- SEGEPLAN. (2015, Noviembre 26). *KATUN*. Retrieved from <http://www.katunguatemala2032.com/>
- SEGEPLAN. (2015). *Lienamientos Generales de Política 2016-2018*. Guatemala.
- SEGEPLAN. (2015). *Lineamientos Generales de Política 2016-2018*. Guatemala: autor.
- Segeplán. (2015). *Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública: ejercicio fiscal 2016*. Guatemala.
- SEGEPLÁN. (2015). *Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública: ejercicio fiscal 2016*. Guatemala: autor.
- Segeplán. (2015). *Política Nacional de Desarrollo*. Guatemala.
- SEGEPLÁN. (2015). *Política Nacional de Desarrollo*. Guatemala: autor.
- SEGEPLAN, CONRED. (2010). *Evaluación de daños y pérdidas sectoriales y estimación de necesidades ocasionados por el paso de la Tormenta Tropical Agatha y la erupción del Volcán Pacaya*. Guatemala: autores.
- Sene, K. (2009). *Hydrometeorology: Forecasting and Applications*. New York: Springer.
- SGCCC. (2014). *Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático*. Retrieved from [http://www.uvg.edu.gt/sgccc/-](http://www.uvg.edu.gt/sgccc/)

- 
- SGCCC. (2015). *Agenda de Investigación en Adaptación y Reducción de la Vulnerabilidad al Cambio Climático. Grupo de Adaptación y vulnerabilidad*. Guatemala: SGCCC.
- SGCCC. (2015, Noviembre 26). UVG. Retrieved from <http://www.uvg.edu.gt/sgccc/doc/2-INDCs.pdf>
- Shetty, P. (2015, agosto). *Climate change and insect-borne disease: Facts and figures*. Retrieved from SciDevNet: <http://www.scidev.net/global/policy/feature/climate-change-and-insect-borne-disease-facts-and--1.html>
- Trenberth, K., Jones, P., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., . . . Zhai, P. (2007). Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In S. D. [Solomon, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 237-270). Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- UNFCCC. (2015, agosto). *CDM Project Search*. Retrieved from United Nations Framework Convention on Climate Change: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- UNFCCC. (2015, noviembre 15). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Retrieved from FOCUS: Mitigation - NAMAs, Nationally Appropriate Mitigation Actions: <http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php>
- URL-IARNA. (2009). *Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo*. Guatemala: autor.
- URL-IARNA. (2009). Situación ambiental de Guatemala: aspectos críticos. In *Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo* (pp. 48-64). Guatemala: autores. Retrieved from [http://www.infoiarna.org.gt/dmdocuments/1\\_pu\\_pro\\_per\\_08-Capitulo3.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/dmdocuments/1_pu_pro_per_08-Capitulo3.pdf)
- USAC-MARN. (2013a). *Primer Informe Indicativo de medición de la calidad del aire ambiente en las cabeceras departamentales de la República de Guatemala Año 2013*. Guatemala: autores.
- USAID. (2013). *EVALUACIÓN INSTITUCIONAL Y ANÁLISIS SECTORIAL PARA LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO CON BAJAS EMISIONES DE GUATEMALA*. Guatemala.
- USAID. (2013). *Evaluación institucional y análisis sectorial para la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones de Guatemala*. Guatemala: autor.
- WMO. (2015, Septiembre). *Meteoterm*. Retrieved from World Meteorological Organization: <http://wmo.multicorpora.net/MultiTransWeb/Web.mvc>
- Ziegler, J. (2006). *Los derechos económicos, sociales y culturales. El derecho a la Alimentación*. Guatemala : Naciones Unidas.