

©Rainforest Alliance, Inc.

PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

DEPARTAMENTO DE **TOTONICAPÁN**

*Diferendo Territorial, Insular y Marítimo pendiente de resolver

CRÉDITOS

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Mario Rojas Espino
Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

Fredy Chiroy
Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ángel Lavarreda
Viceministro de Ambiente

Antonio Urrutia
Director de Cambio Climático

Jennifer Waleska Zamora Arenales
Jefe del Departamento de Vulnerabilidad

Jennifer Calderón
Unidad de Cooperación Internacional

Elmar Iván Ravanales Velásquez
José Salvador Dávila Munduate
Mario Mejía
Dirección de Cambio Climático

Roberto García Alay
Director de Coordinación Nacional

Juan Francisco Baten
Delegado departamental Totonicapán

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

Luz Keila Virginia Gramajo Vílchez
Secretaria

Herbert Yax Vasquez
Delegado departamental Totonicapán

Rainforest Alliance

Oscar Rojas
Director Rainforest Alliance Centroamérica
Alejandro Santos
Director Rainforest Alliance Guatemala
José R. Furlán
Gerente de Vulnerabilidad al cambio climático

Abigail Álvarez
Especialista en gestión del conocimiento e inclusión social

Sergio Dionisio
Especialista en metodologías de planificación para la adaptación

Andrea Moreno
Especialista en Comunicaciones

Oscar Rafael Ralón

Consultor departamento Totonicapán

**Walter Bardales
Claudio Castañón
Félix Martínez
Gamaliel Martínez
Francely Yat
Consultores Rainforest Alliance**

**Arabella Samayoa Gordillo
Alejandra Rodríguez L.
Edición y diagramación**

**Víctor Delgado
Rony Rodríguez
Fotografía | Consultores Rainforest Alliance**

ÍNDICE GENERAL

1. PRESENTACIÓN.....	8
2. RESUMEN	9
3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	11
3.1 Etapa de diagnóstico.....	11
3.2 Mapeo de actores.....	12
3.3 Escenarios de cambio climático.....	12
3.4. Diagnostico departamental de la vulnerabilidad al cambio climático	13
3.5 Marco Estratégico y Operativo	14
3.5.1 Proceso de sistematización de información	15
3.5.2 Identificación y priorización de acciones de adaptación	15
3.5.3 Estimación de metas quinquenales para las estrategias durante el periodo de implementación del plan.....	15
3.5.4 Evaluación de acciones (Impacto, factibilidad y tiempo)	15
3.5.5 Marco programático para el primer quinquenio de implementación del PDACC.....	16
4. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS RELEVANTES	17
4.1. Variables climatológicas	18
4.1.1. Actualización de información climatológica	18
4.1.2. Amenazas climáticas	19
4.1.3. Sensibilidad climática	22
4.1.4. Capacidad adaptativa.....	23
5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO	27
5.1. Dinámica de población y conformación territorial (política y administrativa)	27
5.2. Antecedentes del proceso de Planificación en Totonicapán	28
5.3. Planes de desarrollo existentes en el departamento de Totonicapán	28
5.4. Conformación geográfica y condiciones climáticas.....	29
5.5. Caracterización social de la población y de sus actividades económicas	30
5.6. Recursos Naturales	32
5.7. El cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes	34
6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE TOTONICAPÁN	36
6.1. La vulnerabilidad en el departamento de Totonicapán	37
6.1.1. La exposición climática en el departamento	37
6.1.2. Temperatura y Precipitación.....	39
6.1.3. Amenazas hidroclimáticas	40

6.2.	Elementos estratégicos del desarrollo y su vinculación al cambio climático	44
6.3.	Sistema natural: Bosque	45
6.3.1.	Condición de los atributos clave de viabilidad.....	46
6.3.2.	Condición de vulnerabilidad	46
6.3.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	47
6.3.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	47
6.4.	Sistema socioeconómico: Granos básicos	48
6.4.1.	Condición de los atributos clave.....	48
6.4.2.	Condición de vulnerabilidad	49
6.4.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	50
6.4.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	50
6.5.	Sistema socioeconómico: Frutas (melocotón, manzana, aguacate)	50
6.5.1.	Condición de los atributos clave.....	51
6.5.2.	Condición de vulnerabilidad	51
6.5.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	52
6.5.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	52
6.6.	Sistema socioeconómico: Hortalizas (cebolla).....	53
6.6.1.	Condición de los atributos clave.....	53
6.6.2.	Condición de vulnerabilidad	53
6.6.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	54
6.6.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	54
7.	CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.....	56
7.1.	Marco internacional y regional de la adaptación al cambio climático.....	56
7.2.	Marco legal y político nacional.....	58
7.3.	Interculturalidad y planificación para la adaptación ante el cambio climático	65
7.4.	Planificación para el desarrollo en el departamento de Totonicapán	65
8.	MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE TOTONICAPÁN.....	67
8.1	Consideraciones para la sostenibilidad del Plan de Adaptación Departamental al Cambio Climático.	67
8.2	Visión	68
8.3	Objetivos	68
8.3.1	Objetivo General:	68
8.3.2	Objetivos específicos:	68
8.4	Estrategias de adaptación ante el cambio climático	68
8.4.1	Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca	68
8.4.2	Servicios de agua y saneamiento, resilientes y eficaces	69

8.4.3	Sistemas productivos, sostenibles y resilientes	69
8.4.4	Estudios de impacto ambiental con criterios de adaptación al cambio climático ...	70
8.4.5	Investigación para la adaptabilidad y reducción de la vulnerabilidad	70
9.	MARCO PROGRAMÁTICO	71
10.	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	86
10.1.	Objetivos	87
10.1.1.	Objetivo general	87
10.1.2.	Objetivos específicos	87
10.2.	Conceptos básicos de seguimiento y evaluación	87
10.2.1.	Seguimiento de políticas y planes	87
10.2.2.	Evaluación de políticas y planes	88
10.2.3.	Tipos de evaluación	88
10.3.	Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Totonicapán.....	88
10.3.1.	Proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	88
10.3.2.	Seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	89
10.3.3.	Seguimiento a las actividades operativas del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	90
10.3.4.	Evaluación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	91
10.3.5.	Componentes básicos para orientar el diseño de una evaluación.....	92
10.3.6.	Consideraciones generales para la evaluación de implementación y resultados del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	92
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Altitud y extensión de municipios departamento Totonicapán	27
Tabla 2.	Potencial de uso suelo departamento de Totonicapán	32
Tabla 3.	Cuencas y ríos departamento Totonicapán.....	33
Tabla 4.	Capacidad del suelo de captación regulación hídrica en Totonicapán.....	34
Tabla 5.	Cuadro resumen de indicadores de atributos clave para los elementos estratégicos de desarrollo en el departamento de Totonicapán.	55
Tabla 6.	Estrategia 1.	71
Tabla 7.	Resultados y acciones estrategia 1.	72
Tabla 8.	Resultados y acciones estrategia 1.	73
Tabla 9.	Estrategia 2.	74
Tabla 10.	Estrategia 2.	75
Tabla 11.	Resultados y acciones estrategia 2.	76
Tabla 12.	Resultados y acciones estrategia 2.	77
Tabla 13.	Resultados y acciones estrategia 2.	78

Tabla 14. Estrategia 3.	79
Tabla 15. Estrategia 3.	80
Tabla 16. Resultados y acciones estrategia 3	81
Tabla 17. Resultados y acciones estrategia 3	82
Tabla 18. Resultados y acciones estrategia 3.	83
Tabla 19. Resultados y acciones estrategia 3.	84
Tabla 21. Formato 1. Matriz para Seguimiento de indicadores:.....	89
Tabla 22. Formato 2: Matriz de Planificación operativa	90
Tabla 23. Formato 3: Tablero de mando mensual	91
Tabla 24. Formato 4: Seguimiento a la planificación operativa en el corto plazo, mediano plazo y largo plazo.....	91

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Temperatura actual y proyección 2050 departamento de Totonicapán	39
Mapa 2. Precipitación promedio actual y futura (2050), Departamento de Totonicapán	40
Mapa 3. Mapas de sequía actual y futura departamento de Totonicapán	41
Mapa 4. Amenaza de heladas departamento de Totonicapán	42
Mapa 5. Amenaza de incendios por departamento en Guatemala	43
Mapa 6. Amenaza de Deslizamientos por departamentos de Guatemala	43
Mapa 7. Mapa de amenaza de inundaciones Guatemala	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Extensión forestal y vegetal incendiado 2000 – 2018, departamento de Totonicapán..	45
Figura 2. Elementos de política y planes sujetos a seguimiento.....	87

1. PRESENTACIÓN

Guatemala es un país particularmente vulnerable ante los impactos del cambio climático. Las distintas evaluaciones realizadas a nivel global nos posicionan como uno de los 10 países más vulnerables ante el cambio climático.

Desde julio de 2020 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha liderado el programa preparatorio para el Fondo Verde del Clima “Fortalecimiento de los procesos nacionales de planificación para la adaptación al cambio climático”. En un esfuerzo conjunto con la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y con el apoyo técnico de Rainforest Alliance, se han evaluado distintos aspectos de la vulnerabilidad ante el cambio climático a nivel nacional y esto ha permitido realizar una planificación a nivel departamental, considerando las características y necesidades de cada uno.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Totonicapán parte de las amenazas y retos que enfrenta el departamento mientras identifica una ruta de desarrollo en la que, a través de la colaboración conjunta entre gobierno central, autoridades locales, sector privado y grupos de sociedad civil, se establecen metas que contribuyen con la reducción de la vulnerabilidad local.

Las acciones descritas y resultados propuestos son producto de un proceso participativo de análisis y construcción interinstitucional, aunque reflejan los acuerdos alcanzados en su momento, pueden ser revisados de acuerdo con un mayor compromiso intersectorial y en la búsqueda de generar mayor impacto a nivel departamental.

Guatemala, junio de 2022

2. RESUMEN

El presente Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Departamento de Totonicapán de Totonicapán, se desarrolló de octubre 2020 a diciembre 2021, mediante un proceso participativo entre sociedad civil, sector privado, entidades de gobierno y de cooperación con presencia en el departamento.

El Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático (PDACC), busca operativizar a escala departamental las directrices de políticas nacionales sobre adaptación del cambio climático, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de grupos que se ven más afectados dadas sus limitadas capacidades construidas y de tal cuenta reducir las asimetrías y desigualdades a nivel de municipios y la integralidad de la gestión pública en materia ambiental y cambio climático.

El PDACC estratégicamente se organiza en dos apartados: a) el *Diagnóstico y Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*, y b) el *Marco Estratégico y Operativo para la Adaptación al Cambio Climático en el departamento*, organizado en 12 capítulos, entre los que se incluye la presentación, el resumen, la bibliografía y anexos.

El capítulo tercero describe la estrategia metodológica para el desarrollo del PDACC, el capítulo 4, hace referencia al análisis del cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes suscitados en el departamento, enfatizando en los impactos sobre los elementos estratégicos para el desarrollo económico y social. En el quinto capítulo se enfoca en la caracterización socioeconómica y natural de Totonicapán, en el que se remarcan aspectos geográficos, conformación política administrativa del departamento, así como referentes históricos de la planificación del desarrollo social y económico en el departamento. Se enfatiza en las características de la población y sus principales actividades económicas, partiendo de un análisis de la situación de pobreza de la población, los niveles de desnutrición, la situación de la educación, condiciones de salud de la población, las características de las viviendas y los servicios básicos de los que disponen los hogares, así como sus principales actividades productivas y sus medios de vida, como factores clave para la adaptación al cambio climático.

El sexto capítulo aborda la vulnerabilidad específica del departamento, para el que se identificaron y priorizaron elementos estratégicos naturales y socioeconómicos fundamentales para el desarrollo del departamento, para los que se realizó un análisis situacional considerando impactos de fenómenos hidrometeorológicos atribuidos al cambio climático, que permitió evaluar su vulnerabilidad frente al cambio climático. Lo anterior permitió desarrollar un análisis basado en un escenario climático al año 2050, de potenciales acciones que, dentro de una visión de corto, mediano y largo plazo, permita desde las áreas de intervención institucionales, de la sociedad civil en general y de inversiones privadas, potenciar una mayor capacidad de recuperación y construcción de resiliencia territorial.

El capítulo 7 se enfoca en una revisión del marco político y normativo del cambio climático para dotar de sustento a las propuestas estratégicas del PDACC. El octavo capítulo integra lo anteriormente descrito en un marco estratégico de largo plazo, y prioriza las estrategias para la adaptación. En seguimiento a esto, el capítulo nueve define ya un marco programático de corto

y mediano plazo, en el que se identifican acciones con la participación institucional y de la sociedad civil a manera de viabilizar su legitimidad y competencias para establecer desde el territorio, la factibilidad y viabilidad de su implementación, ejecución, seguimiento y evaluación en el mediano y largo plazo.

Finalmente, se ha propuesto un sistema de seguimiento y evaluación, integrada en el capítulo 10, en el cual propone un mecanismo el cual sería gestionado desde el MARN, en coordinación con SEGEPLAN.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático para el departamento Totonicapán se llevó a cabo en dos momentos: un primer momento que permitió el desarrollo del *Diagnóstico y Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*, un segundo momento que constituyó el proceso de elaboración del *Marco Estratégico y Operativo para la Adaptación al Cambio Climático en el departamento*.

El nivel territorial de planificación establecido es la delimitación político-administrativo departamental, con fundamento en los niveles de planificación establecidos por el Sistema Nacional de Planificación del Desarrollo de Guatemala, a cargo de la Secretaría de Planificación y de Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), que tiene como esquema de participación y gobernanza al Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, que para los departamentos corresponde a los Consejos Departamentales de Desarrollo -CODEDE-, espacio a partir del cual se realizaron los procesos de consulta, socialización, retroalimentación y validación del contenido del PDACC.

Los principios de trabajo que guiaron el proceso fueron: a) *participación social*, con el que se consideraron conocimientos, percepciones y reflexiones colectivas, técnicas y políticas de los diferentes actores y sectores con presencia en el territorio, b) *perspectiva de género*, con el que se buscó una comprensión integral y sistémica de los roles y desigualdades de género en términos de vulnerabilidad al cambio climático y el diseño de intervenciones de adaptación al cambio climático, c) *enfoque territorial y regional*, que parte de un análisis conjunto de aspectos políticos, socioeconómicos y ambientales, a fin de que los diferentes actores articulen acciones para la gestión de la adaptación y d) *especificidades sociales y ambientales*, para el que se consideró la participación de actores y sectores con presencia en el territorio, así como de sus contextos naturales para el análisis de la vulnerabilidad y las acciones de adaptación al cambio climático.

Para el desarrollo del PDACC fue clave la coordinación establecida entre las delegaciones departamentales del MARN y SEGEPLAN, con quienes se acordó y preparó la estrategia de trabajo. A través de dichas instituciones se coordinó la convocatoria y el desarrollo de talleres generales y comunitarios para la construcción de insumos e información, procesos de revisión, retroalimentación y validación del contenido del PDACC, para el que se consideró la rectoría del MARN en temas de cambio climático, así como la rectoría de SEGEPLAN en la planificación del desarrollo.

Las diferentes etapas consideradas en la estrategia metodológica para cada momento se describen a continuación:

3.1 Etapa de diagnóstico

Para el desarrollo del diagnóstico, se procedió realizar una revisión bibliográfica primaria y secundaria sobre aspectos sociales, económicos y naturales, así como una serie de consulta e expertos y entrevista a actores territoriales, para la caracterización del departamento considerando los aspectos siguientes: a) análisis y descripción del entorno sociopolítico, institucional, social, económico, ambiental y climático, b) revisión y una análisis histórico de los principales eventos climáticos ocurridos y sus impactos sobre los elementos naturales y socioeconómicos que conforman los medios de vida de la población, c) el análisis de la vulnerabilidad de elementos estratégicos para el desarrollo del departamento que están siendo afectados por el cambio climático, así como éstos afectan elementos de bienestar humano, basado en el análisis de la situación actual y futura, traducidos en escenarios futuros hacia 2050, d) y la identificación de acciones de adaptación viables y factibles a implementar en el territorio, basado en intervenciones que entidades públicas nacionales y locales así como por el sector privado y de la sociedad civil en general, implementan en el territorio.

3.2 Mapeo de actores

El contenido de los productos o apartados del PDACC, fueron revisados, retroalimentados y validados de forma participativa con representantes de diversos sectores presentes en el territorio. Para ello, inicialmente se realizó un mapeo y se caracterizaron actores clave de entidades de gobierno y sociedad civil ampliada, con vínculos en la gestión de los recursos naturales y sistemas económicos productivos, así como entidades vinculadas a la gestión del cambio climático. El ejercicio permitió identificar a los actores estratégicos en el departamento y sus principales acciones en términos de adaptación al cambio climático, lo que permitió un proceso participativo e incluyente en el análisis de la vulnerabilidad y la identificación de acciones de adaptación al cambio climático en los diferentes talleres. Para el análisis de las relaciones entre los actores, se utilizó el programa MACTOR, para analizar la dependencia de los actores, a fin de establecer una estrategia de gestión de actores clave.

3.3 Escenarios de cambio climático

Se generaron modelos espaciales sobre variables meteorológicas como precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias. La información ha sido compilada de las estaciones del Instituto de Sismología Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que cuentan con un registro histórico y que permite un análisis más completo sobre la variabilidad y el cambio climático.

De acuerdo con el INSIVUMEH (2019), los escenarios presentan distintos modelos en los que podría comportarse el clima en Guatemala, con tendencias predominantes hacia el escenario RCP_8.5. Cualquiera que sea el escenario de cambio climático seleccionado, vale la pena mencionar que en el período 1990-2019, la temperatura media del país se ha incrementado en 0.5° respecto al período 1960-1990. La tendencia en el crecimiento de la temperatura para el período 2040-2069, se ubica entre 1.5 y 2.4°C; asimismo, en todos los escenarios climáticos se proyectan cambios en los patrones de precipitación con reducciones en la primera parte de la estación lluviosa e incrementos en los últimos meses de dicha estación.

3.4. Diagnostico departamental de la vulnerabilidad al cambio climático

La evaluación de la vulnerabilidad departamental al cambio climático se fundamentó en la revisión histórica y actual de las principales amenazas climáticas y sus impactos sobre elementos estratégicos que son fundamentales para los medios de vida y el desarrollo económico de Petén. Así mismo, en el marco del proyecto se elaboraron mapas temáticos nacionales y departamentales de las principales amenazas climáticas, como insumos para analizar los impactos sobre elementos naturales y socioeconómicos y con ello evaluar la vulnerabilidad de estos frente al cambio climático, basado en criterios facilitados por la metodología de estándares abiertos para la práctica de la conservación, en consideración con los ajustes para la planificación de la adaptación al cambio climático.

Así mismo, la revisión de los impactos de las amenazas climáticas identificadas sobre los elementos estratégicos se sustentó en la revisión bibliográfica exhaustiva de estadísticas y registros, tales como las eventualidades atendidas por la CONRED, los informes realizados por el INSUVUMEH. Igualmente, se consultó información secundaria sobre evaluaciones de los impactos de eventos meteorológicos sobre los sistemas sociales y económico productivos en el departamento, para el que se consideraron tesis, informes técnicos y publicaciones científicas, información que fue validada en talleres y entrevistas de campo.

Para la identificación y priorización de los elementos estratégicos inicialmente se consultaron distintas fuentes bibliográficas con información relacionada con los elementos naturales y socioeconómicos de mayor importancia y relevancia dentro del departamento que están siendo impactados por el cambio climático.

Lo anterior, generó un listado de elementos que fueron presentados, discutidos y validados con actores clave e informantes clave, para definir un listado acotado de elementos que deben ser gestionados de forma sostenible para favorecer la capacidad de adaptación de del territorio al cambio climático, en tanto, medios de vida de la población.

Los criterios utilizados para la priorización de los elementos estratégicos son:

- Asociación y agrupación en categorías generales, que refleje la escala departamental.
- Representatividad y relevancia del elemento para la población, al ser medio de vida vital.
- Que reflejen las amenazas que ponen en riesgo el elemento.
- Percepción con criterio de experto del impacto de las amenazas actuales sobre el elemento.
- Disponibilidad de información relacionada al elemento.

Los elementos estratégicos seleccionados y priorizados, fueron evaluados frente a factores de perturbación asociados al cambio climático y las anomalías en los regímenes climáticos, hidrológicos y otros fenómenos asociados (Por ejemplo: incendios, sequías, olas de calor, inundaciones, etc.). El análisis se realizó con criterios cualitativos y cuantitativos que permitieron determinar la exposición de los sistemas frente a amenazas climáticas predominantes en el contexto territorial, su sensibilidad frente a estos, así como su capacidad de adaptación, que en

ocasiones es difícil de determinar, sin embargo, puede inferirse a partir de diversos parámetros. (CONANP y TNC, 2011)

En complemento con la información recolectada a nivel de revisión bibliográfica, talleres, visitas de campo y entrevista a actores locales, se procedió a determinar la vulnerabilidad de los elementos estratégicos frente a la variabilidad y el cambio climático, utilizando para ello los criterios siguientes:

- a. Exposición: alcance o extensión del impacto sobre el elemento, medido como proporción del elemento afectado.
- b. Sensibilidad: severidad o gravedad del impacto sobre la viabilidad del objeto: evaluación de la sensibilidad del elemento estratégico frente al impacto de los eventos o variación climáticos.
- c. Capacidad de Adaptación: capacidad del elemento para recuperarse en forma natural o con intervención humana (Secaira, 2015).

3.5 Marco Estratégico y Operativo

Para el desarrollo de este apartado, se recurrió a la herramienta administrativa de gestión por resultado, con lo que se buscó priorizar los aspectos que conduzcan a lograr un eficiente desempeño organizacional en la gestión de la adaptación al cambio climático, que permita a los tomadores de decisiones mejores insumos para el análisis y decisiones en el diseño de estrategias y acciones que contribuyan a alcanzar la visión y los objetivos de un plan.

Para ello se realizaron los siguientes pasos: revisión del marco normativo y político sobre cambio climático; revisión de las condiciones habilitantes para la sostenibilidad de las estrategias y acciones; determinación de una visión conjunta territorial; determinación de objetivos generales y específicos; determinación de estrategias, resultados, acciones y metas, así como el diseño de un mecanismo de evaluación y seguimiento de resultados y metas.

Como resultado del análisis de los principales instrumentos normativos y políticos sobre cambio climático a nivel internacional, nacional y departamental, se obtuvo un marco de actuación que brinda los fundamentos para la planificación de la adaptación al cambio climático. También se realizó una revisión sobre el marco de planificación del desarrollo a nivel nacional y departamental, de manera que las acciones del Plan de Adaptación al Cambio Climático se articulen al planteamiento del desarrollo del territorio. Seguidamente se revisaron las condiciones necesarias o habilitantes que permitan la sostenibilidad del PDACC, mediante el análisis de las limitaciones y oportunidades que ofrece el contexto territorial en las dimensiones políticas, institucionales, financieros, técnicos, ambientales y sociales, brindando así un marco de factibilidad para las intervenciones tanto de corto como de mediano y largo plazo.

En consideración con los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad nacional y departamental del departamento frente al cambio climático, presentados en el diagnóstico, se planteó una situación deseada bajo un escenario climático proyectado al año 2,050. Esta propuesta se hace, estableciendo una visión de largo plazo tendiente a gestionar las capacidades de adaptación y reducir la sensibilidad departamental frente al cambio climático

y con ello reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y económicos estratégicos para construir un territorio resiliente.

En consecuencia, el PDACC plantea en el corto, mediano y largo plazo, un marco estratégico conformado por la visión de largo plazo, objetivos y estrategias. Así mismo, se plantea un marco programático, el cual establece ejes temáticos de abordaje que integran los objetivos y estrategias planteados en el marco estratégico, llevándolos a un nivel operativo mediante la definición de resultados, metas, indicadores y acciones. El marco operativo también plantea una programación para el primer quinquenio, iniciando a partir del año 2,022, en éste se proponen las acciones, con sus metas e indicadores, además que, identifica a la institucionalidad responsable de estas acciones.

3.5.1 Proceso de sistematización de información

Para el desarrollo del Marco estratégico y programático, se realizó una serie de talleres, entrevistas y consultas a expertos y profesionales de las instancias públicas, con el que se buscó un proceso participativo y de construcción colectiva. Es importante indicar que para el marco estratégico y programático se realizaron rondas de talleres, esto permitió que los actores y responsables de acciones hicieran comentarios y ajustes a las acciones y metas propuestas, para ello se utilizaron matrices de análisis que contienen los ajustes a acciones y metas.

3.5.2 Identificación y priorización de acciones de adaptación

En el marco de los talleres de planificación estratégica y operativa, se construyó de forma colectiva una visión del PDACC, un objetivo específico y objetivos individuales, que enuncian los cambios necesarios en la gestión ambiental, social y económica productiva para la adaptación al cambio climático. Seguidamente se ha requerido, mediante lluvia de ideas de los actores sobre las líneas estratégica y las acciones pertinentes para alcanzar los objetivos planteados. En consecuencia, el plan propone un marco estratégico, con una visión, objetivos y estrategias y a partir de éstas últimas se plantean las acciones, muchas de ellas, vinculadas al análisis de los elementos estratégicos analizados en el apartado de diagnóstico. De esta cuenta, se pueden abordar de manera directa a los factores contribuyentes identificados y que institucionalmente pueden ser abordados mediante acciones e intervenciones de adaptación a los efectos del cambio climático.

3.5.3 Estimación de metas quinquenales para las estrategias durante el periodo de implementación del plan.

Las metas quinquenales constituyen un elemento del marco programático, las cuales están establecidas al año 2050. Estas metas han sido diseñadas a partir del resultado propuesto y establecen en cada periodo su alcance, su mantenimiento o su progreso, ya que existen productos que son recurrentes en el tiempo y tienen que ser abordados durante todo el periodo.

3.5.4 Evaluación de acciones (Impacto, factibilidad y tiempo)

Para el análisis del impacto de las acciones, se recurrió al conocimiento y la experiencia de expertos institucionales que bajo su juicio fueron asignando su relevancia para la adaptación del departamento. Para la medición de su factibilidad, se enmarco dentro de los aspectos técnicos y financieros, para ello también fue necesaria el conocimiento de los participantes institucionales que con su buen juicio fueron indicando la posibilidad de implementación, a la luz de estos dos criterios y por último su prioridad, lo cual definió el tiempo en que debería ser abordada, ligada al impacto provocado por el factor contribuyente, de tal forma que se plantea desde el corto al mediano plazo como categoría para asignar su prioridad.

3.5.5 Marco programático para el primer quinquenio de implementación del PDACC

El marco programático para el primer quinquenio establece resultados, acciones, metas de la acción, indicador, el primer quinquenio (en años), medios de verificación, responsables y corresponsables. Su elaboración se realizó a partir del análisis de la estrategia que viene vinculada al factor contribuyente, mediante este análisis se determinó un resultado, el cual indica el cambio o impacto esperado en el tiempo, haciendo una desagregación de éste, se identificaron las acciones como son categorías que permitirán desde lo operativo, transitar por la ruta del resultado y llevarlo a una meta, la cual será medida por un indicador, que será monitoreado y evaluado en el primer quinquenio.

Como todo proceso de planificación, es importante hacer evidente o mejor dicho establecer la evidencia por lo que también se enfatiza en la importancia de indicar los medios de verificación para el seguimiento y evaluación. No obstante, lo anterior fue de gran importancia indicar de acuerdo con las competencias a los responsables institucionales, así como otras partes interesadas y que pueden tener corresponsabilidad en esta acción planteada en el plan.

4. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS RELEVANTES

El cambio climático es un fenómeno que afecta a las naciones, Guatemala es particularmente vulnerable a sus impactos. Se prevé que en el futuro el país deba soportar una carga desproporcionada por el aumento de la magnitud y periodicidad de fenómenos naturales. El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) es un instrumento derivado de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), el cual presenta directrices que deben ser actualizadas constantemente de acuerdo con los hallazgos de las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático.

A pesar de este progreso, el país se enfrenta a importantes barreras para poner en práctica acciones que contribuyan en la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático a nivel de territorio. En consecuencia, las regiones más vulnerables a los eventos climáticos en Guatemala no se están adaptando lo suficientemente rápido, exponiendo grandes sectores de la población del país a desastres prolongados e intensos inducidos por el clima. A través del programa preparatorio para el Fondo Verde del Clima “Fortalecimiento de los procesos nacionales de planificación para la adaptación al cambio climático”, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y Rainforest Alliance (RA) han desarrollado una serie de evaluaciones históricas para que el país cuente con información sobre vulnerabilidad climática tanto a nivel nacional como departamental.

La vulnerabilidad al cambio climático es el grado, nivel o medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Ésta está en dada en función del carácter, magnitud e índice de la variación climática a la que se expone el sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptarse (IPCC 2001, Decreto 7-2013). Desde su primera definición en 2001 la comprensión de la vulnerabilidad se ha hecho cada vez más compleja, y se considera dinámica y específica hacia un contexto (Oppenheimer, 2014). Para la comprensión de la vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala se hace necesario conocer el grado de exposición de los distintos sistemas, establecer en qué grado estos sistemas pueden ser afectados por las amenazas climáticas y evaluar la capacidad de respuesta con que se cuenta. (Carrera, 2019)

El primer paso para realizar dichas evaluaciones ha sido identificar los niveles de exposición a eventos climáticos, así como a las amenazas que se generan a partir de éstos; este proceso se realiza tanto para condiciones actuales, como para aquellas derivadas de los efectos del cambio climático en los próximos 30 años. Posteriormente se han evaluado las condiciones de sensibilidad, considerando el impacto que el cambio climático podría presentar en los sistemas productivos del país, así como la escasez hídrica que podría derivarse tanto a partir de las reducciones en precipitaciones, como por el incremento de la población. Finalmente, la capacidad adaptativa es evaluada a partir de elementos sociales, ecológicos y económicos. Todas estas variables han sido evaluadas tanto a nivel individual, como de una manera

integrada, contándose con indicadores específicos (ej.: índice de exposición a inundaciones) e indicadores integrados (ej.: índice de exposición climática).

El presente documento presenta los resultados de un análisis que parte desde las variables climatológicas, como una base para el modelamiento de amenazas climáticas, pasando por los modelos de exposición, los insumos que permiten estimar la sensibilidad del sistema, las condiciones que favorecen la formación de resiliencia, y finalmente la integración de estos indicadores para contar con un índice de vulnerabilidad al cambio climático.

4.1. Variables climatológicas

4.1.1. Actualización de información climatológica

Se han generado modelos espaciales sobre variables meteorológicas como precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias. La información ha sido compilada de las estaciones del Instituto de Sismología Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que cuentan con un registro histórico y que permite un análisis más completo sobre la variabilidad y el cambio climático.

A nivel general el país presenta una temperatura media de 22°C, aunque dada la variabilidad de microclimas que se identifican en el país se pueden observar cambios considerables en distintas zonas geográficas; por ejemplo, en el departamento de Totonicapán la temperatura media se ubica en 15°C, mientras que, en el departamento de Retalhuleu, la temperatura media oscila cerca de los 28°C. En términos de precipitación en el país se reporta anualmente un promedio de 1,975mm de lluvia, aunque en la zona costera del departamento de San Marcos se identifica puntos que podrían recibir solamente 520mm anuales, mientras que, en el norte de Huehuetenango, la zona con mayor precipitación recibe anualmente 6397mm. Estas amplias variaciones también indican la variación en términos de amenazas climáticas a que podrían estar expuestos los distintos departamentos, por lo que se ha realizado un análisis específico.

Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son proyecciones sobre los posibles cambios que podrían observarse y no deben ser entendidos como un pronóstico. En Guatemala se han evaluado distintos escenarios desde el año 2001, en el marco de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARN, 2001). En el año 2015 para la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático se construyeron los modelos basados en el cuarto reporte del IPCC (MARN, 2015). Para el año 2019 el INSIVUMEH presentó los escenarios basados en el quinto reporte de evaluación del IPCC, que se basan en el forzamiento radiativo a partir de caminos representativos de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (García, 2019). Recientemente la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) ha publicado un análisis de variaciones en precipitaciones y temperaturas basado en el comportamiento de datos observados en el período de estudio. (Rivera, Ochoa, & Salguero, 2020)

Estos escenarios muestran patrones similares en el comportamiento incremental de la temperatura hasta mediados del siglo XXI, mientras que las mayores diferencias se observan

hacia el final del siglo. En términos de precipitación, se identifican reducciones de hasta el 10% anual, de acuerdo con el escenario que se utilice. En la mayoría de estos escenarios se observa una reducción considerable de precipitación en los primeros meses de la estación lluviosa y un incremento en la precipitación en los últimos meses de la misma estación. Para evaluar la vulnerabilidad a la que podrían enfrentarse el país y cada uno de sus departamentos en los próximos años, se hace necesario identificar las características temporales a las que se podría estar expuesto de acuerdo con las distintas proyecciones.

De acuerdo con el INSIVUMEH (2019), los escenarios presentan distintos modelos en los que podría comportarse el clima en Guatemala, con tendencias predominantes hacia el escenario RCP_8.5. Cualquiera que sea el escenario de cambio climático seleccionado, vale la pena mencionar que en el período 1990-2019, la temperatura media del país se ha incrementado en 0.5° respecto al período 1960-1990. La tendencia en el crecimiento de la temperatura para el período 2040-2069 se ubica entre 1.5 y 2.4°C; asimismo, en todos los escenarios climáticos se proyectan cambios en los patrones de precipitación con reducciones en la primera parte de la estación lluviosa e incrementos en los últimos meses de dicha estación.

Considerando que la planificación a largo en el país ha sido limitada, se ha elegido utilizar el Escenario RCP_8.5, considerando que las tendencias climatológicas actuales muestran un comportamiento muy cercano a lo planteado en dicho escenario. Asimismo, si a nivel global se dan los esfuerzos de mitigación que permitan un menor forzamiento radiactivo, estos cambios serían apreciables hacia finales del Siglo XXI. Se utilizaron los modelos integrados por el equipo de la USAC considerando que integran 33 modelos estadísticos, proporcionando información estadísticamente sólida, mientras que proveen resolución de 1km².

Proyecciones de Cambio Climático

Tomando la base de la actualización de la información climática y el escenario de cambio climático identificado para realizar este ejercicio, se desarrollaron modelos climáticos de cobertura geográfica para el país, identificando los cambios proyectados para el período 2040-2069. Para el período en mención se espera que el país presente una temperatura media de 24°C, y dada la variabilidad de microclimas se observen cambios considerables en distintas zonas geográficas; las zonas más frías permanecerán en el departamento de Totonicapán, aunque la temperatura media superaría los 17°C, mientras que, en el departamento de Retalhuleu se seguirían identificando los puntos más cálidos, pero con una temperatura media que superaría los 30°C. La tendencia de la precipitación a su disminución y se espera que en el país se identifique anualmente un promedio de 1,811mm de lluvia, las zonas más secas del se identificarían en el departamento de Zacapa con puntos que podrían recibir solamente 583mm anuales; la zona con mayor precipitación se mantendría en el norte de Huehuetenango, aunque recibiendo 5,814mm anuales.

4.1.2. Amenazas climáticas

Se identificaron nueve amenazas vinculadas a eventos climáticos y por lo tanto sujetas a variar según los impactos del cambio climático siendo estas: extremos de lluvia, sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra, ciclones tropicales, olas de calor, frentes fríos, heladas e incendios

forestales. Para los extremos de lluvia, sequías, olas de calor, frentes fríos y heladas se desarrollaron modelos espaciales a nivel nacional, mientras que, para los ciclones tropicales, incendios forestales, inundaciones y deslizamientos de tierra se generaron estadísticas con desagregación a nivel departamental.

Extremos de lluvia

La amenaza de un extremo de lluvia identifica la probabilidad que un día registre el máximo de precipitación diario registrado para una zona específica. Las principales amenazas para este fenómeno se identifican en la costa sur y boca costa, así como en la franja transversal del norte y zonas del departamento de Izabal asociadas a lluvias provenientes del Mar Caribe. El departamento más amenazado por este fenómeno es Suchitepéquez, tanto bajo las condiciones actuales como bajo el escenario de cambio climático.

Sequías meteorológicas

Actualmente se identifican altos niveles de esta amenaza en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso y Baja Verapaz; asimismo en la zona Sur de San Marcos, Retalhuleu y Suchitepéquez, como la zona central de Petén se identifican áreas que pueden ser amenazadas por este fenómeno. Para los próximos 30 años las zonas de con niveles de amenaza alta y muy alta de este fenómeno se extienden al departamento de Guatemala, Chimaltenango, Totonicapán, el Centro de Quiché el sur de Huehuetenango; asimismo, la zona norte de Petén se vería afectada por este fenómeno.

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 últimas tendencias identifican una alta incidencia de ciclones tropicales formados en el Océano Pacífico, lo que incrementa el nivel de exposición de los departamentos costeros a este tipo de fenómenos. A partir de las estadísticas históricas se identifica que los departamentos más expuestos al impacto de los ciclones tropicales son Petén e Izabal, mientras que, de acuerdo con la tendencia incremental de este tipo de fenómenos, se observa que en los próximos 30 años se podrían tener altos niveles de amenaza también en los departamentos de Alta Verapaz, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla.

Inundaciones

La amenaza de inundaciones se determina a partir de número de inundaciones reportadas por Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (SIMICEDE) de la Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres (CONRED) y la evaluación de zonas susceptibles a inundaciones. A partir de las estadísticas históricas se identifica que los departamentos más expuestos a esta amenaza son Escuintla, Suchitepéquez, Quiché, Petén, Izabal, Guatemala y Alta Verapaz; sin embargo, de acuerdo con las tendencias de variación en los patrones de precipitación, para el período 2040-2069, los departamentos más expuestos a esta amenaza serían Huehuetenango, Alta Verapaz, San Marcos, Suchitepéquez, Chimaltenango y Escuintla.

Deslizamientos de tierra

La amenaza de deslizamientos de tierra se determina a partir de número de deslizamientos reportados por Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (SIMICED) y el área susceptible a este tipo de evento en cada departamento. Actualmente los departamentos más amenazados por este tipo de evento son Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Sacatepéquez, Guatemala y El Progreso. Considerando que este tipo de amenaza está altamente ligado a las precipitaciones cuya tendencia es a disminuir, la cantidad de departamentos altamente amenazados por este tipo de fenómeno disminuye según el escenario de cambio climático. De acuerdo con esta proyección, los departamentos más amenazados serían Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, San Marcos, Sololá y Guatemala.

Olas de Calor

Se identifica una ola de calor cuando la temperatura máxima excede el percentil 90 durante 6 o más días consecutivos. Utilizando el modelo de temperaturas máximas diarias se detectaron los umbrales de ocurrencia de olas de calor y la probabilidad de ocurrencia. Actualmente se identifica que las zonas más amenazadas se ubican en los departamentos de Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu, en la costa Sur; por otro lado, Izabal tiene un alto nivel de amenaza por este tipo de fenómenos, así como parte de los departamentos de Zacapa, El Progreso, y la zona central de Petén. Considerando la tendencia en el incremento de temperaturas para los próximos 30 años esta amenaza se incrementa para casi todo el departamento de Petén, el Norte de Alta Verapaz y Quiché, así como a zonas de los departamentos de Guatemala y Baja Verapaz.

Heladas

Las heladas meteorológicas suelen ocurrir en Guatemala entre los meses de noviembre y febrero, usualmente por la noche cuando la temperatura baja de los 0°C. Totonicapán, el departamento con temperaturas medias más bajas actualmente es el más amenazado por este tipo de fenómeno, aunque también se identifican probabilidades de ocurrencia en Sololá, San Marcos, Sacatepéquez, Quetzaltenango, Huehuetenango y Chimaltenango. Dado el incremento tendencial de temperaturas, para los próximos 30 años se estima que este tipo de fenómenos se reducirá y la principal amenaza se observaría en el departamento de Huehuetenango.

Frentes fríos

Son masas de aire polar que al entrar en contacto con masas de aire cálido forman sistemas de alta presión. En Guatemala, estos se dan principalmente en el período de octubre a febrero. Actualmente Petén, al encontrarse en el extremo norte del país, es el departamento más expuesto a este tipo de eventos, aunque también, se identifican altos niveles de amenaza en Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz e Izabal. Dadas las condiciones esperadas de incrementos en la temperatura global, se estima que esta será una amenaza que irá en decremento, por lo que para los próximos 30 años serán estos mismos departamentos los impactados por este tipo de fenómeno, los índices de exposición se reducen considerablemente, pasando de un nivel de amenaza "muy alto" a uno "alto".

Incendios forestales

Los incendios forestales son considerados un impacto climático en distintas latitudes. Aunque en Guatemala sus orígenes podrían estar ligados a otro tipo de fenómenos, en algunos casos su

extinción o propagación podría estar vinculada a fenómenos climáticos. En ese sentido se considera a los incendios forestales como una amenaza, pero en menor grado. De acuerdo con las estadísticas históricas de incendios forestales, actualmente los departamentos mayormente expuestos son Petén, Quiché, Baja Verapaz y Jalapa; por otro lado, en el escenario de cambio climático, dada la variación en los patrones de temperaturas, se identifica que los departamentos de oriente como Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y Zacapa, podrían tener altos niveles de exposición, así como Guatemala, El Progreso y Baja Verapaz en la zona central, y Totonicapán en el altiplano occidental.

4.1.3. Sensibilidad climática

Para evaluar la sensibilidad climática se consideraron los aspectos productividad agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos. Se utilizaron los rendimientos de granos básicos (maíz y frijol) considerando que éstos son producidos en los 22 departamentos y se cuenta con un registro histórico que permite evaluar variaciones de acuerdo con las condiciones climáticas. La sensibilidad hídrica considera la oferta hídrica superficial y la demanda de la población, considerando que, si la demanda excede el 40% de la oferta, se podría aproximar un posible conflicto dada la escasez del bien.

Sensibilidad en la producción de maíz

Históricamente, a nivel nacional se han observado rendimientos promedio de 29.4qq/mz, aunque los mayores rendimientos se identifican en Escuintla donde la producción alcanza hasta 68qq/mz. Por otro lado, en el departamento de Zacapa se identifican los rendimientos más bajos para este cultivo con 15.5qq/mz. Bajo un escenario de cambio climático, el rendimiento en el cultivo de maíz tendería a disminuir en 10 departamentos, mientras que en 12 de éstos se incrementaría la productividad dadas las altas temperaturas. Escuintla sería también el departamento más productivo y menos sensible, pues se estima que los rendimientos se incrementarían a 71.1qq/mz; Retalhuleu sería el departamento que mayores reducciones experimentaría pasando de rendimientos de 42.5 a 39.3qq/mz, mientras que en Zacapa se observarían los menores niveles de productividad con 15.3qq/mz.

Sensibilidad en la producción de frijol

La producción de frijol que suele hacerse en asocio con el cultivo de maíz es relativamente menor a nivel nacional. A nivel nacional se tiene un rendimiento promedio de 10.1qq/mz, identificando la productividad más alta en el departamento de Petén con 20.3qq/mz; por otro lado, los menores rendimientos se ubican en el departamento de Totonicapán con un promedio de 3.4qq/mz. Bajo el escenario de cambio climático la tendencia de rendimientos en este cultivo se reduciría en todos los departamentos hasta llegar a un promedio nacional de 8.6qq/mz. El departamento de Santa Rosa vería las mayores reducciones bajando su rendimiento de 14.0 a 10.8qq/mz; los menores rendimientos se observarían en el departamento de Quiché donde se obtendría un promedio de 2.8qq/mz.

Sensibilidad hídrica

Para el año 2018 el país contaba con una población de 14.9 Millones de habitantes, los cuales demandaban anualmente 1,087 Millones de m³ de agua, lo que representa el 35% de los 3,073 Millones de m³ de aguas superficiales disponibles en el país; esto indicaría una necesidad del ordenamiento de la oferta y la demanda y asignar inversiones que aseguren la eficiencia en el aprovechamiento del recurso. El departamento con mayor presión sobre el recurso es Guatemala en el que la demanda supera en 77% la oferta de aguas superficiales; por otro lado, el departamento de Petén, con la menor densidad poblacional, demanda únicamente el 5% de la oferta del recurso.

En una proyección hacia el año 2050, la presión sobre el recurso hídrico se incrementa considerablemente, pues se estima que para ese año la población del país superará los 20.7 Millones de habitantes, mientras que la oferta superficial del recurso hídrico se reduciría por efecto del cambio climático. Bajo este escenario, la demanda hídrica representaría el 71% de la oferta de aguas superficiales con una urgencia en la gestión del recurso pues su escasez podría representar un factor limitante en el desarrollo. Para este período la mayor brecha a nivel departamental se mantendría en el departamento de Guatemala, aunque para ese entonces la demanda triplicaría la oferta superficial; situación totalmente distinta se observaría en el departamento de Petén, donde la demanda representaría el 8% de la oferta de aguas superficiales.

4.1.4. Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa, se entiende como el proceso de ajuste que deben realizar los elementos de un sistema para enfrentar los impactos adversos, en este caso, del cambio climático y que permitirán moderar los daños o bien aprovechar las oportunidades que se puedan presentar. La capacidad de adaptación ante el cambio climático puede provenir de aspectos sociales, económicos o ecológicos.

En el marco de esta evaluación se ha considerado en términos ecológicos los servicios ecosistémicos proporcionados principalmente por la cobertura forestal. En términos económicos se han considerado las evaluaciones de pobreza y los niveles de ocupación. Finalmente, en términos sociales se han considerado los niveles de alfabetismo en mujeres mayores de 15 años, la disponibilidad de tubería de agua en las viviendas, la conexión a red de drenajes, la gestión de desechos sólidos y el índice de hacinamiento, todos estos valores son subcomponentes del índice de inseguridad alimentaria nutricional que ha sido utilizado por diversas instituciones del país para determinar la vulnerabilidad de la población; adicionalmente se consideró el índice de participación ciudadana como un elemento que permite la consolidación del tejido social entre comunidades y autoridades locales.

Pobreza extrema

En términos de cambio climático, se considera que la capacidad económica de una población estaría directamente relacionada con sus oportunidades para enfrentar efectos adversos. En este sentido, de acuerdo con la última Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) se estima que 59% de la población del vive en condiciones de pobreza, mientras que 23% vive en condiciones de extrema pobreza. En el departamento de Guatemala se identifican los menores niveles de pobreza extrema con 5.4% de la población viviendo en estas condiciones; en el otro extremo se encuentra el departamento de Alta Verapaz, donde 53.6% de la población vive en condiciones de pobreza extrema.

Educación

En términos de capacidad adaptativa, se ha evaluado la proporción de mujeres mayores de 15 años que leen y escriben; la capacidad de la lecto-escritura es una condición habilitante para el mejor desempeño de las personas en términos de participación ciudadana, de comunicación y organización; así como para mejorar el de acceso a la información y a la tecnología, y en ese sentido dota a las personas de habilidades para tomar mejores decisiones. Centrar la mirada del indicador en mujeres es visibilizar la desigualdad y la exclusión, como factores que limitan la capacidad de adaptación al cambio climático. El departamento de Guatemala es el que mejores índices presenta para este indicador con 92% de mujeres mayores de 15 años que leen

y escriben, mientras que en Quiché se identifica el extremo opuesto donde solamente 57% de este grupo poblacional lee y escribe.

Hacinamiento

Se considera que un hogar está bajo condiciones de hacinamiento cuando hay más de tres personas por dormitorio. Es un indicador de las posibilidades que las familias tienen de realizar procesos de ajuste a sus viviendas ante el clima y sus efectos; además, este indicador está relacionado directamente al índice de saneamiento y al índice de inseguridad alimentaria y nutricional. Se identifica que el departamento de Guatemala tiene los menores índices de hacinamiento con 26% de hogares bajo estas condiciones, mientras que en el departamento de Alta Verapaz se encuentra el índice más elevado con 65% de hogares en condición de hacinamiento.

Participación ciudadana

La cohesión social es resultado no solo de condiciones para la actuación colectiva, sino del sentido de pertenencia que desarrollan las personas, así como del grado de solidaridad que una comunidad/sociedad expresa; en lo que respecta a la adaptación al cambio climático se deben considerar acciones colectivas tales como la restauración y conservación de bosques, limpieza y cuidado de las fuentes de agua, entre otras, de ahí la importancia de este indicador. En Guatemala, se cuenta con el índice de participación ciudadana¹ para evaluar la estructura organizativa como una de las dimensiones de la cohesión social a nivel local y se integra a nivel departamental. Este índice considera la representatividad de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) ante el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE), así como la vinculación de las autoridades municipales con la población. El departamento de Alta Verapaz presenta los mayores índices de participación ciudadana con un índice de 0.73, mientras que en Sololá se identifican los menores índices de participación con un promedio departamental de 0.42.

Servicios ecosistémicos

Para un análisis a nivel nacional se ha considerado la cobertura forestal como indicador de servicios ecosistémicos, sobre todo considerando su importancia para la regulación del ciclo hidrológico, especialmente si se considera que la presión sobre los recursos hídricos se incrementa de forma sistemática sostenida (Ver: sensibilidad hídrica párrafos supra). En este sentido, al año 2016, el país contaba con cobertura en 33% de su territorio. A nivel de departamento, Petén presenta la mayor cobertura con 43% de su territorio cubierto por bosques, mientras que Jutiapa presenta la menor cobertura con solamente 4% de su territorio con cobertura forestal.

Conexión a red de agua

Se considera que a medida que los hogares tienen conexión a una red de agua, éstos podrían mejorar sus capacidades de adaptación al cambio climático; esto estará vinculado también a la disponibilidad y calidad del recurso. Actualmente no se cuenta con estadísticas que permitan evaluar a detalle la disponibilidad y calidad, por lo que se utiliza solamente el indicador en su nivel más amplio. Bajo este contexto, el departamento de Sacatepéquez presenta los mayores índices de cobertura con 90% de hogares con conexión a una red de agua; condiciones totalmente distintas se identifican en el departamento de Alta Verapaz, que es el que menores índices de cobertura reporta con solamente 28% de hogares en todo el departamento con conexión a una red de agua.

Conexión a red de drenajes

¹ Este índice es generado por Segeplán a partir de la evaluación del desempeño municipal. El índice incluye información de 8 indicadores que dan cuenta de los procesos organizativos comunitarios y del nivel municipal.

Contar con una red de drenaje constituye un elemento de protección ante las lluvias excesivas, además de que constituyen mecanismos para el tratamiento de las aguas servidas; se evitan inundaciones, se reduce la contaminación, etc. estas condiciones y otras vinculadas con la promoción de la salud, permiten a la población tener mejores condiciones para adaptarse al cambio climático. Dado que en Guatemala no se cuenta con registros sistemáticos sobre las redes de drenajes y sus condiciones, se ha optado por utilizar el dato que se reporta tanto en los censos como en las encuestas de condiciones de vida: hogares que tienen inodoro con conexión a drenaje. De acuerdo con la información disponible, Sacatepéquez es el departamento que mayor índice de cobertura reporta con 85% de los hogares, mientras que Petén es el departamento con menor cobertura, en el que solamente el 5% de los hogares tiene conexión a una red de drenaje.

Gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos ha sido abordada de forma más exhaustiva en el ámbito de la mitigación del cambio climático, sin embargo, en materia de adaptación también tiene importancia, pues constituye un mecanismo para el cuidado de otros recursos naturales, especialmente de las fuentes de agua, a donde suelen llegar dichos residuos; de igual forma, la mala gestión de la basura se ha relacionado como factor contribuyente a las inundaciones en zonas urbanas. Es por lo que la forma en que un hogar dispone de sus residuos sólidos está vinculada al índice de saneamiento ambiental; por lo tanto, se ha considerado que aquellos hogares en los que se quema los residuos sólidos cuentan con menores capacidades de adaptación. El departamento de Sacatepéquez reporta la menor proporción de hogares que realizan esta práctica con 8%, mientras que en Petén se reporta el índice más elevado con 79% de hogares que incinera a cielo abierto sus desechos sólidos.

Ocupación

El índice de ocupación fue considerado para evaluar la capacidad de adaptación de la población, pues a medida que la población económicamente activa (PEA) se encuentre ocupada en un empleo se puede asumir que es posible acceder a recursos económicos que favorezcan sus condiciones. Aunque la información reportada por el último censo presenta información general y subjetiva, en la que no se tiene detalle sobre el tipo de ocupación, ya sea formal o informal, es preferible visibilizar esta información que presenta variaciones mínimas a nivel departamental. En este sentido, el mayor índice de ocupación se reporta en el departamento de Sololá en el que 99% de la PEA reportó estar ocupada, mientras que en el departamento de Escuintla se tiene el menor índice de ocupación con 95% de la PEA.

Departamento de Totonicapán

En un contexto nacional, Totonicapán tiene un nivel de amenaza muy alta ante el fenómeno de sequías. Respecto a extremos de lluvia, su nivel de amenaza es baja; se espera que con el cambio climático la amenaza de extremos de lluvia en el departamento sea baja.

Los ciclones tropicales son un fenómeno que ha afectado al departamento de forma moderada, y de acuerdo con las perspectivas de cambio climático, su tendencia indica que en los próximos años la amenaza por este tipo de fenómenos será moderada en comparación con otros departamentos. Los deslizamientos de tierra actualmente afectan al departamento en una magnitud moderada; aunque con el impacto del cambio climático esta magnitud pasaría a ser moderada en comparación con el resto del país. Históricamente las inundaciones han afectado a Totonicapán de forma baja siendo el departamento número 15 de 22 en el país en ser afectado por este fenómeno; se espera que, con las variaciones en los patrones de precipitación, el departamento en los próximos 30 años sea amenazado por este fenómeno de forma baja.

Se ha evaluado también la exposición ante olas de calor, que se identifican como períodos de tiempo en que la temperatura máxima excede el percentil 90 durante 6 o más días consecutivos. Actualmente Totonicapán tiene una amenaza baja ante este fenómeno; bajo un escenario de cambio climático, en el que la temperatura tiende a incrementarse, esta amenaza sería baja. Respecto a los incendios forestales, las estadísticas históricas indican que este fenómeno ha afectado de forma alta en el departamento; se prevé que, con las variaciones en precipitación y temperatura, en un escenario en el que no haya variaciones de gestión, la amenaza sea muy alta en el escenario de cambio climático, en comparación con el resto del país.

La integración de estas variables, bajo el método de ponderación jerárquica establecido, ubica al departamento con un nivel de exposición baja, con tendencia a que en los próximos 30 años. Para evaluar la sensibilidad climática se consideraron los aspectos productividad agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos. En términos de productividad en el cultivo de maíz, en el departamento de Totonicapán históricamente se ha reportado un promedio de rendimientos de 24.4qq/mz, valor que aumentaría en 4.4% de acuerdo con la tendencia de cambio climático. Para el cultivo de frijol se cuenta con registros históricos de rendimientos promedio en 3.4qq/mz; para este cultivo el rendimiento disminuiría en 1.4% bajo un escenario de cambio climático en el que las condiciones de tecnología y gestión no varíen.

La sensibilidad hídrica es uno de los temas más complejos a nivel nacional bajo el escenario de cambio climático. Actualmente el departamento, con cerca de 420,000 habitantes, el 62% del total de la oferta hídrica superficial. Esta presión sobre el recurso hídrico tiende a incrementarse en una proyección hacia los próximos 30 años, en los que la precipitación tiende a reducirse y la población a incrementarse. Para el año 2050, cuando la población se acerque a los 580,000 habitantes, se espera que la demanda del recurso supere en 19% la oferta hídrica superficial.

La combinación de estas variables a través del método de ponderación jerárquica muestra al departamento de Totonicapán con un índice de sensibilidad moderado en las condiciones actuales, el cual se mantendría en los próximos años en comparación con el resto del país, aunque sus indicadores muestran una tendencia a variar.

5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO

5.1. Dinámica de población y conformación territorial (política y administrativa)

El departamento de Totonicapán está ubicado en el altiplano occidental de Guatemala, región VI Suroccidente. La cabecera departamental del mismo nombre se encuentra a 1998 kilómetros de la capital por la carretera interamericana. Su extensión es de 1,061 km² y su altitud es de 2,495 metros (en la cabecera departamental) sobre el nivel del mar con latitud 91 o 21° 38' '' y en latitud norte 14° 54' 39''. El departamento está ubicado en una de las ramificaciones de la Sierra Madre con las montañas Cuxniquel y Campanabaj entre las que más sobresalen.

Totonicapán colinda con el departamento de Huehuetenango al noroccidente, con el departamento de Quetzaltenango al occidente, con el departamento de Sololá al sur y con el departamento de El Quiché al oriente.

La carretera interamericana atraviesa el departamento lo que facilita la comunicación entre los municipios y otras cabeceras departamentales como Huehuetenango y Quetzaltenango; esto es un elemento clave en la dinámica económica departamental y de toda la región. A lo interno del departamento la red de carreteras conecta a San Andrés Xecul con Quetzaltenango y más recientemente se construyó una carretera que conecta la cabecera departamental con el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, a la altura de la cumbre de Alaska en el Kilómetro 170, de la ruta interamericana.

Los ocho municipios del departamento cuentan con tierras altas. Las cabeceras de los municipios están ubicadas entre los 1980 ms.n.m hasta los 2620 ms.n.m. La superficie de los municipios de ms.n.m que va desde 27 a 328 km como se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Altitud y extensión de municipios departamento Totonicapán

	Municipio	Altitud (ms.n.m)	Superficie (Km ²)
1.	Santa Lucía la Reforma	1980	136
2.	San Bartolo	2125	27
3.	Momostenango	2204	305
4.	Santa María Chiquimula	2130	80
5.	San Francisco el Alto	2620	132
6.	Totonicapán	2495	328
7.	San Cristóbal	2330	36
8.	San Andrés Xecul.	2435	17

Fuente: Estudio de potencial económico y propuesta de mercado territorial de la cuenca del río Samalá. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IDIES) de la Universidad Rafael Landívar. 2006.

5.2. Antecedentes del proceso de Planificación en Totonicapán

De acuerdo con el Plan Departamental de Desarrollo de Totonicapán (PDD), en el departamento se inició la planificación con la *Agenda Departamental de Desarrollo* generada en el Consejo Departamental de Desarrollo Urbano y Rural (CODEUR) del año 2003. En ese mismo año se generó la Estrategia de Reducción de la Pobreza en el departamento de Totonicapán bajo la conducción de SEGEPLAN.

Por otra parte, sectorialmente, se elaboró la Estrategia del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) para el desarrollo de la Agricultura Ampliada, la creación de las oportunidades rurales que se estableció como un modelo específico en el departamento del año 2008 al año 2011. En ese marco el MAGA elaboró un diagnóstico para sustentar la estrategia.

El mismo documento informa, como precedente de los procesos de planificación en el departamento, los textos siguientes:

- Plan Estratégico comunitario para el manejo de los recursos naturales del municipio de Totonicapán. (2007 -2011).
- Agenda política mínima departamental de Totonicapán, y agendas municipales 2008. Impulsada por el Consejo Departamental de Organizaciones de Desarrollo social OXLAJUU AJ.
- Estudio de mercado en Santa María Chiquimula, desarrollado en el año 2009, por SERJUS.
- Detección de necesidades de capacitación de los micro, pequeños y medianos empresarios del área urbana de los municipios del departamento de Totonicapán, elaborado por Luis Ortiz en el 2003.

5.3. Planes de desarrollo existentes en el departamento de Totonicapán

Además del Plan de Desarrollo Departamental de Totonicapán 2011- 2025, en los años 2016 al 2018 se actualizaron los Planes de Desarrollo Municipal –PDM-, desarrollados en el año 2010 y 2011; la actualización los denomina como, *Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial 2019- 2032*, de los municipios de San Cristóbal Totonicapán, San Andrés Xecúl, Santa María Chiquimula, Momostenango, Santa Lucía la Reforma, San Bartolo Aguas Calientes. (SEGEPLAN)

En el proceso de actualización los PDM del departamento se alinearon al Plan Nacional de Desarrollo Katún, Nuestra Guatemala 2032 (PND) y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En los PDM actualizados se contemplan temas relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático tales como gestión del riesgo y manejo de recursos naturales.²

² En los PDM la mitigación y adaptación al *cambio climático* es considerada en la introducción cuando aborda el énfasis en el prevención y gestión del riesgo. Por otra parte, indican que: “no debe quedarse en la mitigación sino en “(...) los procesos de adaptación al cambio climático” (PDM Totonicapán); en el objetivo general como punto de llegada del proceso de planeamiento en los municipios, como parte de la dimensión ambiental, como parte del fortalecimiento del sistema de seguridad alimentaria y nutricional, como proyecto de capacitación y uso de tecnología al cambio climático y como eje en el manejo sostenible de los recursos naturales.

Particularmente, el Municipio de Santa Lucía la Reforma cuenta con un Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (PMACC) elaborado con el apoyo de Nexus Locales (USAID). La visión del plan es a 20 años y forma parte de alcanzar el desarrollo sostenible para el municipio en función de los posibles impactos generados por el cambio climático definiendo los responsables para iniciar las medidas de adaptación en el corto plazo (5 años).

Un dato importante, relacionado con la planificación y evaluación, de la gestión municipal es el ranking generado por SEGEPLAN donde los 341 municipios del país son evaluados en distintos indicadores. Los municipios de Totonicapán han sido rankeados en una *posición media baja* en el Índice de Gestión Financiera en cuatro mediciones: 2013, 2016, 2018 y 2019.³

Adicionalmente, en el año 2018, respecto al Indicador *Gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos*, todos los municipios del departamento fueron categorizados en un rango *bajo*.

En el *índice de servicios públicos* unos cuatro municipios fueron calificados *bajo* y cuatro municipios fueron calificado *medio -bajo*.⁴

5.4. Conformación geográfica y condiciones climáticas

Zonas de vida

El departamento de Totonicapán está ubicado en la región del occidente de Guatemala. Predominan dos zonas de vida: Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical⁵ y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical⁶. Al estar ubicado en tierras altas, la mayor parte del territorio hace que el clima en el departamento sea frío; la temperatura promedio en la cabecera departamental se estima en una mínima de 12° centígrados, pero, en los meses de noviembre a febrero se pueden alcanzar temperaturas de hasta -7° grados centígrados en tierras muy altas. La temperatura máxima promedio alcanza los 18° grados centígrados. Las variaciones en la temperatura ocurren en el 95% del departamento: en tierras muy altas entre 8 a 10° centígrados; en zonas altas de 10 a 14° centígrados y en las zonas más bajas de 14 a 18°.

Hidrografía

El departamento, al ser parte del occidente del país, forma parte de la vertiente del Atlántico – Golfo de México, la cuenca que forma el río Cuilco, que comparte con el departamento de Huehuetenango, tiene 1 microcuenca. El río Salinas tiene 24 microcuencas. En la vertiente de Atlántico- Caribe, El río Motagua 7 microcuencas. En la vertiente del Pacífico se ubica los ríos Nahualá y río Samalá con 3 y 24 microcuencas respectivamente. También es parte de la cuenca del lago de Atilán con una microcuenca.

La cuenca del río Ixcán que comparte con el departamento de Quiché tiene 65 microcuencas. La cuenca del río Nentón tiene 21 microcuencas. La cuenca del Río Pojóm tiene 21 microcuencas. La cuenca del Río Selegua tiene 63 microcuencas. La cuenca del Río Salinas tiene 53 microcuencas. En la Vertiente del Pacífico el departamento tiene las cuencas que conforman el río Xacbál con 4 microcuencas y el río Coatán con 3 microcuencas.⁷

³ Índice de Gestión Financiera. Ranking de Gestión Municipal. SEGEPLAN. 2018.

⁴ Índice de Servicios Públicos. Ranking de Gestión Municipal. SEGEPLAN. 2018.

⁵ Este tipo de bosque se describe con elevaciones que pueden variar de 1,500 a 2,400 ms.n.m. Las especies indicativas son: encinos, pino, ocote, cedro, alisos, duraznillo, mezcché, capulín y madrón. IDIES- URL. 2012. Guatemala.

⁶ Este tipo de bosque se describe con topografía accidentada y elevaciones que van de 1,800 a 3,000 ms.n.m. Temperatura de 12.5 a 18.6 °C. Las especies indicativas son: ciprés, ciruelo, canac, pino de las cumbres, pino triste, aliso, encino y lengua de vaca

⁷ Los datos de las cuencas del departamento fueron obtenidos del documento “Diagnóstico de la región de occidente de Guatemala”. MAGA. 2012. Guatemala.

Clima

La mayor parte del territorio es frío. Los municipios de Santa María Chiquimula y Momostenango poseen pequeñas extensiones de tierras templadas. La mayor parte del año en el departamento se forma vientos y neblinas y la precipitación pluvial va desde 1,000 – 1,500 mm anuales y la humedad relativa es de 8% con una evapotranspiración media de 4.5. De acuerdo con la *clasificación climática Thornthwaite* la mayor parte del departamento tiene una clasificación B´3D, es decir: Semi - frío – Sub- húmedo. (MINECO: Perfil Departamental Totonicapán, 2017).

5.5. Caracterización social de la población y de sus actividades económicas

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística la población de Totonicapán es de 418,569 (Censo de Población 2018). La tasa de crecimiento anual de la población, con base a los censos 1994, 2002 y 2018, es de 1.2% anua. El INE estima que la población en el año 2025 será de 521,475 y para el año 2030 de 553,183 habitantes.

A continuación, presentamos algunas de las características generales de la población del departamento de Totonicapán:

- El 98% de la población son mayas, K´iché, y el 2% son ladinos. Es por lo tanto, el departamento más homogéneo en cuanto a pertenencia étnica a nivel nacional.
- Más del 70% de la población es menor de 45 años. El 50% es menor de 30 años.
- El 43% de la población son hombres y el 53% mujeres.
- El 51% de la población viven en el área rural.
- La población económicamente activa es de 49% (Calculo a partir de los 15 años) de los cuales solamente el 1% está desocupada; el 70% de esta población hace trabajos en el hogar.
- El municipio con mayor población es la cabecera departamental con 103,952 habitantes y el municipio con menor población es San Bartolo con 10,612 habitantes.
- En el año 2014 se reportó que, 93% de la población era alfabetos. El índice de analfabetismo se calculó en 17.6, mientras que la tasa de escolaridad se ubicó en 90% en el nivel primario, la del nivel medio en 53% y diversificado solamente el 13%. (Caracterización departamental, Totonicapán, 2014).
- La edad mediana de la población, calculada en el año 2013 por el INE, fue de 16 años y con una tasa de fecundidad de 3.1.

El departamento de Totonicapán es uno de los más densamente poblados. Los municipios de mayor densidad poblacional son Totonicapán, San Francisco el Alto, San Cristóbal Totonicapán y San Andrés Xecúl. En estos municipios la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado es superior a los 400 habitantes (INE, proyecciones de población 2010).

En el año 2014 el Instituto Nacional de Estadística (INE), informó que el departamento de Totonicapán está en el tercer lugar con mayor severidad de pobreza a nivel nacional (53.7% en el año 2011); el 41.1% de la población está en situación de pobreza extrema (estando entre los 4 departamentos con más altos niveles).

En el plano económico de acuerdo con datos del INE 2017⁸, en el departamento se registraron 12,782 empresas, de las cuales 12,639 están clasificadas como microempresas.

⁸ INE. 2017. Memoria de Labores 2017. Guatemala.

La ENCOVI 2014, informó que en el departamento el 31% de la población está en condición de *población ocupada no asalariada*. El número de préstamos fue de 23,424 en el año 2013 que es el 0.3% del total nacional.

Con relación a la ocupación por género, para el 2014 se estimó que el 30% de las mujeres que trabajan en el sector agrícola tenían remuneración (ENCOVI, 2014). Por otra parte 32.8% de mujeres que dieron a luz recibieron asistencia profesional siendo el departamento con valores más bajos en este tema y un porcentaje similar es la cantidad de partos que fueron atendidos en hospitales y centros de salud.

De acuerdo con la ENCOVI 2014, la pobreza general en el departamento aumentó seis puntos porcentuales del año 2006 al año 2014 pasando de 71 a 77 por ciento. La situación es más difícil en este tema si se toma en cuenta que en ese mismo período de tiempo la pobreza extrema se duplicó pasando de 20 % al 41%.

Esto tiene consecuencias en agudizar negativamente las condiciones de vida de la población en situación de mayor vulnerabilidad. Por ejemplo, para el año 2014 el 83% de la población contaba con servicio de agua mejorada lo que contrasta con que solamente el 31% de la población tenía acceso a servicios de saneamiento mejorado.

Para el año 2020, la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) reportó que en el departamento hay 4,004 personas individuales y asociadas constituidas como contribuyentes en actividades relacionadas con el sector agropecuario. En estas actividades el 85% son productores y comerciantes de maíz, el 7 % se dedican a otros cereales y cultivos y solamente el 1% se dedica a la cría de animales combinado con otros cultivos.⁹

De acuerdo con el PDD de Totonicapán las actividades económicas de la población se concentran en la agricultura en un 25%, en el comercio en un 26%. Las pequeñas empresas generan 32% del empleo. En la cabecera departamental se concentra la mayor cantidad de actividades económicas. En los municipios de Momostenango sobresale la industria artesanal de textiles y San Francisco el Alto por la maquila y comercio. El resto de los municipios se dedican a la fruticultura, horticultura y comercio.¹⁰

De acuerdo con el INE la Población Económicamente Activa en el departamento asciende a 138, 202 personas y el 98% está ocupada (INE, 2018).

Con la siembra de maíz, frijol, ayote y otros granos la población garantiza temporalmente, la subsistencia alimentaria. Los cultivos mejor tecnificados son el de arveja china y hortalizas que cuentan con sistemas de riego en los municipios de San Cristóbal, Totonicapán, Momostenango y Santa María Chiquimula. También existe producción de frutas (naranja, limón, lima) en las zonas bajas de los municipios de Momostenango, Santa Lucía la Reforma, Santa Lucía la Reforma y San Bartolo Aguas Calientes. Todas estas son iniciativas privadas que, de acuerdo con el PDD, no están plenamente articuladas y no cuentan aún con planes competitivos para su potencial desarrollo.

Los servicios financieros en el departamento son prestados por siete bancos de cobertura nacional y seis cooperativas o asociaciones civiles de ahorro, crédito, emprendimiento colectivo o particular.

⁹ Contribuyentes Inscritos 2015- 2019. Superintendencia de Administración Tributaria SAT. 2020.

¹⁰ Plan Desarrollo Departamental, Totonicapán. 2011- 2025

5.6. Recursos Naturales

a) Suelo

El 100% del departamento está constituido por “Tierras Altas Sedimentarias” con suelos de ceniza volcánica (Ver Anexo 1). Estas tierras constituyen materiales rocosos propios de las partes altas en los departamentos del occidente del país. La profundidad en el departamento es media y profunda y de una fertilidad que va de media a regular baja. Por estas condiciones se clasifica como un territorio de vocación forestal y con un potencial de desarrollo agropecuario clasificado de la siguiente forma:

Tabla 2. Potencial de uso suelo departamento de Totonicapán

Potencial agropecuario	Municipios
Muy bajo	Santa Lucía la Reforma
Bajo	San Andrés Xecúl
Medio	San Bartolo, Momostenango, Santa María Chiquimula, San Francisco el Alto y Totonicapán
Muy alto	San Cristóbal Totonicapán.

Fuente: Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IDIES). Universidad Rafael Landívar.

De acuerdo con el MAGA, los municipios de San Andrés Xecúl y San Cristóbal tienen pendientes de tierra menores a 12% donde es posible desarrollar actividades agrícolas con prácticas de preservación de suelos; mientras que en el resto del departamento es medianamente posible desarrollar esas actividades.

Adicionalmente, respecto al suelo, predomina el *material parental* y por ello está catalogado como con buen drenaje (proveniente de cenizas volcánicas o andisoles) y en una estructura de relieve inclinado. El riesgo de erosión es clasificado como alto (Simmons y otros, 1959) por estar constituido por suelos sin capas endurecidas con una precipitación anual promedio que va de 500 a 1500 mm en todo el sistema montañoso del departamento.

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) por las condiciones climáticas, profundidad y altura la vocación del suelo en el 85% del departamento es forestal con suelos tipo VII y VIII. El 12% de la superficie posee clases tipos de suelo II, III y IV, en la cuenca del río Samalá, que pueden ser utilizadas para cultivos y el resto, 3% es de tierras con vocación pecuaria. (MAGA y SESAB, 2011)

De acuerdo con el Departamento de Estadísticas Socioeconómicas y Ambientales del INE, con información del MAGA, de los 1,061 kms² el territorio del departamento de Totonicapán se distribuye en ocho tipos de suelo. El 59% el suelo es clase VII (Para manejo de bosque, alto riego a degradación), el 12% es clase VI (Cultivos perennes y forestaría con manejo y conservación de suelos), el 5.66% es clase IV (Vegetación permanente y semipermanente), el 4.62% es clase III (cultivos limpios con manejo y conservación), el 1.41% es clase II (ligera limitación para cultivos agrícolas), el 1.13% es clase I (Sin limitaciones para la agricultura) y el mismo porcentaje es para la clase V (Vegetación permanente y especialmente ganadería) y suelos clase VIII (Aptas para conservación natural). (VER ANEXO II).¹¹

85% del suelo en Totonicapán es clasificado tipo VII y VII, es decir, con potencial forestal. Los tipos de suelo II, III y IV es el 12% del departamento que pueden ser utilizadas para explotación agrícola y se ubican en la cuenca del río Samalá. Las tierras para vocación pecuaria equivalen al 3.1%

¹¹ La información está registrada en el año 2010.

según el Estudio de potencial económico y propuesta de mercado territorial de la cuenca del río Samalá (IIDES- URL. 2012)

La cobertura del suelo y uso agrícola reportada en el año 2010 por el INE constituían 107,624 Has. La extensión utilizada para cultivos perenes se estimó en 46,994 Ha (43.67%), bosques 31,209 Ha (29%), pastos 20,840 Ha (20%), plantación forestal 5,568.3 (5%); infraestructura 1,941.4 Ha (1.80%). El suelo de aptitud forestal en el año 2001 se estimó en 26,133 has y de aptitud forestal productiva en 14,143 Ha. (Indicadores ambientales del departamento de Totonicapán).

b) Bosque

La cobertura forestal en Totonicapán se estimó en 39,578 hectáreas en el año 2016¹². Cerca de 15 mil hectáreas menos reportadas por INE en el año 2006. De acuerdo con el INAB, en el año 2016 se implementaron 786 proyectos de bosque natural manejados y protegidos a través de los incentivos manteniendo 3,050 hectáreas de bosque.

En 19 años (2000- 2018) se han registrado 741 incendios forestales que han dejado 5,860 hectáreas de bosque incendiado. Del año 2000 al año 2018 los siniestros de este tipo han mostrado una tendencia a la baja tanto en cantidad de incendios como en cantidad de bosque afectado.

c) Hidrografía y cuencas:

El departamento es cabecera de cuenca de los ríos Salamá, Salinas, Nahualate, Cuilco, Motagua y del Lago de Atitlán. Los ríos y cuencas del municipio son:

Tabla 3. Cuencas y ríos departamento Totonicapán

	Cuenca río Salinas
	Cuenca río Samalá
	Cuenca río Nahualate
	Cuenca río Motagua
	Cuenca lago de Atitlán
	Cuenca río Cuilco

Fuente: Estudio de potencial económico y propuesta de mercado territorial de la cuenca del río Samalá

El departamento tiene una riqueza natural por la cantidad de nacimientos que pueden ser utilizados para las actividades productivas agropecuarias. Los ríos menores, que conforman microcuencas que se conectan a los ríos mencionados son: Los Tuis, Chisaguijá, Pacabul, Xesuc, Xej, Xolcatá, Chimorral, Xantún y Juchanep en la cuenca del río Samalá. Xequijel y Sigual en San Andrés Xecúl. Pachac y Chirían en Santa María Chiquimula.

¹² SIFGUA. <http://sifgua.org.gt/Cobertura.aspx>. (Noviembre 2020).

De acuerdo con la misma fuente, para el año 2004, la tierra para aptitud hídrica en los siguientes se estimó de la siguiente forma:

Tabla 4. Capacidad del suelo de captación regulación hídrica en Totonicapán.

Clasificación	Has
Extensión de tierra con capacidad muy alta de captación y regulación hídrica	6,090
Extensión de tierra con capacidad alta de captación y regulación hídrica	0
Extensión de tierra con capacidad media de captación y regulación hídrica	29,944
Extensión de tierra con capacidad baja de captación y regulación hídrica	12,028
Extensión de tierra con capacidad muy baja de captación y regulación hídrica	3,105

Los ríos y cuencas tienen una relación directa con el régimen de lluvias en la región. En el occidente del país, de acuerdo con el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) la región de occidente, donde está ubicado el departamento de Totonicapán, se caracteriza por estar entre 800 a 1,200 mm de lluvia anual. (Variabilidad y Cambio Climático en Guatemala. INSIVUMEH: 2015).

Al igual que en todo el Istmo Centroamericano, la época de lluvia puede presentarse desde mayo a octubre con variaciones por los efectos del fenómeno del niño (que se atrasa en el inicio de la época lluviosa) o del fenómeno de la niña (que se adelanta). Estos dos fenómenos también interfieren en las canículas que, en la región del occidente del país, entre los meses de julio y agosto, ya que se acortan o alargan respectivamente.

5.7. El cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes

a) Eventos climáticos que han afectado el departamento

La exposición al cambio climático en el occidente del país, en los últimos 20 años, ha estado asociado a amenazas a la agricultura, infraestructura pública (carreteras y caminos vecinales), vivienda, incidencia de enfermedades en la población y afectados directos por deslizamientos, inundaciones o sequías.

Al respecto, según Bardales et al (2019), los eventos extremos climatológicos que han tenido lugar en el país y que alteraron la frecuencia de la temporada de lluvia en forma significativa en el altiplano de Guatemala son: STAN (octubre 2005), Agatha (mayo, 2010) y Depresión 12-E (octubre, 2011)". (Bardales, et al. 2019)

La CONRED reportó que el 41% de las 1254 comunidades afectada por el paso de la *tormenta Stan*, pertenecía a los departamentos de Sololá, Totonicapán y Chimaltenango. La tormenta provocó 679 personas fallecidas, 844 desaparecidos, 336 heridos, más de 495 mil personas damnificadas. Para el caso del departamento de Totonicapán, al 15 de noviembre del año 2005, se reportaron 6 comunidades afectadas, 5 fallecidos, 3440 damnificados.

Respecto a la *Tormenta Agatha* la CONRED reportó que en el departamento de Totonicapán fueron afectadas más de cinco mil personas. La cabera departamental y los municipios de San Cristóbal y San Andrés Xecúl fueron donde más personas estaban en riesgo, viviendas con daños severos o destruidos. El Departamento de Totonicapán es de los que más daños registraron a la red vial, puestos de salud, así como a cultivos (granos básicos) y a otros medios de vida por deslizamientos y derrumbes.

La Depresión Tropical E12 provocó daños en la producción agrícola de la cabecera departamental y del municipio de San Cristóbal. En la cabecera del departamento se evacuó a las personas cuyas viviendas se ubican cerca del río Paimut ya que su cauce alcanzó dos metros de altura por arriba de lo normal. Según informe de la FAO (FAO: 2011), en el municipio de San Cristóbal fueron afectadas 43 familias y más de 63 hectáreas de maíz. En el municipio de Santa Lucía la Reforma el reporte fue de 505 personas afectadas y 34 has de frijol y 51 has de maíz dañadas.

Respecto a la vulnerabilidad ante los eventos climáticos, para el año 2009, el IARNA encontró que el occidente del país está expuesto a heladas, inundaciones, sequías y derrumbes (deslizamientos). Totonicapán, al igual que Quetzaltenango, es de los departamentos que tienen tres tipos de amenaza simultánea. (IARNA-URL, 2009)

De acuerdo con el estudio mencionado, los departamentos con mayor amenaza de heladas son (de mayor a menor) Totonicapán, San Marcos, Sololá, Quetzaltenango, Huehuetenango y Quiché. (IARNA-URL, 2009)

En departamento de Totonicapán acontecen entre los meses de octubre a febrero (época fría) heladas en las tierras más altas;¹³ que afectan especialmente los municipios de Momostenango, Totonicapán, San Cristóbal, San Bartolo, San Andrés Xecúl, San Francisco El Alto y Santa María Chiquimula.

La vulnerabilidad ante estos dos tipos de amenazas en el departamento puede afectar severamente a segmentos de población que vive en situación de subsistencia, pobreza o pobreza extrema e incidir directamente en su economía por pérdidas de cosechas, semillas y alimentos. Además, pueden provocar cambio en su dieta agudizando la desnutrición crónica, reducir las fuentes de agua y productos boscosos, aumentar la latencia de la conflictividad social a crisis y provocar migración por sobrevivencia. Adicionalmente la frecuencia de eventos climáticos en las mismas zonas conlleva la ausencia de resiliencia al trastocar la estructura familiar y comunitaria.

El aumento de la temperatura, agudizándose en los años *niños*, provoca sequías prolongadas, este es otro evento climatológico que ha afectado en el occidente del país; especialmente en los últimos 20 años, ya que la temperatura anual promedio ha aumentado según reporte del INSIVUMEH. (VER ANEXO 2).

b) Resumen de los fenómenos atmosféricos relevantes y su tendencia histórica y prevista asociada al cambio climático

A partir del aumento de la temperatura, de acuerdo con diversos estudios se sostiene que el cambio climático afectará a nivel planetario en las próximas décadas y que el istmo centroamericano es de las regiones de mayor vulnerabilidad. Por esta razón, el impacto del cambio climático en las condiciones socio- ambiental en Guatemala serán de mayor impacto.¹⁴

Si la tendencia en el aumento de la temperatura permanece, las consecuencias provocarán cambios drásticos en los ecosistemas, ríos, cuencas y en todo aquello de lo que depende la vida social y económica. Uno de los impactos pronosticados de mayor relevancia es la escasez de

¹³ Las heladas, según el INSIVUMEH, acontecen en tierras con elevaciones de 1700 ms.n.m y de 23:00 a 7:00 horas.

¹⁴ Los escenarios de cambio climático a futuro indican que la temperatura podría incrementarse entre 0.5° C hasta 3.5° C para 2050 y hasta 6° C para fines de siglo en Guatemala. Se estiman disminuciones en la precipitación; así que, para finales del siglo, la disminución podría llegar a un 30 %. (Bardales, et al. 2019)

agua o sequía, en lugares donde en la actualidad aún es no- deficitaria podrían convertirse, por el nivel de evaporación en aumento exponencial en zonas áridas afectando los medios de vida de la población.

6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE TOTONICAPÁN

El cambio climático tiene impactos diferenciados sobre los diferentes sectores que conforman los sistemas socioeconómicos y naturales, así como sobre diferentes segmentos de la población. Para la evaluación de los impactos, se pueden realizar análisis de vulnerabilidad bajo diferentes enfoques y metodologías. En general se considera que los ejercicios de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático requieren la comprensión de las interacciones entre la sociedad y los sistemas ecológicos de los que dependen, para construir conocimientos sobre los procesos que generan condiciones de vulnerabilidad (Tonmoy, et al. 2014)

La Ley de Cambio Climático define a la vulnerabilidad como:

“Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (Decreto 07-2013).

Por su parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), define a la vulnerabilidad al cambio climático como:

“el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación. Es decir, que es la propensión o predisposición para verse afectado negativamente ante la presencia de fenómenos meteorológicos o climático” (IPCC, 2007).

De este concepto se desprende la ecuación de vulnerabilidad al cambio climático, que según el IPCC (2007), depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación. Es decir, que la vulnerabilidad, actual o futura, está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de un sistema en particular, como se establece en esta ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad CC} = (\text{exposición} + \text{sensibilidad}) - \text{capacidad de adaptación}$$

A partir de lo anterior, para evaluar la vulnerabilidad (presente o futura) de cualquier sistema natural o socioeconómico, se debe tomar en cuenta el grado de exposición de un sistema a eventos hidrometeorológicos en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, el grado o nivel de sensibilidad que éstos tienen frente a los eventos y su capacidad de adaptación y nivel de resiliencia frente a la ocurrencia de estos eventos hidrometeorológicos, en términos de recurrencia e intensidad.

En este sentido, el índice de vulnerabilidad nacional al cambio climático evalúa los riesgos de exposición al cambio climático, con respecto a la sensibilidad de los territorios a partir de variables biofísicas y la capacidad de estos para adaptarse a los impactos potenciales del cambio climático, mediante variables sociales y económicas. El índice nacional de vulnerabilidad al cambio climático está compuesto por tres subíndices, que se describen a continuación.

Índice de exposición: la exposición se refiere al grado de estrés por la variabilidad climática o los cambios relacionados al cambio climático que se viven en una región determinada; en este caso el departamento. Se establece a partir de la magnitud y frecuencia de los eventos climáticos. En otras palabras, el índice de exposición es la síntesis de las amenazas ambientales que inciden en el departamento.

En él índice de exposición se debe considerar en qué medida la variabilidad climática histórica ha modelado el clima y experimentado cambios en la temperatura y precipitaciones, sequías y la concurrencia con los factores antropogénicos, tanto por su frecuencia (anual) o por fenómenos extremos con consecuencias en el aumento de vulnerabilidad de los sistemas naturales o productivos que, a su vez, afectan significativamente el bienestar humano en forma inmediata, en el corto o largo plazo.

Índice de sensibilidad: Para Monterroso (2010), "la sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos. La medida determina el grado en el que un sistema se puede ver afectado por un estrés, son las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por un determinado fenómeno". (Monterroso, 2010)

Entonces, el *índice de sensibilidad* se define por la forma en que el departamento es afectado por las variaciones climáticas. El índice de sensibilidad, en el marco del cambio climático, se particulariza en los ámbitos concretos de sistemas naturales, productivos o de la población. Es decir, la forma en que esos sistemas son afectados.

Índice de capacidad adaptativa: se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, también al potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados. La capacidad adaptativa de una sociedad y sus instituciones reflejan su capacidad de modificar características o comportamientos, los que se convierten en indicadores de vulnerabilidad.

En ese marco la capacidad adaptativa debe considerar las condiciones de vida de las personas frente a las amenazas: niveles de pobreza, situación socioeconómica, tasa de desnutrición, morbilidad, etc. También se considera la organización social, el acceso a recursos para mejoramiento en la producción, acceso a información, situación tecnológica para enfrentar los cambios o la capacidad para fortalecer los sistemas. Finalmente se considera las condiciones del capital natural como riqueza o servicios ecosistémicos.

6.1. La vulnerabilidad en el departamento de Totonicapán

6.1.1. La exposición climática en el departamento

En este apartado se identificará la exposición climática del departamento¹⁵ incluyendo el análisis de su tendencia histórica y prevista al año 2050.

Para el índice de exposición del departamento de Totonicapán, se utilizó el escenario de emisiones CRP 8.5¹⁶, y se han analizado el aumento de temperatura y precipitación y como amenazas climatológicas la sequía, heladas y la recurrencia de incendios forestales.

Al respecto, en los últimos 20 años la exposición al cambio climático en el occidente del país ha estado asociado a amenazas a la agricultura, infraestructura pública (carreteras y caminos vecinales), vivienda, incidencia de enfermedades en la población y afectados directos por deslizamientos, inundaciones y/o sequías. Según la CEPAL (2011), los impactos económicos del cambio climático en la región centroamericana son significativos, a pesar de "las incertidumbres por la interacción entre las variables económicas, las condiciones del clima y los aspectos sociales, políticos y culturales". (CEPAL, 2011)

Los fenómenos climáticos relevantes en la región, que suceden anualmente dependen de la variabilidad de los efectos de los fenómenos del niño (años niños), años niña (años niñas) y años neutro; pueden provocar sequía con atraso en el ingreso del período de lluvias y canículas prolongadas en el primer caso o la presencia de altas precipitaciones pluviales incluso en meses en que no se espera presencia de lluvia¹⁷. En los dos casos estas variaciones afectan tanto a los sistemas naturales (cuencas, ríos, cobertura boscosa) y humanos (medios de vida) e infraestructura que, a su vez, tiene efectos negativos en toda la población, pero especialmente, en comunidades que dependen de los sistemas de siembra y cosecha de granos básicos para la sobrevivencia.

Respecto a las precipitaciones en el noroccidente del país, el INSIVUMEH informó que "Esta región se ha caracterizado por presentar un promedio pluviométrico entre 800 a 1200 mm de lluvia anual, en la actualidad presenta un incremento en su promedio de lluvia anual entre 115 a 130 mm en toda la región". (INSIVUMEH, 2021)

Directamente, la influencia de los fenómenos climáticos planetarios en la región centroamericana puede presentarse por eventos como los descritos anteriormente que tienen consecuencias negativas inmediatas y de largo plazo en los sistemas naturales, productivos, infraestructura y en el bienestar humano. Por otra parte, los cambios experimentados anualmente, en cuanto al aumento sostenido de la temperatura y el comportamiento errático de las precipitaciones gradualmente afectan e impactan en los mismos sistemas haciéndolos más vulnerables.

¹⁵ Exposición: "la exposición de un sistema o comunidad a una amenaza climática está, en general, vinculada a la geografía del lugar y al Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático. (IPCC, 2001).

¹⁶La información contenida en los escenarios se refiere a proyecciones, no son pronósticos, se han generado con el propósito de realizar el ejercicio de planificación para la adaptación ante el cambio climático.

¹⁷ Como resultado de su ubicación geográfica, Guatemala está expuesta a eventos extremos. En el período de 1998 al 2014, se han registrado un total acumulado de ocho eventos hidro-meteorológicos extremos ligados al cambio climático (los huracanes y tormentas tropicales Mitch, 1998; Stan, 2005; Agatha, 2010; y algunas depresiones tropicales y sequías importantes). Las pérdidas y daños acumulados ascienden a más de US\$3,5 mil millones de dólares, distribuidos principalmente en los sectores más afectados de infraestructura, agricultura y salud. Entre 1998 y 2010, la variabilidad climática ocasionó pérdidas económicas en el sector agrícola en el orden de los US\$1,85 mil millones (Gobierno de la República de Guatemala/MARN, 2015)

6.1.2. Temperatura y Precipitación

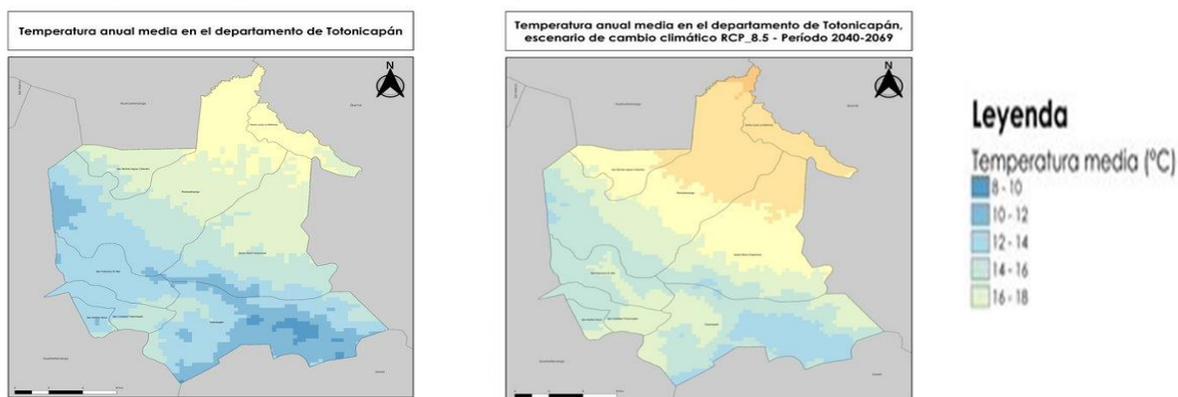
a) Temperatura

Guatemala es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático debido a su topografía, ubicación geográfica y situación socioeconómica (INSIVUMEH, 2021). Los escenarios de cambio climático a futuro indican que la temperatura podría incrementarse entre 0.5° C hasta 3.5° C para 2050 y hasta 6° C para fines de siglo en Guatemala. Como consecuencia la amenaza por sequía, en lugares donde en la actualidad aún es no-deficitaria la presencia de mantos acuíferos y zonas húmedas por el nivel de evaporación en aumento exponencial en zonas áridas, afectará los medios de vida de la población.

El aumento de la temperatura registrado por el INUVUMEH, del año 1971 al año 2014, se describe como una anomalía anual que paso a ser perceptible por sus consecuencias en los centros urbanos y ciudades. Más adelante las zonas productivas rurales, la disminución del bosque, pérdida de humedad de los suelos, secamiento de causes hídricos superficiales y la escasez de agua se ha venido convirtiendo en un problema que crece exponencialmente y en algunas regiones, ya es un factor de conflictos comunitarios y sociales.

El aumento de la temperatura se traduce en cambios drásticos en los ecosistemas, ríos, cuencas y que la vida social y económica comunitaria y local, tal y como se observa en los mapas del cuadro 1. Por otra parte, UNICEF (2012) considera que el aumento de la temperatura esperado para Guatemala de alrededor de un grado puede incrementar los casos de desnutrición crónica en el país reduciendo la ingesta alimentaria y el acceso a los servicios. (UNICEF, 2011)

Mapa 1. Temperatura actual y proyección 2050 departamento de Totonicapán

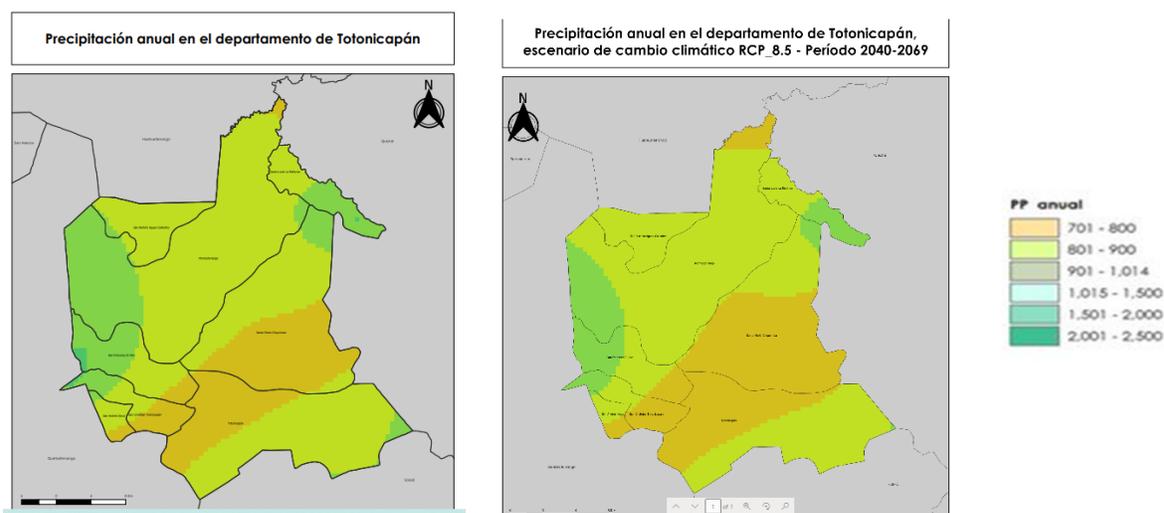


Fuente: Rainforest Alliance con información SIG, 2020.

b) Precipitación

Las principales amenazas climáticas que enfrenta el departamento provienen de extremos de lluvia, ya sea por períodos de mucha precipitación que pueden potenciar inundaciones o deslizamientos de tierra, o bien, de períodos de poca precipitación que pueden ocasionar sequías, o limitar el control de incendios forestales.

Mapa 2. Precipitación promedio actual y futura (2050), Departamento de Toticapán



Fuente: Rainforest Alliance con información SIG.
2020

Como se puede observar, el departamento no está afectado por altas precipitaciones en la actualidad y en el escenario RCP 8.5 se proyecta que en promedio las lluvias serán más escasas en el año 2050, aumentando la zona de aridez en el centro y sur del departamento. La disminución de las precipitaciones tiene influencia en la recurrencia de sequías, aridez del suelo y con ello la pérdida de la humedad necesaria para la sostenibilidad de la cobertura forestal, agua para los cultivos, el consumo humano y de animales.

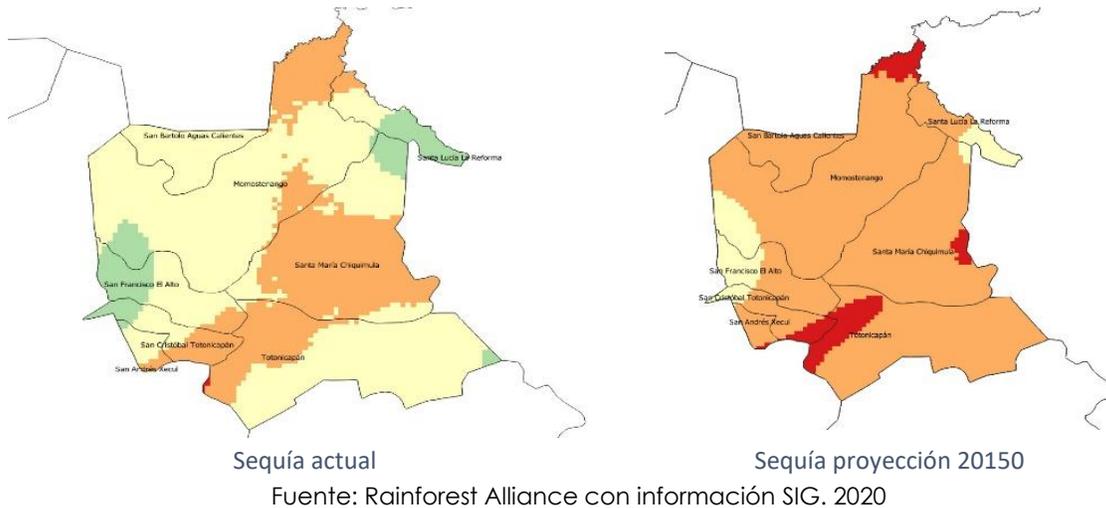
6.1.3. Amenazas hidroclimáticas

a) Sequía

De acuerdo con el INSIVUMEH, la sequía meteorológica se considera cuando se dan reducciones en las precipitaciones por debajo del promedio de una zona. Sobre la base de estadísticas históricas, se estima una probabilidad que estos períodos con menor precipitación se registren en Toticapán y según las condiciones de aridez se puede estimar un nivel de amenaza por sequía.

En las zonas semiáridas del departamento existe con 90% de posibilidades que se dé una sequía; 31% del territorio se encuentra en zonas subhúmedas secas, pero con 70% de posibilidades de sequía, lo que se considera una amenaza alta. Por otro lado, 61% de Toticapán se encuentra con una amenaza media, en áreas con 50% de probabilidad de sequía, pero generalmente húmedas; finalmente, el 8% del departamento tiene un nivel de amenaza bajo por sequías, al encontrarse en zonas húmedas con probabilidades de sequía menores al 50%. Como consecuencia la amenaza por sequía, en lugares donde en la actualidad aún es no-deficitaria la presencia de mantos acuíferos y zonas húmedas por el nivel de evaporación en aumento exponencial en zonas áridas, afectará los medios de vida de la población.

Mapa 3. Mapas de sequía actual y futura departamento de Toticapán



Como se puede observar a nivel departamental se experimentarán cambios en la temperatura con secuencia de sequía meteorológica que afectará en nivel alto a los ocho municipios y nivel muy alto a microrregiones de tres municipios.

El impacto de la sequía, como se ha visto en años anteriores, afecta directamente a los cultivos anuales de granos básicos, de los que dependen para la subsistencia la mayoría de las familias en el departamento. En el año 2009 la sequía, manifestada por canícula prolongadas y ausencia de lluvias, redujo los tiempos de comida en la población de pequeños productores de infra y subsistencia (MAGA, 2011). De acuerdo con datos de la CEPAL (2011), más de 194 mil familias se vieron afectadas por la pérdida de cosechas, escasez de alimentos e ingresos; ello conllevó la profundización de la pobreza hasta causar muerte por “desnutrición crónica”.

Las poblaciones más afectadas por la sequía ya viven en el círculo vicioso de la inseguridad alimentaria y nutricional con producción precaria tanto en lo agrícola como en lo pecuario. Por otra parte, dentro de ese mismo círculo, la escasez de alimentos básicos aumenta los precios en el mercado; aun cuando algunas familias logran vender su mano de obra en condiciones también precarias, la oferta de los productos encarecidos y la necesidad de obtener alimentos inmediatos no les permite mejorar su situación, tal y como se vivió en el año 2010, con el paso de la tormenta Agatha, en comunidades del altiplano: el aumento de la papa fue de más del 54% (SEGEPLAN-CONRED, 2010), sin que las familias puedan resolver su situación de extrema pobreza.

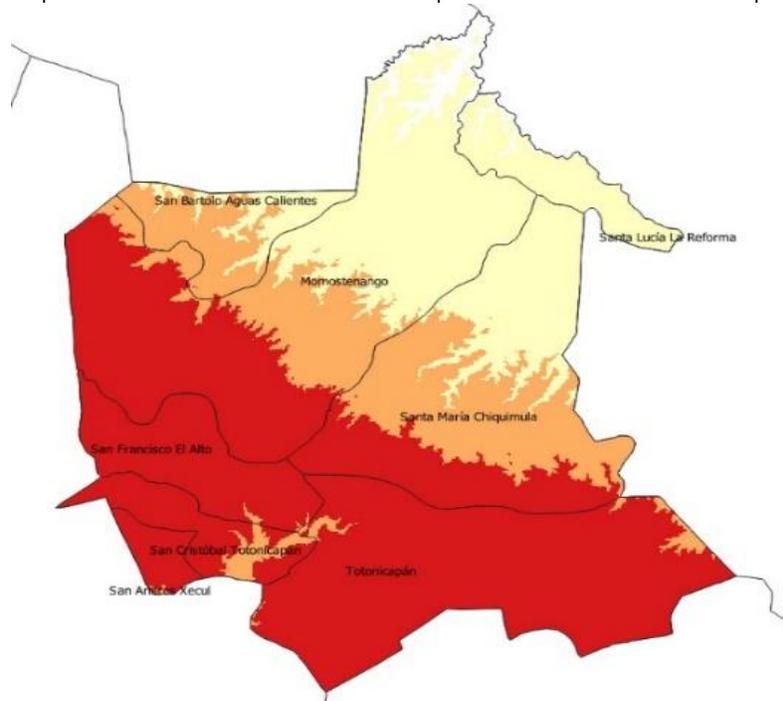
b) Heladas

Otra de las amenazas relacionadas con la temperatura que afronta anualmente el departamento de Toticapán son las heladas. Según BIOTA (2014), la probabilidad de ocurrencia de heladas es una estimación derivada de la elevación sobre el nivel del mar (ms.n.m) y la relación entre la temperatura mínima y la elevación (BIOTA, 2014). Para el INSIVUMEH, en promedio la temporada de heladas tiene una duración aproximada 120 días, esto causa que sea una amenaza climatológica importante para la agricultura del Altiplano Central y Occidente del país. (INSIVUMEH, 2018)

De acuerdo con el INSIVUMEH, las heladas tienen lugar cuando la temperatura es menor o igual a 0 °C (helada meteorológica), sin embargo, la susceptibilidad a daños puede presentarse en los seres vivos aun cuando la temperatura no haya llegado a los 00 °C (helada biológica). La elevación mínima para que ocurra una helada en Guatemala es de 1,700 ms.n.m, lo que representa un 20% del territorio susceptible a este fenómeno. La época de mayor probabilidad de heladas es entre noviembre hasta mediados de marzo, lo que representa riesgos para la agricultura. Se ha observado que las horas de mayor probabilidad de ocurrencia es de 23:00 p.m. hasta poco después de las 07:00 a.m. (INSIVUMEH, 2018)

En la actualidad las heladas afectan anualmente a siete de los ocho municipios del departamento: el único municipio que no reporta afectación por heladas es Santa Lucía la Reforma.

Mapa 4. Amenaza de heladas departamento de Totonicapán



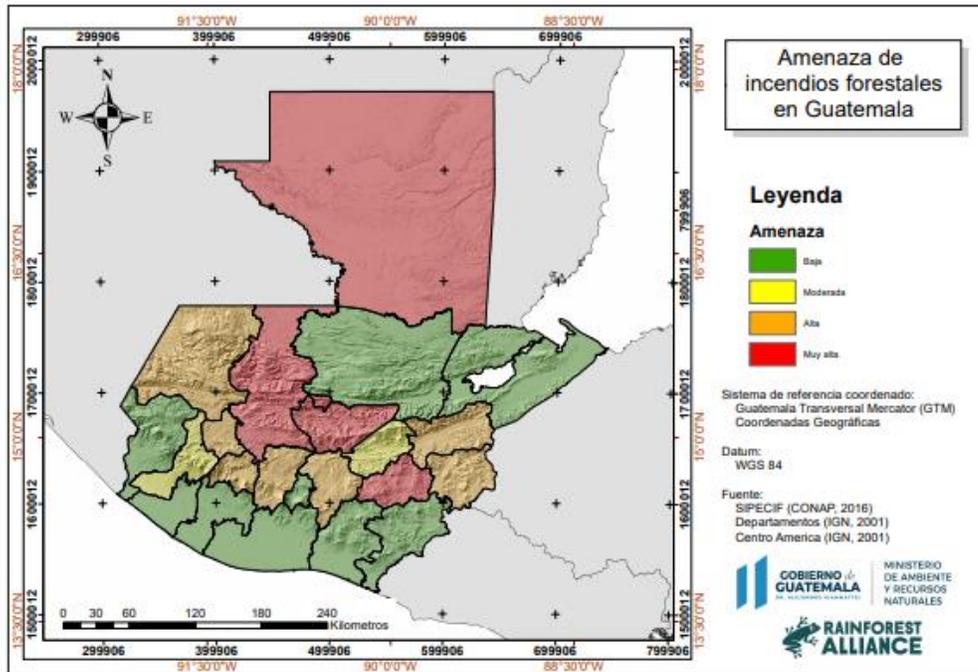
Fuente: Rainforest Alliance con información SIG. 2020

Las heladas afectan en grado muy alto al 50% y en grado alto a por lo menos el 15% del departamento. El resto del departamento está en rango medio de ocurrencia de heladas.

c) Incendios forestales

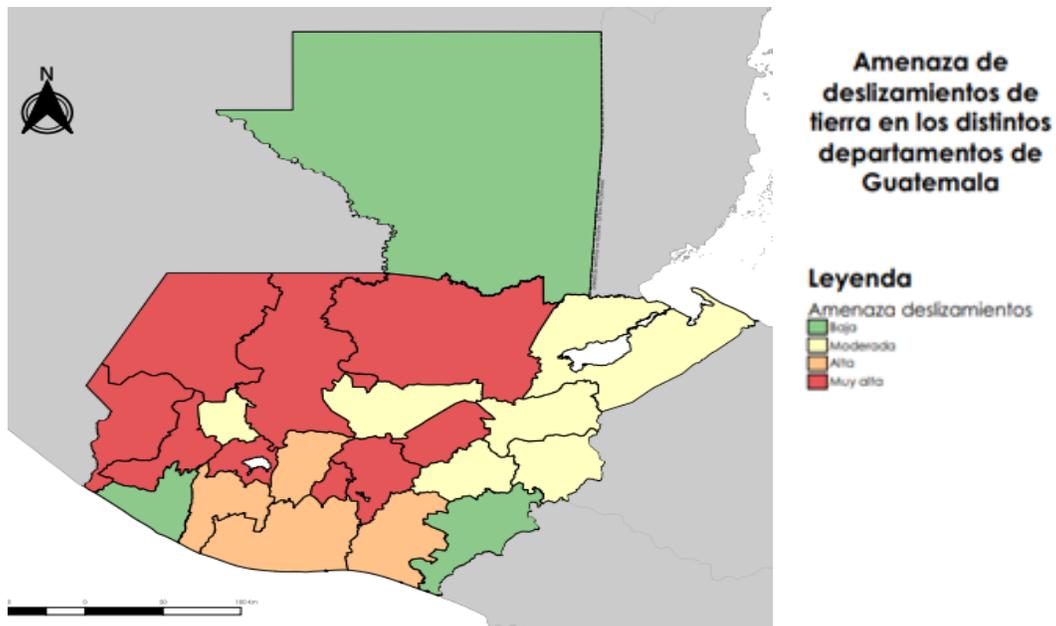
Los incendios forestales afectan a Totonicapán en un nivel alto. En el período de 2001 a 2015, que es para el que se tuvo con registros, se reportaron 601 eventos de incendios; basándose en esta estadística y considerando la cobertura boscosa del departamento, la probabilidad que un incendio afecte el departamento está cerca del 62%.

Mapa 5. Amenaza de incendios por departamento en Guatemala



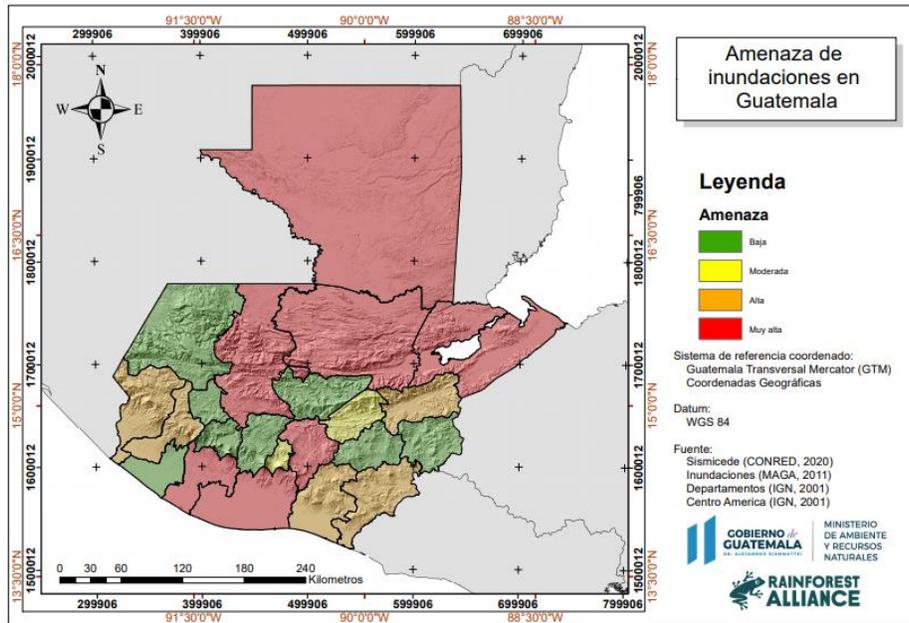
Fuente: Rainforest Alliance con información SIG, 2020

Mapa 6. Amenaza de Deslizamientos por departamentos de Guatemala



Fuente: Rainforest Alliance con información SIG, 2020

Mapa 7. Mapa de amenaza de inundaciones Guatemala



Fuente: Rainforest Alliance con información SIG. 2020

6.2. Elementos estratégicos del desarrollo y su vinculación al cambio climático

Los elementos estratégicos son aquellos elementos naturales, socioeconómicos y de bienestar humano de importancia estratégica para el desarrollo sostenible, que podrían afectarse significativamente por factores asociados al cambio climático. Es decir, aquellos elementos representativos en un territorio, que se encuentran amenazados o que están experimentando un proceso de degradación por fenómenos relacionados con tensiones causadas por la variabilidad y el cambio climático.

Para priorizar los elementos estratégicos en el departamento de Totonicapán, se analizó la importancia de éstos para el desarrollo sostenible, especialmente el mejoramiento en la en las condiciones socioeconómicas de los habitantes y el su uso de los recursos naturales sin comprometer la calidad de las futuras generaciones.

Los elementos estratégicos naturales y socioeconómicos priorizados para el departamento son:

<p>Sistema Natural Bosque.</p>	<p>Sistema Socioeconómico Granos básicos. Frutas (deciduos y aguacate). Hortalizas.</p>
---	--

6.3. Sistema natural: Bosque

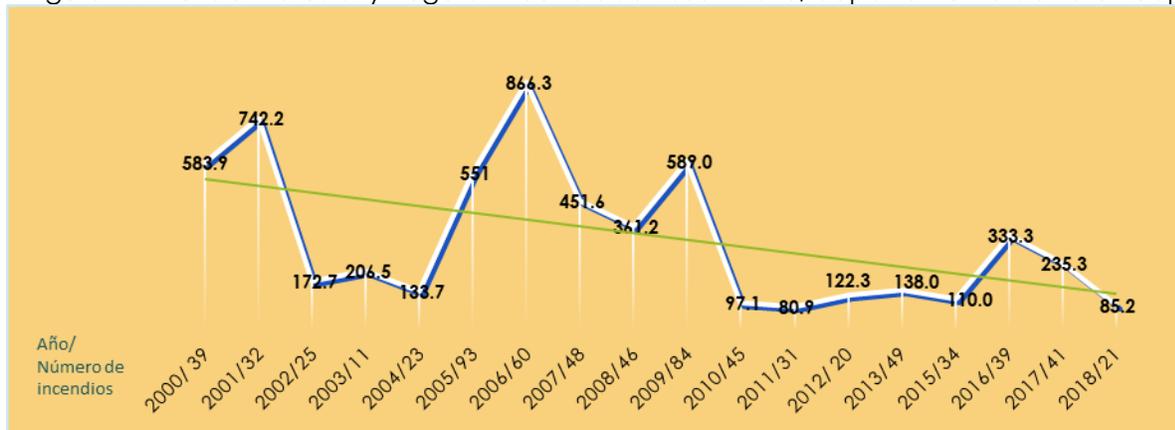
Los bosques cumplen un papel relevante para la diversidad biológica de ecosistemas, así como para el resguardo de especies y sus poblaciones. Además, para la CNF (2017), las masas forestales funcionan como un gran regulador de temperatura del planeta ya que tienen la capacidad natural para fijar y absorber el dióxido de carbono -CO₂- (CNF, 2017). De acuerdo con CEPAL (2017), los cambios en los patrones de precipitación y de temperatura asociados al cambio climático, los ecosistemas se verán afectados, principalmente en aquellos que se encuentren significativamente alterados por las actividades humanas. (CEPAL, 2017 y Uribe, 2015)

Se prevé que las afectaciones a nivel de la biodiversidad y los cambios en la distribución de las zonas de vida conduciría a una disminución de la oferta de bienes y servicios ambientales, (Uribe, 2015), así como en grandes pérdidas económicas en Guatemala.

De acuerdo al CONAP, el departamento de Totonicapán cuenta con las siguientes áreas protegidas: a) Parque nacional Riscos de Momostenango con 240 ha, b) Reserva Biológica del Volcán Cuxliquel, con una superficie no definida, y c) bosque ecológico el Aprisco que es administrado por la organización comunitaria CDRO. Además, es el departamento que tiene la mayor proporción de superficie boscosa de coníferas a nivel nacional: 69.76% y bosque mixto con 29.99%. El restante 1% lo ocupan el bosque latifoliado, bosque seco y las plantaciones forestales.

De acuerdo con el estudio de Dinámica Forestal 2010 - 2016 (CONAP, et al. 2019), el departamento de Totonicapán para el año 2010 contaba con 39,764 ha de bosque. En 2016 se reportó una cobertura forestal de 39,578 ha. El estudio estableció que, para el período 2010-2016, hubo una pérdida de 8,227 ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 8,041 ha; teniendo una pérdida neta de 186 ha de bosque, que representa una pérdida neta del 0.46% del bosque que existía en el 2010. Esto arroja una tasa de deforestación de 32 ha/año, equivalente al -0.08% anual. (CONAP, et al. 2019)

Figura 1. Extensión forestal y vegetal incendiado 2000 – 2018, departamento de Totonicapán.



Fuente: Elaboración propia con datos de INAB.

6.3.1. Condición de los atributos clave de viabilidad

Para el elemento estratégico bosque se definieron los siguientes atributos de viabilidad: condicione del bosque respecto al tamaño de cobertura forestal conservada en hectáreas y la superficie forestal afectada en hectáreas por incendios forestales.

Con relación a cobertura forestal conservada, se toma como referencia las 39,578 ha de cobertura forestal como el capital natural con que cuenta el departamento, que deberá ser mantenido, hasta aumentado, que implica reducir la tasa de deforestación y aumentar los procesos de restauración del paisaje forestal y la incorporación de árboles en los sistemas productivos agropecuarios, mediante mecanismos de incentivos forestales y de pagos por servicios ambientales.

La condición ideal, es alcanzar una recuperación anual de 1.2 %; esto implica avanzar 0.6 % respecto a la condición actual de recuperación (0.46) que se traduciría en 350 has de bosque conservado al año.

Por otro lado, se debe de gestionar los eventos de incendios forestales que tienen lugar en la época seca. Según la Memoria de Labores de CONRED para el 2019, se reportan la afectación en hectáreas por departamento. En el caso de Totonicapán se reportan 41 incendios forestales y un área de afectación de 281 hectáreas, que deben ser reducidos para resguardar la integridad ecológica de los bosques.

La condición ideal es alcanzar o hectáreas afectadas por incendios forestales; esto se traduciría, al corto plazo, en evitar la pérdida de 300 has de bosque anuales.

6.3.2. Condición de vulnerabilidad

La sequía meteorológica constituye una de las principales amenazas climáticas que pueden impactar de forma negativa sobre los remanentes de bosques, al interactuar con factores antropogénicos como la tala ilegal y las malas prácticas de manejo del fuego en áreas agrícolas, que generan condiciones para el desarrollo de incendios forestales.

Esto es, porque los episodios de sequías se asocian a una disminución y el retraso de la precipitación, el aumento de la temperatura media, la reducción de la nubosidad y la prolongación de la canícula, lo que propiciarían una mayor frecuencia de los incendios forestales.

En cuanto al análisis de vulnerabilidad de los bosques de Totonicapán frente a amenazas climáticas se estima lo siguiente:

Exposición: para el *criterio de alcance* se calificó en *medio*, considerando la cantidad de municipios afectados, el 45% del departamento y la cantidad de siniestros que es 726 en un período de seis años. La calificación "medio" implica un impacto negativo de larga duración al ciclo de agua, a la climatología local y daño a los recursos naturales no renovables.

Sensibilidad: para este criterio se calificó en un nivel medio. Esto a razón que, si se considera de acuerdo con la dinámica forestal 2010 – 2016, el departamento tiene una tendencia a la baja en la cobertura forestal en los últimos 16 años (SIFGUA, 2016). Aunque la afectación en sensibilidad se ubica en el rango de 1- 10% de la superficie pérdida, en el caso del bosque, es necesario considerar que la pérdida de la superficie forestal es una afectación de larga duración; un bosque no se recupera en la misma proporción de tiempo que llevó a afectarlo; generalmente la pérdida tiende a ser permanente en las superficies donde ha existido cobertura forestal.

Capacidad adaptativa: se calificó en un nivel medio; se consideró que actualmente se está perdiendo más bosque del que se logra recuperar¹⁸. Si se adiciona el análisis presentado sobre la afectación o pérdida de superficie forestal por incendios tomando en cuenta que en un periodo de seis años (2012- 2018) se perdieron 1023 ha.

6.3.3. Factores contribuyentes de amenaza

Tanto las amenazas de origen climático como estos factores contribuyentes tienen como consecuencia la afectación y degradación del bosque. Los principales factores contribuyentes son los incendios forestales y la tala con fines de cambio de uso del suelo para la agricultura o construcción de viviendas. Según la CEPAL, persiste una alta tendencia en el país de eliminar bosques para habilitar áreas con fines agrícolas, promovido en gran medida por un contexto nacional de bajo control institucional (CEPAL, 2018).

Con relación a la producción y uso de leña factores contribuyentes a la amenaza de la deforestación y degradación de los bosques, según el INAB (2015), los ocho municipios del departamento tienen déficit muy alto de leña al superar los cuarenta mil metros cúbicos de demanda (INAB, 2015), lo que ejerce mayor presión a los remanentes boscosos del departamento y departamentos cercanos, principalmente Quiché.

Otro factor contribuyente a la amenaza lo constituye los incendios forestales, que en su mayoría son de origen antrópico, han mostrado una tendencia descendente en cantidad de siniestros y superficie afectada, pero es una amenaza permanente con recurrencia alta entre los meses de febrero a mayo de cada año, con efectos en la degradación de los bosques

6.3.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

El bosque es de vital importancia dentro de la complementariedad de los elementos que conforman cada cuenca para la conservación del suelo y el hábitat natural de especies de flora y fauna, así como para el bienestar de la población. Para la CEPAL (2018), el bosque juega un papel importante en la economía de las familias rurales, para el cual se considera importante diversificar la producción y fortalecer las fuentes de ingreso de las familias con perspectiva de sostenibilidad y mayor valor agregado a la producción forestal. Entre otros aspectos, es de igual importancia promover pago por servicios ambientales de cuencas y bosques, aprovechamiento

¹⁸ Dinámica de la cobertura forestal Totonicapán. SIFGUA, <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx> (revisado en enero 2021)

sostenible de productos no maderables, promoción de bonos de reducciones de emisiones de GEI y productos orgánicos para mercados verdes o solidarios internos e internacionales (CEPAL, 2018), todos orientados a mejorar la calidad de vida de la población dependiente de los bosques.

Para el caso del departamento de Totonicapán, el bosque es de importancia estratégica para el equilibrio entre los elementos naturales de suelo, agua, energía; sobre todo si se toma en cuenta que el 95% del departamento es esencial para la recarga hídrica de cinco cuencas de ríos hacia las vertientes sur y del golfo de México.

Por ello la adaptación al cambio climático y regulación del clima local atraviesa, en el caso del departamento de Totonicapán, un entendimiento del desarrollo sostenible del departamento que no puede dejar por un lado el elemento antrópico que incluye la estructura económica y social.

6.4. Sistema socioeconómico: Granos básicos

Al analizar la situación actual del departamento y las consecuencias por las amenazas del cambio climático se priorizó como elementos estratégicos a los granos básicos (maíz y frijol), en la que participan el 74% de los productores rurales del departamento que se ubican en el segmento socioeconómico de infra y subsistencia.

De acuerdo con el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del Departamento de Totonicapán (DIGEER/MAGA, 2010), el cultivo de maíz y frijol en el departamento ocupa 30,236 ha (28% del territorio).

Estos datos tienen relevancia si se considera que las familias en situación de pobreza y pobreza extrema en el departamento se ubican en el 77.5% de Índice de pobreza (ENCOVI, 2014) y dependen de sus cultivos para alimentarse. De acuerdo con el Sistema de Información Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SIDESAN, 2021), el departamento tiene el 70% de prevalencia de desnutrición crónica y con un territorio con una de las más altas tasas de densidad poblacional de 456 ha/km² (INE, 2020). De acuerdo con el IV Censo de Talla (INE, 2015), Totonicapán es considerado con alta vulnerabilidad nutricional.

6.4.1. Condición de los atributos clave

Para el elemento estratégico granos básicos se seleccionó como atributo de viabilidad el rendimiento por área, a partir de la unidad de medida de "Quintales/Manzana". Para ello se consideró que los impactos del cambio climático en la producción de maíz y frijol pueden ser monitoreados a partir de esta unidad de medida, y con ello establecer relaciones de los impactos negativos en la economía familiar del 74% de productores dedicados a la producción de granos básicos.

Los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA- (MAGA, 2020); el rendimiento promedio de maíz en el departamento es de 32 qq/mz, por su parte, la CEPAL (2018), encontró un rendimiento promedio departamental para el período 2001 a 2009 de 27 qq/mz (1.91 Ton/Ha),

un dato que se ajusta al promedio nacional. Sin embargo, es factible mejorar la producción de maíz por área, que alcance rendimientos mayores a los 70qq/mz.

En cuanto a la producción de frijol, según MINECO, el rendimiento promedio alcanzado para el 2016 fue de 6 qq/mz, (MINECO, 2016), mientras que la CEPAL (2018) reporta un promedio departamental para el período 2001-2009 de 5 qq/mz (0.36 ton/Ha) por debajo del promedio nacional 9.66 qq/mz (0.69 ton/Ha). Según la ENA, para el período 2016-2017 el rendimiento promedio nacional fue de 15 qq/mz, que debería ser la referencia para mejorar los rendimientos en el departamento.

En general, las condiciones de producción de maíz y frijol para el departamento están en rango pobre (al considerar rendimientos históricos y promedios regionales); la afectación por sequía puede afectar profundizando la pérdida de producción para ambos granos.

6.4.2. Condición de vulnerabilidad

Las variaciones en los patrones climáticos a nivel del departamento, que pueden devenir en la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos y frecuentes, como la sequía, lluvias extremas, prolongación de canículas, heladas, etc., y se constituyen en factores que condicionan el rendimiento de los cultivos. Así mismo, efectos indirectos en el aumento de la temperatura, pueden condicionar el incremento de plagas o incidencia de enfermedades en las plantas, lo que propiciarán una alta dependencia de insumos agrícolas.

Para la CEPAL (2018), los impactos del cambio climático pueden ser muy heterogéneos para cada territorio, para el cual dependerá las condiciones climáticas imperantes. Sin embargo, entre los hallazgos encontraron que en escenarios que representan un aumento en la temperatura, puede devenir en mejoras en el rendimiento de maíz y frijol, para el que se reporta incrementos estimados en un 19.39% a 23% para maíz y en un 125% para el frijol, indicativo de que le potencial de rendimiento sería mayor que las condiciones climáticas actuales (CEPAL, 2018).

Frente a este análisis, la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos maíz y frijol, estiman los resultados siguientes:

Exposición: tomando en cuenta que la afectación abarca a prácticamente todos los municipios del departamento el nivel de exposición se calificó como muy alto. La afectación a los granos básicos en el departamento por sequía reduce el rendimiento anual del maíz y frijol en los años niño que puede reducir hasta 4 o 5 qq por manzana.

Sensibilidad: la del sistema se califica en un nivel alto. La amenaza principal que afecta a granos básicos (maíz y frijol) anualmente es la sequía como resultado de los efectos del cambio climático, escasez de lluvia y aumento de la temperatura.

Capacidad adaptativa: se calificó de muy alta al considerar que este segmento de productores lo hacen con fines de autoconsumo, en condiciones de pequeñas parcelas y con poca tecnificación o condiciones adversas socioeconómicas que no les permiten mejorar sus sistemas productivos.

6.4.3. Factores contribuyentes de amenaza

La amenaza por sequía y canículas prolongadas afecta las condiciones de producción de granos básicos en el departamento ya que de ésta depende el 74% de la población. La mayoría de los productores cultivan para el autoconsumo en pequeñas parcelas (menos de media manzana) y las condiciones de producción no les permite acceder a tecnología apropiada o contar con apoyo para fortalecer el patrimonio productivo familiar o comunitario. Sumado a esto, no con asistencia institucional, lo que hace aún más vulnerable estos sistemas frente al cambio climático.

Aprovechar las oportunidades de incremento de rendimientos por área que puede presentar escenarios futuros como los establecidos por CEPAL (2018), implica una adecuada asistencia técnica y financiera, así como transferencia tecnológica que permita reducir la sensibilidad de los sistemas productivos frente amenazas climáticas y el fortalecimiento de las capacidades de adaptación de las familias.

6.4.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

La producción de granos básicos en el departamento es esencial para el 98% de los productores del departamento. En el año 2019 el MAGA informó que la población en situación de infra y subsistencia en la región occidental de Guatemala tenía un déficit de producción por la sequía que afectó la producción de granos básicos en el período 2018- 2019. Esta situación aumenta la vulnerabilidad de familias que dependen de los cultivos de granos básicos para alimentarse.

Los servicios ecosistémicos que proveen los granos básicos es la conservación de germoplasma, protección y conservación del suelo y de material genético.

6.5. Sistema socioeconómico: Frutas (melocotón, manzana, aguacate)

La producción de frutas y aguacate en el departamento de Totonicapán es importante para el estrato de productores agrícolas que se ubican en subsistencia y el estrato de productores excedentarios (45% de productores del departamento). Debido a las condiciones climáticas (entre 1800 y 2500 ms.n.m) la fruticultura se produce en condiciones favorables.

En el elemento estratégico sistema productivo frutas, se consideró melocotón, manzana y aguacate por ser los cultivos de importancia para el consumo como base de la alimentación de productores excedentarios y de subsistencia y comercio en los mercados de varios municipios en el departamento y a nivel regional.

De acuerdo con el Perfil Económico de Totonicapán (MINECO, 2017), para el año 2015 se estimó una producción de 152,438 quintales de melocotón en un área de 808 mz, que constituyen el 5.7% de la producción nacional (MAGA, 2016). Con relación al cultivo de manzana, datos del MAGA (2016), establece que del total de superficie destinada a la producción a nivel nacional (8400 mz), el departamento representa el 8.1%, que equivale a un total de 680 mz destinada a la producción de manzana, con un rendimiento promedio de 69.5 qq/mz (MAGA, 2016).

De igual manera se indica que para el 2015 el departamento produjo un total de 174,453 quintales de aguacate en un área de 1,094 mz, que representan el 4% de la producción nacional (MINECO, 2017. y MAGA, 2016).

6.5.1. Condición de los atributos clave

Para el análisis del del elemento estratégico se definieron dos atributos clave de viabilidad: rendimiento por manzana y pérdida por afectación de heladas (aplicadas a melocotón y manzana).

Con base a la cantidad de superficie cultivada y la cantidad de producción en qq según MINECO (2017), así como de rendimientos promedios nacionales estimados por el MAGA (2016), se establece las condiciones actuales de producción: Melocotón: 188 qq/mz; Manzana: 85 qq/mz; y Aguacate: 159 qq/mz.

Sin embargo, el margen de mejora puede ser aprovechado, para el que se consideró datos del año 2016 del MAGA (2017), que reportó los rendimientos promedios nacionales siguientes: aguacate 162 qq/mz; manzana 69 qq/mz; y melocotón 238 qq/mz, que pueden ser alcanzados o mejorados en el departamento.

Para estimar la pérdida por heladas se consultó el documento Plan de Heladas (MAGA, 2014); aplicado para los deciduos; se estima la amenaza por heladas en 27% anual dañada.

6.5.2. Condición de vulnerabilidad

La producción de deciduos y aguacate tiene amenazas y riesgos debido a la variabilidad climática. Las altas temperaturas y la disminución de los recursos hídricos, por las bajas precipitaciones, pueden llegar a afectar la fenología de los frutales y alterar los brotes, el florecimiento y el cuajo por la maduración de la fruta. Los efectos del cambio climático pueden alterar el rendimiento y la calidad de las frutas. (CEPAL, 2018)

Con base al análisis de amenazas climáticas, se establece que la sequía puede afectar en nivel alto y muy alto al departamento y se prevé un escenario de aumento de la temperatura en por lo menos 2.2°C, al mismo tiempo, se puede inferir que los frutales como la manzana, el melocotón y el aguacate, tendrán efectos en la vida productiva de las plantas.

Frente a este análisis, la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos de cítricos y aguacate, estiman los resultados siguientes:

Exposición: si se considera el hecho que la sequía afecta a la más de la mitad del municipio en el departamento donde se cultivan las frutas y las heladas afectan a casi el 60% del territorio, y con una probable afectación probable de 22% de superficie cultivada, la calificación ha sido calificada en un nivel **medio**.

Sensibilidad: tomando en cuenta que la sequía puede afectar a las plantas y, por ende, su rendimiento al provocar estrés hídrico, además de afectar la vida útil de la planta. Por otra parte,

las heladas pueden afectar la floración que también puede tener efectos en la producción, en consecuencia, la sensibilidad se calificó en un **nivel medio**.

Capacidad adaptativa: respecto a la capacidad adaptativa del elemento estratégico frutas, en el departamento existen productores excedentarios organizados para mejorar sus cadenas productivas y salidas comerciales, esto puede contribuir a mejorar sus condiciones productivas en sus plantaciones, ya que de forma individual resulta difícil, se evalúa la **capacidad adaptativa en medio**.

6.5.3. Factores contribuyentes de amenaza

A las amenazas climáticas en el departamento se debe considerar que en la producción de frutas existen factores antrópicos contribuyentes que al interactuar con las amenazas climáticas pueden impactar en la productividad, muy vinculados a las prácticas culturales inadecuadas o tradicionales en el manejo de cultivos, sin procesos tecnificados que redunden en una mejor producción, entre los que destacan: dependencia de un solo material genético; fertilización sin criterios técnicos y sin estudios de suelos; no se planifica la producción sobre la base de información climática; no se cuentan con sistemas de riego para las plantaciones, ausencia de manejo integrado de plagas, entre otros aspectos.

Es de considerar que no existe una cultura para la implementación de buenas prácticas agrícolas y resilientes al cambio climático, ni una cultura de certificación de la producción que les facilite nuevos mercados y mejores precios. Además, los productores no cuentan con los recursos suficientes para el manejo adecuado de plagas y enfermedades, el sostenimiento de la humedad del suelo y fertilización de cultivos. En general, hay ausencia de asistencia técnica para aplicar prácticas agrícolas más eficientes.

6.5.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

Los frutales son una fuente de alimento para el autoconsumo, producen leña, regulan el secuestro de CO₂, contribuyen en la regulación del ciclo hidrológico y la polinización. Además, sirven de soporte para reducir la erosión de suelos y contribuyen a aumentar la materia orgánica en el suelo.

La pérdida en frutas como el melocotón, manzana y aguacate afecta la dieta y la economía de la población en condición de subsistencia y excedentarios donde se ubican el 45% de productores en Tonicapán.

Las frutas como alimento o complemento de la dieta básica proveen vitaminas y antioxidantes. Económicamente las familias excedentarias y pequeños comerciantes logran ingresos que les permiten satisfacer otras necesidades relacionadas con la salud, el vestido y la vivienda comerciando con melocotón, manzana y aguacate.

6.6. Sistema socioeconómico: Hortalizas (cebolla)

La producción de hortalizas en el departamento de Totonicapán la realizan productores excedentarios y productores en condición de subsistencia. De acuerdo con el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del Departamento de Totonicapán (DIGEER/MAGA, 2010) las hortalizas se cultivan en 972 hectáreas (0.9 % del territorio) y son producidas por agricultores que se ubican en subsistencia y el estrato de productores excedentarios (45% de productores del departamento).

Según el MAGA (2016), del total de producción nacional de cebolla (3,146,200 qq en 6,700 mz), en el departamento de Totonicapán se produce el 1%, lo que equivale a 31,462 qq en 67 mz de terreno, con un rendimiento promedio de 469 qq/mz. (MAGA, 2016)

6.6.1. Condición de los atributos clave

El cultivo de hortalizas en el departamento de Totonicapán la realizan productores en condición de subsistencia y excedentarios. Se produce en los municipios que cuentan con climas y ecosistemas con suficiente humedad y condiciones de suelo que permiten el desarrollo de este cultivo como Santa Lucía La Reforma o Santa María Chiquimula; aunque también se siembra en menor proporción en otros municipios.

En el departamento se cultiva la cebolla para consumo familiar y también se comercializa en mercados locales, nacionales y se exporta a países vecinos. El cultivo necesita realizarse bajo condiciones de riego (SEGEPLAN, 2011). Al considerar el rendimiento promedio de 469 qq/mz (MAGA, 2016), se puede decir una producción regular, considerando que se pueden alcanzar rendimientos mayores a los 600 qq/mz, según nivel de tecnificación.

6.6.2. Condición de vulnerabilidad

Para el caso del cultivo de cebolla, la principal afectación es por sequía, especialmente, o por canículas prolongadas que pueden afectar el rendimiento si no se cuenta con sistemas adecuados de riego. Así mismo, las lluvias intensas pueden favorecer el desarrollo de la podredumbre bacteriana (pico de agua) y mildiu (causado por el hongo *Peronospora destructor*), con efectos en la producción.

Aún con los cambios en los parámetros climáticos, principalmente de temperatura, la cebolla se está cultivando en condiciones favorables en beneficio de los productores. El rendimiento podría reducirse en el corto plazo a una producción menor de 469 qq/mz por afectación de la sequía. A mediano plazo, si se invierte en fortalecer la producción actual y en sistemas de riego, podría potencializar otras áreas de cultivos, como parte de los procesos de adaptación al cambio climático, donde las condiciones climáticas permiten el desarrollo de hortalizas.

La evaluación de la vulnerabilidad del sistema de producción de cebolla arrojó los resultados siguientes:

Exposición: por sequía fue calificado en un nivel bajo al afectar a dos municipios en nivel medio (Momostenango y Santa Lucía la Reforma), que es donde se cultivan la mayor cantidad de hortalizas. Pérdidas por helada se evalúa en medio, pues puede afectar a los dos municipios de los 8 con los que cuenta el departamento y la capacidad adaptativa se califica como baja puesto que los productores (sobre todo los que se ubican en el segmento de subsistencia) no cuentan con asistencia técnica o capacidad.

Sensibilidad: la sensibilidad por sequía para hortalizas se calificó en medio, para el que se consideró que afecta la expansión celular y consecuentemente el crecimiento de las hojas, tallos y raíces.

Capacidad adaptativa: fue calificada medio debido a que la escasez de lluvia o canículas prolongadas pueden reducir la producción sin que, por el momento, los productores cuenten con sistemas de captación de agua para siembras. Respecto a pérdida por afectación por heladas, el cultivo de hortalizas en el departamento de Totonicapán se calificó en alta pues el nivel de afectación anual por esta amenaza se estima en 66% de afectación de un total de 594 hectáreas cultivadas en el departamento. (MAGA, 2016)

6.6.3. Factores contribuyentes de amenaza

Los factores contribuyentes, respecto a las amenazas, son las condiciones actuales de producción en pequeñas o micro parcelas que no permiten que los productores obtengan suficientes ingresos para mejorar sus sistemas productivos con riego, fertilización de acuerdo con las condiciones del suelo o contar con asistencia técnica para sostenerse en el caso pérdidas por efectos climáticos extremos.

El factor antrópico, especialmente de los productores en el segmento de excedentarios, están limitados a desarrollar un sistema productivo fortalecido para reducir las consecuencias de recurrencia de heladas.

6.6.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

De acuerdo con el MAGA (2011), la población que cultiva hortalizas está ubicada en los estratos de subsistencia (30.2% de productores), autoconsumo y pequeños excedentarios (8% de productores). Una disminución o pérdidas en la producción por factores climáticos afectará a este segmento de la población rural.

Tabla 5. Cuadro resumen de indicadores de atributos clave para los elementos estratégicos de desarrollo en el departamento de Totonicapán.

Elemento estratégico	Componente /Atributo clave	Indicador	Condición actual	Condición Ideal	Calificación atributo clave			
					Muy bueno	Bueno	Regular	Pobre
Sistema Natural Bosque	Superficie forestal	Ha	39,578 ha 0.8 % pérdida anual promedio	1.2 % recuperación anual	≥ 1%	- 1%	0.51 - 0.79%	≤ 0.5 %
	Pérdida superficie forestal	Ha	32 ha/añual promedio	0 afectación	0 ha	0.1 - 50 ha	51 - 100 ha	≥ 101
Sistema productivo Granos básicos	Maíz Rendimiento	qq/mz	28 qq/mz	70 qq/mz	≥ 70 qq/mz	55 - 69 qq/mz	41 - 54 qq/mz	≤ 40 qq/mz
	Frijol Rendimiento	qq/mz	6 qq/mz	14 qq/mz	≥ 14 qq/mz	10 - 13 qq/mz	8 -9 qq/mz	≤ 7 qq/mz
Frutas	Melocotón / rendimiento	Qq/mz	300	480	≥ 480 qq/mz	380- 479 qq/mz	281- qq/mz279	≤ 280 qq/mz
	Manzana / rendimiento	Qq/mz	85	380	≥ 380	201 - 301 qq/mz	101 - 200 qq/mz	≤100 qq/mz
	Aguacate /rendimiento	Qq/mz	159	510	≥ 510 qq/ mz	350 - 509 qq/mz	201- 350 qq/mz	≤200 qq/mz
	Melocotón / Pérdida por heladas	ha	22.7	0 %	0	1 %	10	≤ 22 % qq/mz
	Manzana / Pérdida por heladas							
Hortalizas: Cebolla	Rendimiento	qq/mz	640 qq/mz	600 qq/mz	≥ 550 qq/mz	451 - 550 qq/mz	301 - 450 qq/mz	≤ 300 qq/mz

7. CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

En este apartado se presenta el análisis del marco normativo y de políticas públicas vigentes sobre cambio climático nacional e internacional, así como instrumentos de planificación del desarrollo nacional y departamental, los cuales son referencias para el marco estratégico del PDACC. Dicho análisis permite una construcción articuladora desde las normas y políticas hacia las diferentes líneas estratégicas y acciones, definidas en este documento, para la adaptación al cambio climático.

7.1. Marco internacional y regional de la adaptación al cambio climático

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): firmado por el Estado de Guatemala el 13 de junio de 1992, el cual fue ratificado por el Congreso de la República de Guatemala mediante Decreto 15-95¹⁹. El reconocimiento de la vulnerabilidad de los países en desarrollo frente a los impactos del cambio climático, ha colocado a la adaptación como tema relevante en las negociaciones dentro de la Conferencia de las Partes, lo cual ha permitido definir e impulsar un “marco de adaptación”, el cual requiere de procesos de planificación y evaluación de acciones, diseño de arreglos institucionales, así como mecanismos financieros y transferencia tecnológica para hacer efectiva la adaptación al cambio climático. El desarrollo de Planes Nacionales de Adaptación se destaca como una herramienta para enfrentar los efectos actuales y futuros del cambio climático.

Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD): adoptada el 17 de junio de 1994 en París y suscrita por Guatemala mediante el Decreto 13- 98²⁰ del Congreso de la República el 25 de marzo de 1998. El objetivo de la CNULD es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas (Naciones Unidas, 1994). Para alcanzar el objetivo se plantea que se desarrollen estrategias integradas a largo plazo, las cuales deben enfocarse simultáneamente en el aumento de la productividad de las tierras; la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos de tierras y recursos hídricos, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la sociedad (Naciones Unidas, 1994).

Agenda 2030 para el desarrollo sostenible: adoptada en el 2015 por los Estados miembros de las Naciones Unidas, como un llamado de acción global para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas de las personas en el mundo. La Agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible entre ellos, el objetivo 13, Acción por el clima, plantea la movilización de

¹⁹ El Decreto Legislativo designa al MARN como punto focal de la CMNUCC.

²⁰ El Decreto Legislativo designa al MARN como punto focal de la CNULD.

recursos a países en desarrollo para la adaptación al cambio climático y un desarrollo bajo en carbono. Este marco de acción reconoce que el cambio climático es un elemento que influye en todos los aspectos del desarrollo sostenible, por lo que se considera esencial reforzar las acciones climáticas para alcanzar cada uno de los objetivos definidos.

Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD): Es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad como un asunto de importancia mundial. El convenio cobró vigencia en 1993 y fue ratificado por Guatemala en 1995, por medio del Decreto 5-95 del Congreso de la República de Guatemala. El objetivo del CBD es la *"conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos; mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada"*. (Naciones Unidas, 1992)

El manejo sostenible de la diversidad biológica, a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos, puede reducir el impacto causados por el cambio climático y ayudar a las comunidades a adaptarse al mismo. La CBD ha establecido directrices para el diseño e implementación (voluntaria) de enfoques basados en ecosistemas para la adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo a desastres. Está orientado a *"aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación y reducir las vulnerabilidades sociales y ambientales frente a los riesgos asociados a los efectos del cambio climático, contribuyendo a la adaptación progresiva y transformativa y a la reducción del riesgo de desastres"*. (CDB, COP 14, 2018)

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Marco de Sendai): se adoptó el 18 de marzo de 2015, en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres celebrada en Sendai (Japón). Su objetivo es *"la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud, como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países"* (ONU, 2015). Se reconoce en este instrumento que el cambio climático representa una amenaza para el desarrollo sostenible.

Marco de políticas internacionales que vinculan género y cambio climático: La Convención de Eliminación de Todas las formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW, por sus siglas en inglés), recomienda a los Estados implementar *"todas las medidas apropiadas para eliminar la discriminación contra la mujer en zonas rurales a fin de asegurar, en condiciones de igualdad entre hombres y mujeres, su participación en el desarrollo rural y en sus beneficios"* y *"participar en la elaboración de los planes de desarrollo en todos los niveles"* y *"en todas las actividades comunitarias"*.

Dentro del **Marco de políticas regionales** que son importantes no solo para mencionar sino para adoptar en el proceso de la formulación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático, están: la **Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT)**, que busca generar oportunidades y fortalecer las capacidades de la población en territorios rurales, para mejorar su calidad de vida y construir una sólida institución social que impulse y facilite un desarrollo solidario, incluyente y sostenible. La **Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), 2009-2024**, que busca desarrollar un mecanismo intersectorial para la gestión agroambiental, con énfasis en el manejo sostenible de tierras, biodiversidad, variabilidad y

cambio climático, negocios agroambientales así como espacios y estilos de vida saludables, de manera que contribuyan al desarrollo humano sostenible (CCAD, 2010) y la **Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)**, que tiene como objetivo prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación, a fin de reducir la vulnerabilidad humana, social, ecológica y económica (CCAD, 2010 a).

7.2. Marco legal y político nacional

Constitución Política de la República de Guatemala -CPRG- (1985): indica, en su Artículo 2, que es deber del Estado garantizar la *“vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral”*. Para ello, se reconoce el papel del patrimonio natural, y se *“declara de interés nacional su conservación, protección y mejora”*, mediante la *“creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables”* (Artículo 64).

Otros aspectos incluidos en la Constitución Política, que son fundamentales para la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático y al fortalecimiento de las capacidades de adaptación, se vinculan a las obligaciones del Estado para *“proporcionar y facilitar educación a sus habitantes sin discriminación”* (Artículo 72); y garantizar *“el goce de la salud como derecho fundamental del ser humano, sin discriminación”* (Artículo 94). Así mismo se reconoce que, los aspectos del bienestar físico, material y social de la población pueden ser afectados por condiciones ambientales. En consecuencia, se 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”* (Artículo 97).

Con relación a la sensibilidad al cambio climático, en cuanto a seguridad alimentaria, la Constitución Política de la República reconoce la importancia de velar, para que *“la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo”* (Artículo 99).

Otros factores que favorecen las capacidades de adaptación se vinculan al papel del Estado para *“orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales y el potencial humano, para incrementar la riqueza y lograr el pleno empleo y la equitativa distribución del ingreso nacional”* (Artículo 118). Con relación a los ecosistemas forestales estratégicos se reconoce que *“los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección”* (Artículo 126); y que el aprovechamiento de los recursos hídricos (aguas, ríos y lagos) para *“fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional”* están al servicio de la comunidad y no de personas particulares (Artículo 128).

Los indicado anteriormente, en gran medida, requieren de herramientas para la organización de la ocupación del territorio. Si bien, la CPRG no hace referencia a temas de ordenamiento territorial, el marco legal vigente en nuestro país contiene mandatos y directrices relativo al uso adecuado y óptimo del territorio, orientado a alcanzar un desarrollo sostenible, mejorar la calidad de vida de las personas, considerando los contextos sociales, culturales, económicos, tecnológicos y ecológicos.

Ley Marco para Regular la Reducción de la vulnerabilidad y la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases Efecto Invernadero (Decreto Legislativo 7- 2013): La LMCC reconoce la vulnerabilidad del país frente al cambio climático, así como sus impactos adversos sobre los recursos hídricos, sistemas productivos agropecuarios e industriales, ecosistemas y recursos naturales, la infraestructura productiva y las estrategias y medios de vida de la población, lo cual tiene implicaciones que limitan el desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza y la atención a los problemas ambientales.

La LMCC tiene por objeto “establecer regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país” (Artículo 1), con el fin que “el Estado, la Sociedad Civil organizada y la población en General, adopten prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos el cambio climático producto de las emisiones de GEI” (Artículo 2).

En términos de gestión de la planificación de la adaptación al cambio climático se destacan los siguientes aspectos:

- Se reconoce el papel de la investigación y aplicación científica y tecnológica en la gestión del riesgo, la reducción de la vulnerabilidad y mejorar la adaptación al cambio climático, así como el papel de la información y conocimiento para el diseño e implementación de intervenciones de adaptación al cambio climático (Artículo 7).
- La incorporación de la gestión del cambio climático en la planificación e inversión pública nacional y territorial, el artículo 10 indica que “los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, al formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo, podrán incorporar ...la variable del cambio climático”.
- El artículo 11 mandata al Consejo Nacional de Cambio Climático y SEGEPLAN, la elaboración del “Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático”, vinculado a los compromisos de país frente a la CMNUCC. Además, establece que este instrumento de planificación se actualizará conforme a los resultados de las comunicaciones nacionales de cambio climático.
- El Artículo 12 reconoce la importancia del Ordenamiento Territorial²¹ para la Adaptación al Cambio Climático. Se mandata al MAGA, MARN y SEGEPLAN apoyar a las municipalidades y los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural para su consideración en las herramientas de planificación territorial.

En lo referente a la adaptación a los impactos del cambio climático, se dictan las orientaciones siguientes:

- El Artículo 13 se refiere al papel de las instituciones públicas “en la ejecución de los planes y programas de gestión de riesgo diseñados para las condiciones y circunstancias del país, que se aplican desde lo local hasta lo nacional, incluyendo sistemas de prevención y

²¹ Se ha identificado el ordenamiento territorial como una estrategia importante en varios departamentos, específicamente en donde se han desarrollado procesos de diálogo para completar la evaluación de la vulnerabilidad. Por esa razón en el marco estratégico y programático del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha retomado este tema.

prestación de servicios básicos en casos de emergencia, de acuerdo con los escenarios planteados por el MARN²² y con el apoyo de la CONRED”

- El Artículo 15 mandata la formulación de Planes Estratégicos Institucionales de Reducción de Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Para el proceso de formulación, la Ley establece como referente el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático; además, identifica a las instituciones de apoyo al proceso. Otro aspecto importante que define este Artículo de la Ley es la priorización de temáticas²³, incluyendo sus respectivos responsables institucionales.
- El Artículo 16, se refiere a las prácticas productivas apropiadas a la adaptación al cambio climático, en el cual se indica que “en la prestación de servicios y producción de bienes, deberán considerar la variabilidad y el cambio climático, así como las condiciones propias de las diferentes regiones, incluidos los conocimientos tradicionales y ancestrales adecuados, aprovechando las tecnologías apropiadas limpias y amigables con el ambiente y con las condiciones ecológicas y biofísicas del país”.
- El Artículo 17 establece mandatos sobre la “protección del suelo”, indicando que el MAGA y MARN “establecerán políticas y programas para evitar la degradación, mejorar la conservación del suelo y establecer las recomendaciones para el uso productivo del mismo”.
- Se reconoce el papel de la sensibilización y participación ciudadana en la gestión de la adaptación. Para lo cual, se mandata a las instituciones públicas promover y facilitar, en el plano nacional, regional y local, acciones estratégicas de divulgación y concientización pública, sensibilidad y educación respecto a impactos del cambio climático (Artículo 23).

Plan Nacional de Desarrollo K’atun: El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural –CONADUR, en cumplimiento al mandato constitucional de formular las políticas de desarrollo urbano y rural y ordenamiento territorial del país (art. 225), aprobó, en el año 2014, el *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: Nuestra Guatemala 2032*, como la política nacional de desarrollo de largo plazo. El Plan está integrado por 5 ejes, 36 prioridades, 80 metas, 123 resultados y 730 lineamientos.

El eje denominado **Guatemala Urbana y Rural** tiene como objetivo “establecer un modelo de gestión territorial que articula, en términos socioculturales, económicos, políticos y ambientales, la acción pública, la sostenibilidad de las áreas rurales y el sistema urbano nacional. Esto, de manera equilibrada y ordenada, como la base espacial para el desarrollo del conjunto de prioridades nacionales estipuladas en el Plan Nacional de Desarrollo”; para el eje **Bienestar para la Gente** se establece como objetivo general “garantizar a las personas el acceso a la protección social universal, servicios integrales de calidad en salud y educación, servicios básicos, habitabilidad segura, acceso a alimentos y capacidad de resiliencia para asegurar la sostenibilidad de sus medios de vida mediante intervenciones de política pública universales pero no estandarizadas, que reconocen las brechas de inequidad y las especificidades étnico culturales; el eje denominado **Riqueza para todas y todos** tiene como objetivo “establecer las condiciones que dinamicen las actividades económicas productivas actuales y potenciales para generar acceso a fuentes de empleo y autoempleo digno e ingresos que permitan la cobertura

²² El Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha construido con base a información histórica de los eventos climáticos a los que está expuesto el territorio, se han realizado diversos ejercicios de modelación, que ha permitido contar con pronósticos. Estas proyecciones constituyen el principal punto de referencia de la planificación de acciones que permitan una mejor adaptación ante el cambio climático.

²³ La ley prioriza las siguientes temáticas: salud humana; zonas marino-costeras; agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas; e infraestructura.

de las necesidades de la persona y la familia. Además, generar mecanismos de competitividad que reduzcan la pobreza y la desigualdad, aumenten la capacidad de resiliencia e incorporen a más grupos de población a la dinámica económica y a los frutos del desarrollo; el objetivo principal del eje **Recursos Naturales hoy y para el futuro** está orientado a “proteger y potenciar los recursos naturales en equilibrio con el desarrollo social, cultural, económico y territorial, para que permitan satisfacer las demandas actuales y futuras de la población en condiciones de sostenibilidad y resiliencia, ante el impacto de los fenómenos que la naturaleza presente”; y, el eje denominado **Estado como garante de los derechos humanos y conductor del desarrollo** define su objetivo general “generar las capacidades políticas, legales, técnicas, administrativas y financieras de la institucionalidad pública, para poner al Estado en condiciones de conducir un proceso de desarrollo sostenible, con un enfoque de derechos en el marco de la gobernabilidad democrática. (Guatemala, 2014)

Es importante indicar que, en este último eje, se plantea como meta “al 2032, se ha fortalecido la planificación, toma de decisiones y ejecución de recursos de la gestión pública en el marco del Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (SCDUR)”, en el cual se incluye el siguiente lineamiento “los procesos de planificación en el marco del SCDUR incorporan, en cada una de sus fases, mecanismos de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático”.

Para fortalecer las capacidades del Estado, es necesario atender las necesidades desde el nivel local hasta el nacional, para ello es necesario fortalecer el gasto público y el manejo sostenible de la deuda.

Para la implementación del Plan, es necesario articular procesos de planificación institucional, sectorial y territorial (municipal). Se establece al Sistema Nacional de Planificación –SNP- como el mecanismo de articulación, en el cual el Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural toma relevancia, ya que es la instancia de participación de actores de la sociedad civil organizada, iniciativa privada y sector público, en el cual, además, es importante la integración de la cooperación internacional.

Prioridades Nacionales de desarrollo: Las Prioridades Nacionales de Desarrollo son producto del proceso de integración de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas del Plan Nacional de Desarrollo. A partir de dicha integración, las Prioridades Nacionales de Desarrollo y sus metas²⁴ son el referente para “armonizar las acciones impulsadas por las instituciones del Estado, sean estas públicas o privadas, además de la cooperación internacional, de manera que se pueda organizar, coordinar y articular en función de los intereses y prioridades del desarrollo nacional de largo plazo”. (CONADUR, 2017)

En este marco el Plan de Adaptación al Cambio Climático guarda una relación directa con las Prioridades Nacionales debido a su enfoque, así como a su alcance en términos del bienestar humano resiliente con pertinencia territorial. A continuación se presentan una síntesis del alcance definido para las prioridades: la **reducción de la pobreza y protección social** “se refiere a la promoción y acceso a los bienes y servicios que el Estado provee de forma equitativa e igualitaria

²⁴ Resultado del ejercicio de armonización son las 10 Prioridades nacionales y las 16 Metas Estratégicas de Desarrollo.

con un enfoque de derechos humanos", además esta prioridad "orienta a que el Estado genere mecanismos para garantizar el bienestar mínimo de la población y el resguardo en un período de vulnerabilidad"; el **acceso a servicios de salud** establece que "la cobertura sanitaria universal implica que todas las personas y comunidades reciban los servicios de salud de calidad que necesitan, sin tener que pasar dificultades financieras para su acceso"; el **acceso al agua y gestión de los recursos naturales**, "busca la implementación de procesos de gestión de los recursos naturales, con la finalidad que dichos procesos de gestión sean sostenibles, y que garanticen la disponibilidad permanente de bienes y servicios ambientales a la población"; en la prioridad de **empleo e inversión** se enfatiza en que "para lograr un crecimiento económico con equidad, debe ser socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible", también define "asegurar la generación de fuentes de empleo digno y de calidad", y establece que "el desarrollo del turismo se base en la formulación de políticas orientadas a la promoción de la cultura y productos que promuevan el empleo local, la protección de medio ambiente y el patrimonio cultural"; para la **seguridad alimentaria y nutricional** se "requiere la implementación de medidas que permita a las familias garantizar la disponibilidad y acceso a alimentos suficientes en cantidad y calidad, faciliten el acceso a servicios de salud y saneamiento básico así como estrategias de inclusión y protección social que contribuyan a reducir la pobreza, priorizando los municipios mayormente afectados por la desnutrición crónica"; el **valor económico de los recursos naturales** considera que "este valor genera información que debe ser utilizada en los procesos de planificación, lo que permitirá implementar acciones para el desarrollo social y económico armonizado con el capital natural"; el **fortalecimiento institucional, seguridad y justicia** "impulsa el desarrollo de mecanismos, acciones, intervenciones que permitan reducir" la corrupción "y por ende contribuir al fortalecimiento institucional", también indica que "apoyar el fortalecimiento general de las instituciones es fundamental para garantizar que puedan desempeñar eficazmente sus mandatos en servicio del público"; la **educación** "busca la ampliación del acceso a la educación y, además, garantizar sin ningún tipo de discriminación 12 años de educación (primaria y secundaria) gratuita, con equidad y calidad"; la **reforma fiscal** "se orienta a elevar los niveles de tributación actuales y superar el gasto en inversión social en relación al PIB hasta superar los niveles observados en el 2010", "esto implica que la tributación se destine efectivamente a la inversión social, lo que significa el fortalecimiento del entorno social, cultural y económico para mejorar las condiciones de bienestar de la población"; el **ordenamiento territorial** "se refiere a la implementación efectiva de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, con el fin de promover el desarrollo integral haciendo uso sostenible y eficiente del territorio", además, esta prioridad enfatiza en la necesidad del fortalecimiento de la capacidad de gestión de gobiernos municipales, lo cual "conlleva fortalecer los mecanismos pertinentes para lograr una interlocución entre el gobierno central, los municipios y la población, así como la generación de ingresos propios" (SEGEPLAN, s.f.)

Plan de Acción Nacional de Cambio Climático: El Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al cambio climático es un mandato de la Ley Marco de Cambio Climático (Decreto 7-2013, Artículo 11 Capítulo III) es un instrumento de planificación, en el cual "se describen las acciones prioritarias para reducir la vulnerabilidad, mejorar la capacidad de adaptación y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de Guatemala ante los efectos del fenómeno del cambio y la variabilidad climática. El Plan tiene como fin orientar a la institucionalidad pública y a los diferentes sectores del país para implementar acciones enfocadas al cumplimiento de los objetivos y resultados plasmados en la LMCC".

El Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al cambio climático, dentro de sus orientaciones temáticas, contiene un capítulo en el cual se describen las acciones que se deberán implementar para la reducción de la vulnerabilidad. Estas se ordenan en matrices para las siguientes temáticas priorizadas: i) *Salud humana*, ii) *Zonas marino-costeras*, iii) *Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria*, iv) *Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas*, v) *Infraestructura* y vi) *Gestión integrada de los recursos hídricos*.

Política Nacional de Cambio Climático: la política tiene como objetivo “que el Estado de Guatemala, a través del Gobierno Central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía en general, adopte prácticas de prevención de riesgos, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de GEI en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático”. (MARN, 2009)

Los objetivos específicos se definen y ordenan en las siguientes temáticas: a) Desarrollo de capacidades nacionales en cambio climático; b) Reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático, y c) contribución a la mitigación de las emisiones de GEI.

Política Nacional de Educación Ambiental: contiene una serie de directrices para la adopción de la dimensión ambiental en el ámbito educativo. Su objetivo central es “desarrollar un sistema de educación ambiental a través de procesos y programas de educación formal, no formal e informal, orientados a la construcción de valores, conocimientos y actitudes que permitan a la sociedad guatemalteca, en general, la responsabilidad y armonización con el contexto natural, cultural y social”. (MINEDUC, 2017)

PLANES SECTORIALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Plan estratégico de cambio climático del MAGA 2018-2027 y su Plan de Acción 2018 – 2022: desarrollado con base al artículo 15 de la Ley Marco de Cambio climático (LMCC, Decreto 07-2013), y el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PANCC). El Plan está integrado por los siguientes ejes estratégicos: a) *Adaptación al Cambio Climático*, el cual busca mejorar la capacidad de adaptación ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático, mediante prácticas y tecnologías que permitan minimizar pérdidas y daños en el sector agropecuario; b) *Mitigación al cambio Climático* para promover el desarrollo del sector agropecuario con bajas emisiones de GEI a través de prácticas y tecnologías limpias; y c) *Fortalecimiento institucional del MAGA*, el cual busca ampliar y fortalecer las capacidades existentes del MAGA para incorporar acciones de adaptación y mitigación a los procesos técnicos, políticos y administrativos.

Agenda de cambio climático para las áreas protegidas y la diversidad biológica de Guatemala: elaborado por CONAP, como un instrumento para orientar las acciones institucionales y actores vinculados, para fortalecer la gestión del SIGAP y la diversidad biológica, para que asegure la provisión de bienes y servicios ambientales, como referente para la adaptación y mitigación al

cambio climático en el país. La Agenda incluye las siguientes líneas estratégicas: a) la adaptación se enfoca en el fortalecimiento del SIGAP para “mantener la capacidad de generación de bienes y servicios ambientales, principalmente en las zonas de mayor vulnerabilidad”; b) la mitigación se orienta a la “reducción de las emisiones que se generan dentro del SIGAP”, lo cual, “además de contribuir a reducir las emisiones del país, contribuirá a reducir las principales amenazas a los ecosistemas naturales, como la deforestación y la degradación de los bosques”; y c) en el desarrollo de capacidades se establece que “preparar a las instituciones que participan en la administración y coadministración del SIGAP es vital para la adaptación misma del sistema y la sociedad. Por lo tanto, se debe establecer esfuerzos coordinados para fortalecer su capacidad de ejecución, que permita implementar los programas y proyectos definidos en la agenda”.

Instrumentos nacionales relacionados con las mujeres y el cambio climático:

Política Nacional de Desarrollo Integral de las Mujeres: La Política Nacional de Promoción y Desarrollo Integral de las Mujeres -PNPDIM- y su plan de equidad de oportunidades 2008-2023 fue aprobada mediante acuerdo gubernativo 302-2009. El propósito fundamental de la política es “Promover el desarrollo integral de las mujeres mayas, garífunas, xincas y mestizas...” para ello el plan de equidad de oportunidades se organiza en 12 ejes, uno de ellos alude al acceso a recursos naturales, así como a la adecuada gestión de riesgos; las acciones contenidas en el eje destacan el hecho de que las mujeres han cuidado los recursos naturales y plantean que esa situación se debe reconocer y fortalecer. Responsabiliza al MARN para que se puedan promover todas las iniciativas de las mujeres para cuidar y coadministrar los recursos naturales. Esta es una condición importante para transitar hacia la adaptación ante el cambio climático.

Política Ambiental de Género: El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales reconoce, en la Política Ambiental de Género, que las desigualdades de género son un obstáculo para la adecuada gestión ambiental y derivado de ello promueve de forma sistemática y constante la inclusión de mujeres y hombres en los procesos de protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales. La política tiene tres ejes, el primero orientado al fortalecimiento de las capacidades institucionales, el segundo eje contiene las acciones relacionadas con la conservación y usos sostenibles de los recursos y el tercero se ocupa de desarrollar las responsabilidades del MARN contenidas en las PNPDIM.

Actualmente la Unidad de Género del Ministerio ha formulado 7 consideraciones de género que orientan las acciones hacia la reducción de las desigualdades entre hombres y mujeres:

1. Mejorar los medios de vida y bienestar de las mujeres para hacer frente a los efectos del cambio climático.
2. Acceso equitativo de las mujeres a la educación formal y no formal sobre CND y cambio climático, con pertinencia cultural.
3. Acceso y control equitativo a recursos (productivos y financieros) y conocimiento.
4. Participación en espacios de toma de decisiones relativas a estrategias de adaptación y mitigación.
5. Cumplimiento de la normativa nacional, internacional, tratados y convenciones locales, nacionales e internacionales sobre derechos de las mujeres.
6. Promoción de concepto de co-beneficios y su aplicación en los distintos programas relacionados con recursos naturales.

7. Acceso equitativo de las mujeres, uso y apropiación a las tecnologías de la información y de la comunicación -TIC- vinculadas a la CND y el cambio climático.

7.3. Interculturalidad y planificación para la adaptación ante el cambio climático

El Ministerio de ambiente y Recursos Naturales, en respuesta a los procesos de incidencia que realizan los pueblos indígenas ha desarrollado acciones para la incorporación de la perspectiva intercultural en la gestión ambiental, sobre todo porque se reconoce que la capacidad adaptativa de un territorio está relacionada directamente con las personas. En ese sentido, no se pueden obviar las variables como sexo, edad, identidad étnica, entre otros (IPCC, 2014), cuando se definen acciones para la adaptación ante el cambio climático.

Además, la aplicación de los conocimientos y prácticas ancestrales son fundamentales en el proceso de formulación de planes de adaptación al cambio climático, por lo que, el reconocimiento de los derechos y de los conocimientos de los pueblos indígenas es parte de la pertinencia cultural y debe reflejarse en los proyectos y estrategias para la adaptación al cambio climático se han utilizado los siguientes principios:

- Reconocimiento
- Respeto
- Valorar los conocimientos y prácticas culturales

7.4. Planificación para el desarrollo en el departamento de Totonicapán

Además del Plan de Desarrollo Departamental de Totonicapán 2011- 2025, en el año 2016 al año 2018, los Planes de Desarrollo Municipal –PDM- elaborados inicialmente en el año 2010 y 2011; la actualización los denomina como, Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial 2019- 2032, de los municipios de San Cristóbal Totonicapán, San Andrés Xecúl, Santa María Chiquimula, Momostenango, Santa Lucía la Reforma, San Bartolo Aguas Calientes. (SEGEPLAN). En el proceso de actualización los PDM del departamento se alinearon al Plan Nacional de Desarrollo Katún, Nuestra Guatemala 2032 (PND) y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En los PDM actualizados se contemplan temas relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático tales como gestión del riesgo y manejo de recursos naturales.²⁵

Particularmente el Municipio de Santa Lucía la Reforma cuenta con un Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (PMACC) elaborado con el apoyo de Nexus Locales (USAID). La visión del plan es a 20 años y forma parte de alcanzar el desarrollo sostenible para el municipio

²⁵ En los PDM la mitigación y adaptación al *cambio climático* es considerada en la introducción cuando aborda el énfasis en el prevención y gestión del riesgo. Por otra parte, indican que: “no debe quedarse en la mitigación sino en “(...) los procesos de adaptación al cambio climático” (PDM Totonicapán); en el objetivo general como punto de llegada del proceso de planeamiento en los municipios, como parte de la dimensión ambiental, como parte del fortalecimiento del sistema de seguridad alimentaria y nutricional, como proyecto de capacitación y uso de tecnología al cambio climático y como eje en el manejo sostenible de los recursos naturales.

en función de los posibles impactos generados por el cambio climático definiendo los responsables para iniciar las medidas de adaptación en el corto plazo (5 años).

Un dato importante, relacionado con la planificación y evaluación, de la gestión municipal es el ranking generado por SEGEPLAN donde los 341 municipios del país son evaluados en distintos indicadores. Los municipios de Totonicapán han sido ranqueados en una posición media baja en el Índice de Gestión Financiera en cuatro mediciones: 2013, 2016, 2018 y 2019.²⁶

Adicionalmente, en el año 2018, respecto al Indicador Gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos, todos los municipios del departamento fueron categorizados en un rango bajo. En el índice de servicios públicos cuatro municipios fueron calificados bajo y cuatro municipios fueron calificado medio -bajo.²⁷

²⁶ Índice de Gestión Financiera. Ranking de Gestión Municipal. SEGEPLAN. 2018.

²⁷ Índice de Servicios Públicos. Ranking de Gestión Municipal. SEGEPLAN. 2018.

8. MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE TOTONICAPÁN

8.1 Consideraciones para la sostenibilidad del Plan de Adaptación Departamental al Cambio Climático.

Considerando los escenarios futuros en el departamento de Totonicapán, el Plan de Adaptación al Cambio Climático es la respuesta institucional articulada con la finalidad dar cumplimiento a la ley y territorializar el Plan y Política de cambio climático. Es un instrumento técnico para la implementación de estrategias y acciones que mejoren las condiciones de adaptabilidad y reducir la vulnerabilidad en los objetos focales.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático del departamento de Totonicapán (PACCT) es la respuesta institucional liderado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en coordinación con la institucionalidad y sectores representativos en el Consejo Departamental de Desarrollo de Totonicapán que, a partir de comprender la vulnerabilidad ante las amenazas del cambio climático en el departamento, propone estrategias y acciones para llegar a ser un departamento resiliente.

Para tal propósito se ha definido una visión de largo plazo como punto de llegada, a partir del cual se trazó una ruta de acciones estratégicas que debe seguir sectores prioritarios y la institucionalidad pública en Totonicapán; el proceso conlleva compromiso para tomadores de decisiones, equipos técnicos responsables de la gestión sostenible de los recursos naturales (bosque y recurso hídrico), municipalidades, sociedad civil, iniciativa privada y organizaciones comunitarias.

Los principales desafíos identificados en el Plan Departamental de Desarrollo de Totonicapán, elaborado en el 2011 siguen vigentes; además es importante mencionar que se ha iniciado un proceso de actualización de éste. Algunos de los problemas diagnosticados se han agudizado; con el PACCT se debe incidir en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población de Totonicapán, especialmente la población en situación de vulnerabilidad socioeconómica, como comunidades lingüísticas y segmentos económico – productivo.

Es de reconocer que, todas las acciones sobre adaptación al cambio climático planteadas se sustentan en los marcos de política pública nacional y compromisos de la Agenda 2030 para alcanzar el desarrollo sostenible; además, en el Plan Nacional de Desarrollo Katún Nuestra Guatemala 2032 y las Prioridades Nacionales del Desarrollo, con los que se busca alcanzar los compromisos en materia del bienestar humano.

La adaptación al cambio climático es un desafío a nivel planetario; a nivel departamental es un desafío que puede atenderse siguiendo una agenda en la que ciudadanos y autoridades se comprometen a implementar medidas de adaptación, traducidas en estrategias de corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad frente a la ocurrencia de amenazas climáticas y reducir daños y pérdidas que los eventos climatológicos han provocado.

Por otra parte, en la medida que la población esté adecuadamente informada y participe organizada y activamente, el PACCT podrá concretarse en programas, planes y proyectos en los espacios actuales del poder local, intermunicipal y departamental con un conocimiento certero sobre las principales amenazas relacionadas al cambio climático y con una propuesta de intervención para fortalecer los procesos que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad y generar la adaptabilidad.

8.2 Visión

Para el año 2050, el departamento de Totonicapán está adaptado al cambio climático y mejorado la calidad de vida, se ha reducido la vulnerabilidad ante el aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones y eventos climáticos que afectan los sistemas bosque, agua para el consumo humano, producción agrícola e infraestructura, garantizando la participación en el desarrollo sostenible del pueblo K'iché y de las mujeres en el desarrollo sostenible.

8.3 Objetivos

8.3.1 Objetivo General:

Reducir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad adaptativa de mujeres y hombres, ante los efectos del cambio climático, logrando la resiliencia de los elementos estratégicos del desarrollo, especialmente del sistema natural bosque y agua, así como de los sistemas productivos y de infraestructura del departamento de Totonicapán.

8.3.2 Objetivos específicos:

- a) Promover la conservación y aprovechamiento sustentable de las cuencas del departamento de Totonicapán, como sistemas de recarga hídrica y de importancia para los municipios y otros departamentos.
- b) Reducir la vulnerabilidad y alcanzar la adaptabilidad al cambio climático de los sistemas de agua para el consumo humano, aguas servidas y desechos sólidos para el beneficio de la salud de los habitantes del departamento.
- c) Apoyar a productores de granos básicos, hortalizas, deciduos y aguacates a mejorar los sistemas productivos, reduciendo su vulnerabilidad ante las amenazas del cambio climático.
- d) Disminuir la degradación y pérdida de la superficie boscosa provocada por la tala o incendios, aumento de la frontera agrícola o explotación maderera

8.4 Estrategias de adaptación ante el cambio climático

8.4.1 Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca

La conservación de los sistemas naturales bosque y recurso hídrico, tienen una relación intrínseca con la generación de beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales de corto, mediano y largo plazo, que pueden verse afectados a causa de la disminución de las

precipitaciones o el aumento de la temperatura media. Al respeto del bosque, se requiere fortalecer los mecanismos actuales de conservación, restauración y manejo sostenible, a fin de garantizar el resguardo de la biodiversidad y los servicios ambientales que estos proveen, para fortalecer las estrategias y medios de vida de las familias y comunidades y facilitar su adaptación al cambio climático.

En consideración con lo anterior, reducir o evitar la degradación y pérdida de cobertura forestal, así como restaurar los paisajes forestales degradadas es imperativo para la adaptación al cambio climático: esto permitirá asegurar una adecuada regulación del ciclo hidrológico, el resguardo de las reservas y captura de carbono y disminuir los efectos del aumento de la temperatura en el clima local.

El sistema natural bosque y recurso hídrico constituye un eje estratégico de partida para que el departamento alcance la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático. La conservación de la superficie forestal, por otra parte, está asociada con el bienestar de otros sistemas como el productivo y la conservación del suelo, la calidad de los afluentes de agua y el bienestar humano en el departamento, que, en el caso de Totonicapán, es relevante por ser cabecera de cuencas y, por lo tanto, de recarga hídrica.

8.4.2 Servicios de agua y saneamiento, resilientes y eficaces

La gestión de la seguridad hídrica territorial se plantea como uno de los principales desafíos en el departamento en el contexto del cambio climático que, al interactuar con los problemas del desarrollo, alcanzan una magnitud compleja: esto es porque, el aumento del riesgo a eventos extremos como las sequías, aunado a los problemas de contaminación ambiental derivadas de la diversidad de actividades antrópicas, constituyen desafíos para asegurar la disponibilidad del agua en calidad y cantidades necesarias, que de no lograrse, contribuyen a agudizar situaciones de vulnerabilidad de las poblaciones y sus medios de vida, en consecuencia, el desarrollo económico.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, se plantea el desafío global de *Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos*, para el que se plantean medidas orientadas a la gestión sostenible de los ecosistemas forestales, la gestión adecuada e integral de la contaminación y los vertidos, que permitan mejorar la calidad del agua, así como afrontar los riesgos relacionados con su escasez. En cuanto al recurso hídrico en el departamento debe contemplar acciones para asegurar servicios de agua y saneamiento resilientes a manera que se comprendan como un sistema, parte del ciclo agua, del que dependen la salud y calidad de vida en forma directa.

8.4.3 Sistemas productivos, sostenibles y resilientes

El 74% de los productores en el departamento de Totonicapán están en el estrato de infra y subsistencia de granos básicos (MAGA, 2011) y el 16% son pequeños productores de deciduos, aguacate y hortalizas, es decir excedentarios que venden en el mercado local y nacional.

La afectación del cambio climático en el departamento se prevé en aumento de la temperatura, bajas precipitación y heladas. En este contexto el desafío estratégico es alcanzar el desarrollo de una agricultura resiliente frente a amenazas del cambio climático en consecuencia con la conservación de los recursos naturales como el bosque y el recurso hídrico. Al mismo tiempo, el sistema productivo agrícola debe fortalecerse reduciendo su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Dadas las condiciones productivas actuales el PACCT, aun cuando las condiciones climáticas sean poco favorables por aumento de la temperatura y sequía, recurrencia de heladas que afectan a zonas en seis municipios del departamento, es necesario:

- Desarrollo productivo asociativo tanto en la agricultura familiar de infra y subsistencia como en enclaves de pequeños productores excedentarios.
- Incentivar la tecnificación productiva para reducir la vulnerabilidad utilizando en forma adecuada los recursos naturales hídrico y suelo en armonía con los ecosistemas.
- Diversificar la producción para mejorar el sistema alimenticio actual.
- Mejorar y desarrollar los sistemas de riego con aprovechamiento de aljibes para captación de agua de lluvia a ser utilizados en época seca o de sequía.
- Fortalecer la incidencia de programas de capacitación y tecnificación.

El desarrollo del sector, en escenarios de cambio climático, debe hacer partícipe a los productores de procesos de tecnificación y capacitación. Para el efecto se debe ampliar la actual cobertura de los programas de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en forma coordinada con la iniciativa privada y sociedad civil organizada en el departamento.

8.4.4 Estudios de impacto ambiental con criterios de adaptación al cambio climático

Los estudios de impacto ambiental para el desarrollo de infraestructura deben contemplar la aplicación de criterios de cambio climático en el departamento, especialmente, en incluir evaluaciones de riesgo desde el diseño hasta la evaluación antes, durante y posterior a la infraestructura vial, en salud y educación.

8.4.5 Investigación para la adaptabilidad y reducción de la vulnerabilidad

Articular los esfuerzos departamentales entre institucionalidad pública, sociedad civil e iniciativa privada, para fortalecer los procesos de investigación, difusión (comunicación social) y aplicación de tecnologías apropiadas que fortalezcan la capacidad de adaptación y reducción de la vulnerabilidad al cambio climático de productores excedentarios y agroindustriales.

9. MARCO PROGRAMÁTICO

En este capítulo se encuentran dos tipos de tablas. En las primeras se ubican las estrategias, resultados proyectados al año 2050, el indicador de resultado, la línea base, la proyección de las metas quinquenalmente y el indicador de los ODS al que se aplica. Por cada resultado se generó una segunda tabla que ubica las acciones con metas a cumplir en los primeros cinco años del plan, responsables y corresponsables

Tabla 6. Estrategia 1.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca.	Para el año 2050, se ha recuperado 10,972 ha de superficie forestal.	50,750 ha de superficie forestal.	39,578 ha / 2016 ²⁸	41,000 ha de superficie forestal.	42,950 ha de superficie forestal.	44,900 ha de superficie forestal.	46,850 ha de superficie forestal.	48,800 ha de superficie forestal.	50,750 ha de superficie forestal.	ODS 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
	Para el año 2050, se ha reducido 120 ha la pérdida de superficie forestal.	4.2 ha de pérdida de superficie forestal.	138 ha / 2016 ²⁹	124.2 ha de pérdida de superficie forestal.	100.2 ha de pérdida de superficie forestal.	76.2 ha de pérdida de superficie forestal.	52.2 ha de pérdida de superficie forestal.	28.2 ha de pérdida de superficie forestal.	4.2 ha de pérdida de superficie forestal.	

28 SIFGUA. DINÁMICA FORESTAL 2010- 2016. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx>. Agosto 2021.

29 SIFGUA. DINÁMICA FORESTAL 2010- 2016. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx>. Agosto 2021. Pérdida de superficie forestal promedio por año.

Tabla 7. Resultados y acciones estrategia 1.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha recuperado 10,972 ha de superficie forestal.	Planes municipales, con participación de organizaciones indígenas y de mujeres en los municipios, para conservación y recuperación de la superficie forestal, con incidencia en zonas de recarga hídrica de cuenca.	Un plan por municipio	8 planes ejecución				X	Informe de ejecución	MARN INAB CONAP MUNICIPALIDADES	INFOM CONRED CODEDE
	Siembra de árboles con fines energéticos en asocio con otros cultivos.	Árboles por cuerda.	10 a 15 árboles por cuerda.			X		Reporte INAB	INAB	MARN Municipalidades Cooperativas Comunidades ONG de desarrollo con presencia en el departamento
	Incrementar los incentivos forestales en las zonas de recarga hídrica, gestionados por organizaciones comunitarias con enfoque de género.	30% de aumento e incentivos forestales en zonas de recarga hídrica.					X	Informe de incentivos forestales.	MARN INAB CONAP	CODEMA CODEDE
	Desarrollar el programa de educación ambiental en los centros educativos del departamento.	Programa de educación ambiental.	Un programa departamental.	X				Informe	MINEDUC	MARN INAB CONAP
	Estudio sobre utilización de energía renovable para las comunidades rurales.	Estudio departamental	Un estudio			X		Informe de estudio	MEM MARN	MARN INAB CONAP

Tabla 8. Resultados y acciones estrategia 1.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha reducido 120 Ha. la pérdida de superficie forestal.	Conformar organizaciones forestales comunitarias, con participación de mujeres para la conservación del bosque y especies endémicas.	En año 2024 estarán conformadas y funcionando dos organizaciones por municipio.	16 organizaciones conformadas y funcionando.			X			MARN INAB CONAP MAGA	Municipalidades CODEMA INFOM CONRED SEPREM CODEDE
	Plan municipal de estufas eficientes ejecutándose.	Plan formulado y ejecutándose para proveer estufas eficientes.	8 planes municipales.		X			Informe INAB	INAB MARN	MARN Municipalidades
	Instalación de sistemas de alerta ante siniestros (incendios), tala ilegal y pérdida de la superficie forestal en las zonas de recarga hídrica de las cuencas del departamento.	Un sistema instalado de alerta temprana de prevención de incendios por cuenca en el departamento.	6 sistemas de alerta temprana instalados.			X		Informe de CONRED	CONRED MARN INAB CONAP MAGA	Municipalidades CODEDE
	Desarrollar programa de información y sensibilización para el sostenimiento del bosque.	Programa desarrollado	Un programa departamental.	X				Informe	CONAP INAB MARN MINEDUC	Municipalidades

Tabla 9. Estrategia 2.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado	Metas del resultado						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Servicios de agua para el consumo humano y saneamiento, resilientes y eficaces.	Para el año 2050, se ha incrementado en 35 puntos porcentuales los hogares con servicio de agua entubada con infraestructura resiliente.	95% de hogares con agua entubada.	60%/2019 ³⁰	66% de hogares con agua entubada.	72% de hogares con agua entubada.	78% de hogares con agua entubada.	84% de hogares con agua entubada.	88 % de hogares con agua entubada.	95% de hogares con agua entubada.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad de agua y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
	Para el año 2050, se ha eliminado la contaminación bacteriológica en los sistemas de agua para consumo humano.	0 % de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	50/2018 ³¹	43% Contaminación bacteriológica.	35% Contaminación bacteriológica.	26% Contaminación bacteriológica.	18% Contaminación bacteriológica.	9% Contaminación bacteriológica.	0% Contaminación bacteriológica.	

³⁰ FUENTE: Censo Nacional de Población 2018. INE.

³¹ Fuente: Sistema de Información de Vigilancia de la Calidad del Agua -SIGSA/SIVIAGUA-

Tabla 10. Estrategia 2.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado *						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Servicios de agua y saneamiento, resilientes y eficaces.	Para el año 2050, se ha incrementado en 60 puntos porcentuales la cantidad de hogares cuentan sistemas comunales y municipales de drenaje de aguas residuales.	Porcentaje de sistemas comunales o municipales de drenaje de aguas residuales.	21% / 2019 ³²	31% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	41% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	51% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	61% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	71% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	81% de sistemas de drenaje de aguas residuales.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad de agua y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos
	Para el año 2031, los municipios cuentan con plantas de tratamiento que cubren el 100% de sus descargas	Cobertura del 100% de las descargas de todos los municipios	3 municipios ³³		100% de los municipios.					

³² Fuente: Censo Nacional de Población 2018. INE.

³³ Información MARN Totonicapán: 2021.

Tabla 11. Resultados y acciones estrategia 2.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha incrementado en 35 puntos porcentuales los hogares con servicio de agua entubada con infraestructura resiliente.	Construcción de sistemas de agua entubada con infraestructura resiliente.	Para el primer quinquenio del presente plan se han instalado agua entubada en el 7% de hogares a nivel departamental.	66% de hogares conectados con servicio de agua entubada.				X	Informe de planes por municipio	Municipalidades INFOM MSPAS MARN	MARN CODEDE
Para el año 2050, se ha eliminado la contaminación bacteriológica en los sistemas de agua para consumo humano.	Capacitación a Comisiones de Agua y Saneamiento de COCODES, con participación de mujeres, para prevenir y reducir la contaminación de sistemas de agua para consumo humano.	Comisiones inclusivas capacitadas a nivel departamental.	100% de comisiones capacitadas.				X	Informe de eventos de capacitación.	MSPAS. INFOM Municipalidades	UTD Centros de investigación privados, sociedad civil y universidades.
	Planes por de manejo de recurso hídrico para consumo humano con enfoque de cuenca y de género ³⁴ .	Un plan formulado por municipio	6 planes			X		Planes formulados	MARN ³⁵ MSPAS INFOM INAB CONAP Municipalidades	Centros de investigación privados, sociedad civil y universidades.

³⁴ Debe ser por cuencas de acuerdo con el Acuerdo Gubernativo 19-2021

³⁵ Se deben crear mesa técnica de Cuenca. Se debe hacer un inventario de cuencas en los siguientes cinco años con responsabilidad del MARN, otras entidades de estudio e investigación. Se tiene que generar un plan de cuenca por diez años según Acuerdo Gubernativo 19-2021.

Tabla 12. Resultados y acciones estrategia 2.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050 se ha incrementado en 60 puntos porcentuales la cantidad de hogares con sistemas de drenaje para aguas residuales.	Ampliar la cantidad de viviendas rurales conectadas a red de drenaje.	Para el año 2025, se ha ampliado en 10% la cantidad de viviendas conectadas a red de drenaje.	31 % de hogares rurales ³⁶				X	Informe de hogares conectados.	MSPAS INFOM Municipalidades	CODEMA CODEDE
	Planes municipales para la gestión de sistemas de drenajes comunitarios con participación de organizaciones de mujeres en los COCODES.	Planes de gestión de sistemas de drenajes, en todos los municipios.	8 planes				X	Planes municipales.	MSPAS. INFOM Municipalidades	CODEMA CODEDE

³⁶ Fuente: Censo Nacional de Población 2018. INE.

Tabla 13. Resultados y acciones estrategia 2.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2031, los municipios cuentan con plantas de tratamiento que cubren el 100% de sus descargas³⁷	Evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidas.	En el año 2024 se cuenta con el diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Diagnóstico finalizado.		X			Informe circunstanciado de diagnóstico.	Municipalidades MSPAS. INFOM MARN	CODEMA CODEDE
	Construcción, con criterios de resiliencia, y mejoramiento de eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Plantas de tratamiento de aguas residuales funcionando con alto nivel de eficiencia.	Número de plantas construidas.				X	Informe de plantas construidas en el quinquenio.	MSPAS. INFOM Municipalidades MARN	CODEMA CODEDE
	Construcción con criterios de resiliencia y mejoramiento de eficiencia de plantas de tratamiento de residuos sólidos.	Plantas de tratamiento de desechos sólidos funcionando con alto nivel de eficiencia.	100% de plantas de tratamiento.				X	Plantas de tratamiento funcionando eficientemente.	MSPAS. INFOM Municipalidades MARN	CODEMA CODEDE

³⁷ Consulta a MARN /Tonicapán.

Tabla 14. Estrategia 3.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado ³⁸						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Sistemas productivos, sostenibles y resilientes.	Para el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de maíz en 36 qq/mz.	45 qq /mz.	32qq/mz 2019	35 qq /mz del rendimiento del maíz.	37 qq /mz del rendimiento del maíz.	41 qq /mz del rendimiento del maíz.	42 qq /mz del rendimiento del maíz.	44 qq /mz del rendimiento del maíz.	45 qq /mz del rendimiento del maíz.	ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora en la nutrición y la agricultura sostenible
	Par el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de frijol en 7 qq/mz.	10 qq /mz	7 qq /mz 2019	7 qq /mz de rendimiento de frijol.	8 qq /mz de rendimiento de frijol.	8 qq /mz de rendimiento de frijol.	9 qq /mz de rendimiento de frijol.	9 qq /mz de rendimiento de frijol.	10 qq /mz de rendimiento de frijol.	
	Para el año 2050 se ha incrementado el rendimiento de aguacate en 100 qq/mz.	260 qq /mz	159qq/mz 2016	160 qq /mz de rendimiento de aguacate.	175 qq /mz de rendimiento de aguacate.	190 qq /mz de rendimiento de aguacate.	220 qq /mz de rendimiento de aguacate.	235 qq /mz de rendimiento de aguacate.	260 qq /mz de rendimiento de aguacate.	

³⁸ Las líneas base se calculó con base al Agro en Cifras: MAGA 2016.

Todas las proyecciones se calcularon con opinión de experto en el tema en departamento de Totonicapán.

Tabla 15. Estrategia 3.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado ³⁹						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Sistemas productivos, sostenibles y resilientes.	Para el año 2050, se ha sostenido el rendimiento de melocotón en 180qq/mz.	300 qq/mz	300qq/mz 2016	300 qq /mz de rendimiento.	300 qq /mz de rendimiento.	300 qq /mz de rendimiento.	300 qq /mz de rendimiento.	300 qq /mz de rendimiento.	300 qq /mz de rendimiento.	ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora en la nutrición y la agricultura sostenible
	Para el año 2050, se ha reducido la pérdida de melocotón en 23% de ha afectadas por helada.	4% de pérdidas en la cosecha de melocotón.	27% de pérdidas.	22% de pérdidas.	18% de pérdidas.	15% de pérdidas.	11% de pérdidas.	8% de pérdidas.	4% de pérdidas.	
	Para el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de manzana en 45 qq/mz.	135 qq/mz.	85/qq/mz 2016	90 qq/mz de rendimiento.	95 qq/mz de rendimiento.	100 qq/mz de rendimiento.	110 qq/mz de rendimiento.	120 qq/mz de rendimiento.	130 qq/mz de rendimiento.	ODS 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
	Para el año 2050, se ha reducido en 23 Ha la perdida por helada de manzana.	4% de pérdidas en la cosecha de manzana derivado de las heladas.	27% de pérdidas en la cosecha de manzana derivado de las heladas.	22% de pérdida.	18% de pérdida.	15% de pérdida.	11% de pérdida.	8% de pérdida.	4% de pérdida.	

³⁹ Todas las proyecciones se calcularon con opinión de experto en el tema en departamento de Totonicapán.

Tabla 16. Resultados y acciones estrategia 3

Resultados	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
<p>Para el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de maíz en 36 qq/mz.</p> <p>Par el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de frijol en 7 qq/mz.</p>	Conformar asociaciones de productores y productoras de granos básicos en cada municipio.	Una asociación por municipio.	8 asociaciones conformadas con participación de mujeres		X			Asociaciones de productores de granos básicos.	MAGA	CODEMA CODEDE Sociedad civil
	Tecnificar la producción hacia un sistema de producción orgánico para control de plagas y enfermedades.	Cantidad de ha /cultivada con sistema de producción orgánico.	No. hectáreas cultivadas con producción orgánica.			X		Informe de producción orgánica	MAGA	CODEMA CODEDE Sociedad civil
	Implementación de sistemas de riego con captación de agua de lluvia.	Hectáreas con cobertura de sistemas de riego con captación de agua de lluvia.	% de hectáreas cultivadas con riego con captación de agua de lluvia.				X	Informe de sistemas implementados.	MAGA	CODEMA CODEDE Sociedad civil

Tabla 17. Resultados y acciones estrategia 3

Resultados	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
<p>Para el año 2050, se ha incrementado o el rendimiento de maíz en 36 qq/mz.</p> <p>Par el año 2050, se ha incrementado o el rendimiento de frijol en 7 qq/mz.</p>	Aplicación de prácticas de conservación de suelos con enfoque cuenca.	En el año 2025, el 10% de hectáreas cultivadas de granos básicos se hace con prácticas de conservación de suelos.	10 % de hectáreas cultivadas con prácticas de conservación de suelo.				X	Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE
	Plan de capacitación para aplicación de técnicas de humedad del suelo con enfoque de cuenca.	Un plan por cuenca en el departamento.	Seis planes en departamento.			X		Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE
	Ampliar los beneficiarios, incluyendo a productoras, de los programas del MAGA dirigido a productores de infra y subsistencia en el departamento.	Anualmente se amplía en 25% la cantidad de beneficiarios del MAGA de los programas dirigidos a productores de infra y subsistencia.	100% de ampliación de beneficiarios en el departamento.	X	X	X	x	Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE
	Programa de apoyo financiero a productores y productoras de infra subsistencia para el control de plagas o enfermedades de sus cultivos.	Programa formulado.	Un programa departamental.	X				Programa formulado.	MAGA	CODEMA CODEDE

Tabla 18. Resultados y acciones estrategia 3.

Resultados	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha sostenido el rendimiento de melocotón en 180qq/mz. Para el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de manzana en 45 qq/mz.	Conformar asociaciones de productoras y productores excedentarios deciduos y aguacate.	En el año 2023, se han formado por lo menos 1 asociación con participación de mujeres, en cada municipio.	Número de asociaciones conformadas y funcionando.			X		Actas constitutivas de asociaciones.	MAGA	CODEMA CODEDE Sociedad Civil
Para el año 2050 se ha incrementado el rendimiento de aguacate en 100 qq/mz.	Implementación de sistemas de riego con captación de agua de lluvia para deciduos.	En el año 2025, el 10% de hectáreas de cultivos de deciduos son irrigadas con agua de lluvia.	10% de hectáreas de cultivos de deciduos.				X	Informe de implementación de sistemas de riego.	MAGA	CODEMA CODEDE

Tabla 19. Resultados y acciones estrategia 3.

Resultados	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable	
<p>Para el año 2050, se ha sostenido el rendimiento de melocotón en 180qq/mz.</p> <p>Para el año 2050, se ha incrementado el rendimiento de manzana en 45 qq/mz.</p> <p>Para el año 2050 se ha incrementado el rendimiento de aguacate en 100 qq/mz.</p>	<p>Aplicación de prácticas de conservación de humedad del suelo.</p>	<p>Para el año 2025, el 10% de la superficie cultivada de deciduos aplica técnicas de conservación de humedad de suelos.</p>					X	<p>Informe de aplicación de técnicas de conservación de humedad de suelo.</p>	MAGA	<p>CODEMA CODEDE</p>	
	<p>Asistencia técnica para aplicar prácticas agrícolas más eficientes para manejo adecuado de plagas, sostener humedad del suelo y fertilización de cultivos.</p>	<p>Al finalizar el primer quinquenio del plan 10% de productores y productoras de cada municipio han sido asistidos técnicamente eficientes para manejo adecuado de plagas, sostener humedad del suelo y fertilización de cultivos.</p>	<p>% de productores y productoras de cada municipio han sido asistidos técnicamente eficientes para manejo adecuado de plagas, sostener humedad del suelo y fertilización de cultivos.</p>					X	<p>Informe de asistencia técnica del MAGA.</p>	MAGA	<p>CODEMA CODEDE</p>
	<p>Proyecto para la certificación de producción de frutas para facilitar el comercio tanto a nivel nacional como internacional.</p>	<p>Para el año 2022, se cuenta con un proyecto departamental para generar procesos de certificación de producción de frutas en el departamento.</p>	<p>Proyecto formulado.</p>	X					<p>Proyecto</p>	MAGA	<p>CODEMA CODEDE</p>

10. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El seguimiento y evaluación es un componente fundamental del mecanismo de gestión dentro de cualquier organización. La USAID, citando al PNUD, indica que un buen sistema de seguimiento y evaluación identifica áreas de mejora, determina si el progreso es resultado del trabajo realizado y ayuda a realizar cambios necesarios para corregir errores o resultados no deseados; en resumen, el seguimiento y evaluación son procesos que sirven para (USAID, s.f.):

1. Mejorar el desempeño.
2. Fortalecer la toma de decisiones.
3. Contribuir al aprendizaje organizacional.
4. Mejorar la rendición de cuentas.
5. Contribuir al conocimiento del sector.

Para realizar el seguimiento y la evaluación se hace necesario contar con información sobre los indicadores que se han planteado en el Marco Programático del plan. La USAID, citando a Berumen (2010), menciona que “los indicadores permiten especificar la forma en que se verificará el grado de cumplimiento de los resultados y objetivos”; es importante que los mismos sean objetivos y comparables para facilitar una medida estandarizada.

Los indicadores cumplen la función de mostrar información clara y objetiva sobre el desempeño y el cumplimiento de las metas establecidas en el marco estratégico del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático; por lo cual, “deben medir el logro de los objetivos planteados” (USAID, s.f.). Esta fuente menciona que “como cada nivel del marco se encuentra asociado a metas con diferente grado de complejidad, es necesario establecer indicadores que permitan monitorear los diferentes niveles de resultados”.

La desagregación de indicadores implica desglosar datos en subcategoría relevantes. Los indicadores se pueden desagregar de varias formas, pero es importante tener claro cuál es la información que se necesita y para que se va a utilizar. Lo anterior, evita tener un sistema de seguimiento y evaluación complejo y poco gestionable. (USAID, s.f.)

Integrar el género y poblaciones vulnerables al sistema de seguimiento y evaluación va más allá de la desagregación de un indicador. En su “nivel más básico”, su integración, requiere el análisis de datos estratificados por sexo/grupo y determinar las diferencias en la implementación de determinada intervención. Idealmente, el seguimiento de género y grupos vulnerables, “también deben incluir indicadores sensibles a éstos”. (USAID, s.f.)

Atendiendo a los elementos antes indicados, el seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático se desarrolla con los siguientes objetivos:

10.1. Objetivos

10.1.1. Objetivo general

Apoyar la gestión estratégica y operativa del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Tonicapán brindando los lineamientos metodológicos generales del seguimiento y evaluación como insumos para que las instancias responsables de su implementación garanticen el logro de los resultados.

10.1.2. Objetivos específicos

Proveer de elementos conceptuales básicos sobre seguimiento y evaluación de la planificación estratégica y orientar a las instituciones para facilitar la generación de evidencias que permitan realizar un adecuado seguimiento y evaluación del plan.

Definir criterios, herramientas y contenidos básicos para los procesos de seguimiento y evaluación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Tonicapán.

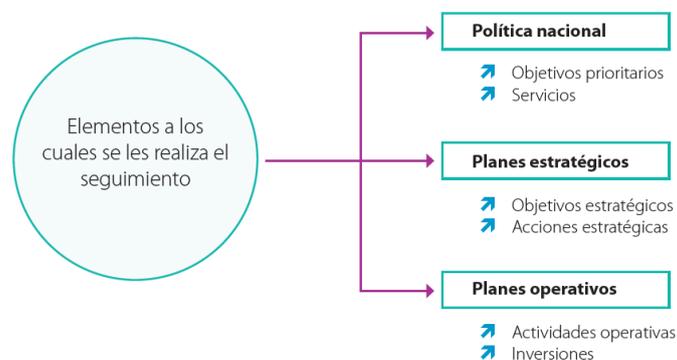
Identificar actores claves para la gestión de información requerida en el proceso de seguimiento y evaluación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Tonicapán.

10.2. Conceptos básicos de seguimiento y evaluación

10.2.1. Seguimiento de políticas y planes

El seguimiento es un proceso continuo, oportuno y sistemático donde se analiza el avance del cumplimiento de políticas o planes. Comprende la recopilación periódica y registro sistematizado de información, incluyendo el análisis comparativo sobre “lo obtenido respecto a lo esperado” (CEPLAN, 2021). De acuerdo con esta fuente, los logros esperados y metas son los valores proyectados del indicador, el cual es el principal medio para el seguimiento, junto a las metas físicas y financieras para los planes operativos. Los elementos a los cuales se realiza el seguimiento son los que se presentan en la siguiente figura.

Figura 2. Elementos de política y planes sujetos a seguimiento



Fuente: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico -CEPLAN-

10.2.2. Evaluación de políticas y planes

Según CEPLAN (2021) la evaluación es un análisis objetivo, integral y sistémico de una política o plan, sobre su diseño, implementación y sus resultados. Además, establece que “la evaluación busca determinar la pertinencia, la verificación del cumplimiento de los logros esperados y, la identificación de las lecciones aprendidas”.

10.2.3. Tipos de evaluación

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) incluye, en la guía para el seguimiento y evaluación de políticas nacionales y planes del SINAPLAN, la evaluación de diseño, evaluación de implementación y la evaluación de resultados. Considerando la importancia de la evaluación de impacto para el análisis del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático; a continuación, se presentan las definiciones de los cuatro tipos de evaluación indicados anteriormente.

Evaluación de diseño: Examina la coherencia interna y externa de políticas y planes acorde al conocimiento integral de la realidad y el futuro deseado del territorio.

Evaluación de implementación: Analiza el cumplimiento de las acciones estratégicas y servicios a través de las intervenciones que implementan los actores que operan en el territorio. El énfasis de esta evaluación se encuentra en los medios para alcanzar los objetivos.

Evaluación de resultado: Analiza el logro de los objetivos de la política o plan, contrastando las acciones implementadas con los resultados obtenidos; a fin de identificar los factores que contribuyeron o dificultaron el desempeño de la política o plan en términos de eficacia o eficiencia. El énfasis de esta evaluación se encuentra en el cumplimiento de los objetivos.

Evaluación de impacto: Permite medir, mediante el uso de metodologías rigurosas, los efectos que una intervención puede tener sobre su población beneficiaria y conocer si dichos efectos son en realidad atribuibles a su ejecución. Su principal reto es determinar qué habría pasado con los beneficiarios si la intervención no hubiera existido. (SHCP, 2017)

10.3. Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Tonicapán

10.3.1. Proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

Recopilación de datos e información

Esta actividad consiste en el levantamiento de información, generada o reportada por instancias públicas, privadas o sociedad civil, principalmente de información, cuantitativa y cualitativa, requerido para el seguimiento de indicadores y el avance físico y financiero de las actividades operativas, en un período determinado.

Los datos y/o información a recopilar se harán de acuerdo con lo establecido en las fichas técnicas de los indicadores o al proceso definido para la recopilación de información física y financiera de las actividades operativas. Para el caso de información cualitativa, la instancia responsable del seguimiento de determinado

indicador deberá de recopilar información sobre acontecimientos que pudieron influir en el cumplimiento o incumplimiento de metas y resultados.

Registro sistematizado de datos e información

El registro de datos se hará de acuerdo con lo requerido en los formatos incluidos en el anexo de este capítulo. Es importante que la información registrada este previamente validada por la instancia responsable de la información.

Análisis descriptivo

El objetivo del análisis es explicar los motivos del cumplimiento o incumplimiento de las metas o resultados establecidos en el componente estratégico del Plan de adaptación. Con base a ello, se pueden emitir alertas para la corrección o mejora de determinada intervención.

10.3.2. Seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

La Comisión Departamental de Medio Ambiente o la Delegación Departamental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales será la instancia que lidere el proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático de Tonicapán.

El seguimiento a los indicadores de los objetivos/acciones/resultados estratégicos se realizará mediante el formato que se denomina "seguimiento de indicadores" (formato 1). El responsable de cada indicador, establecido en la ficha técnica respectiva, será el encargado de la recopilación y registro de los valores obtenidos.

Tabla 20. Formato 1. Matriz para Seguimiento de indicadores:

Indicador	Línea base		Meta	% avance acumulado en el corto ⁴⁰ plazo					% de la meta cumplida
	Año	Valor		2022	2023	2024	2025	Logro	
Objetivo/Acción/Resultado:									

Fuente: Elaboración propia con base a información del libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos (USAID, s.f.)

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) indica que, para la recopilación de información cualitativa, el responsable de cada indicador debe de considerar lo siguiente.

1. Considerando la información cuantitativa, recopilada y registrada, el responsable debe establecer el cumplimiento o incumplimiento de la meta o resultado establecido.

⁴⁰ Este formato se utilizará para el seguimiento a los indicadores en el mediano y largo plazos. Se recomienda, para el mediano plazo, establecer una temporalidad del año 2026 al año 2030, ya que al 2030 se tendrá que evaluar el cumplimiento de las metas e indicadores de la Agenda de Desarrollo Sostenible (ODS).

2. En caso de incumplimiento, el responsable debe de plantearse las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué intervención o acontecimiento se desarrolló, en el año de análisis, para el incumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - b. ¿Cuáles fueron los motivos más importantes del incumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - c. ¿Cuáles fueron las limitantes para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?

3. En caso de cumplimiento, el responsable debe plantearse las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué intervención o acontecimiento se desarrolló, en el año de análisis, para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - b. ¿Cuáles fueron los motivos más importantes del cumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - c. Si aplica, considerar la pregunta ¿Qué buenas prácticas se establecieron para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?

Con base a la información cuantitativa y cualitativa generada, la Comisión Departamental de Medio Ambiente en conjunto con los responsables de los indicadores, realizará el análisis respectivo sobre el avance de los objetivos y acciones del Plan.

10.3.3. Seguimiento a las actividades operativas del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

Las Unidades administrativas Financieras de las instancias responsables de los indicadores y/o las municipalidades serán la fuente de información para la planificación operativa (Formato 2) y en el tablero de mando mensual (Formato 3) del Plan, específicamente para el seguimiento del avance físico y financiero mensual y cuatrimestral requerido.

Tabla 21. Formato 2: Matriz de Planificación operativa

Acción estrategia	Responsable	Actividad	meta anual	Medio de verificación	Municipio	Cuantificación mensual (indicar la temporalidad en la cual se va a implementar la actividad)								Responsable directo	Insumos	Cantidad	Costo Unitario Q.	Costo total Q.
						T1				T2								
						M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4					
Nombre del Departamento:																		
Estrategia:																		
Resultado:																		

Fuente: Elaboración propia con base a información del MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022 (UNICEF-OPS-UNFPA, s.f.)

En el formato 3, tablero de mando mensual, se incluye información de avances y brechas estimadas, para lo cual es importante incluir, en el análisis requerido, los motivos y limitaciones por los cuales no se consiguieron las metas establecidas. De acuerdo con

el CEPLAN (2021) "a través del seguimiento financiero se pueden identificar problemas de gestión, los cuales pueden dificultar el logro de los resultados".

Tabla 22. Formato 3: Tablero de mando mensual

Acción estratégica	Responsable	Actividad	Municipio	Ejecución física					Ejecución financiera					Responsable del seguimiento
				Meta				Análisis y recomendaciones (incluir medios de verificación)	Meta				Análisis y recomendaciones (incluir medios de verificación)	
				Planificada	Avance	Brecha	% avance		Planificada	Avance	Brecha	% avance		
Nombre del Departamento:														
Estrategia:														
Resultado:														

Fuente: Elaboración propia con base a información del MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022 (UNICEF-OPS-UNFPA, s.f.)

El formato 4, "Seguimiento a la planificación operativa" se ha desarrollado con el propósito de realizar el monitoreo de las actividades operativas en el corto, mediano y largo plazos. Para el Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha establecido el período 2022 al 2025 como corto plazo. Se recomienda establecer el período 2026 al 2030 como mediano plazo, considerando que existen indicadores del Plan que están vinculados a las metas e indicadores de la Agenda de Desarrollo Sostenible (ODS).

Tabla 23. Formato 4: Seguimiento a la planificación operativa en el corto plazo, mediano plazo y largo plazo

Actividad	Responsable	Medio de verificación	Estado	% de avance	Corto plazo				Mediano plazo					Largo plazo					
					2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2048	2049
Nombre municipio/Departamento:																			
Estrategia:																			
Resultado:																			
Acción estratégica:																			

Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan para la Reducción de la Vulnerabilidad e Impactos del Cambio Climático en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Litoral Pacífico de Guatemala. (MARN&PNUD, 2018)

10.3.4. Evaluación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

La evaluación permitirá retroalimentar al Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático al proveer recomendaciones y propuestas de mejora para las acciones y actividades implementadas y planificadas, fortaleciendo la gestión estratégica y operativa de la misma; para lo cual, es necesario contar con información de calidad generada en el proceso de seguimiento.

En el libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos (USAID, s.f.) se menciona que la "la evaluación al ser una herramienta que revela la "realidad" de las intervenciones públicas, podría influenciar de manera positiva a la toma de decisiones más oportunas y sustentadas por evidencia. En ese sentido, la evaluación ayuda a conocer qué es lo que probablemente suceda, está sucediendo y ha sucedido como consecuencia de una intervención y de este modo, identificar formas de obtener más de los beneficios deseados".

10.3.5. Componentes básicos para orientar el diseño de una evaluación

La UNICEF/CIPPEC (2012) incluyen, en el manual de monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales, siete componentes indispensables para orientar el diseño de una evaluación (Di Virgilio, María Mercedes, 2012), los cuales se describen brevemente a continuación.

Descripción de la política, programa o proyecto. Consiste en describir la intervención a evaluar; es decir, el objeto de evaluación. Por ejemplo, si la evaluación toma como objeto un programa en ejecución o finalizado, se deberá reconstruir y describir el "recorrido de transformaciones que a través dicha intervención.

Identificación de los actores involucrados. El componente descrito anteriormente se complementa con la identificación de los actores involucrados, los cuales pueden ser "organizaciones o individuos con algún tipo de incidencia".

Identificación, definición y descripción del problema. Los dos primeros componentes aportan al esclarecimiento del "campo" sobre el cual se sitúa la evaluación. Este componente se orienta a determinar cuál es el problema sobre el cual se pretende intervenir.

Objetivo y preguntas en el marco de la investigación evaluativa. Una vez definido el problema, es necesario establecer "el para qué de la evaluación". Para esto hay que considerar los siguientes cuestionamientos: ¿Qué preguntas se desean responder a partir de la evaluación? ¿Cuáles serán los objetivos de la evaluación?

Construcción de la evidencia empírica. Para obtener la evidencia es necesario recopilar la información que permita responder a las preguntas y cumplir los objetivos establecidos en el componente anterior. En este proceso el evaluador o evaluadora diseñará y aplicará los instrumentos pertinentes para la recopilación de la información.

Procesamiento y análisis de datos. Los resultados de este proceso permiten establecer conclusiones y recomendaciones.

Socialización de resultados. La comunicación de los resultados puede realizarse de distintas maneras, según los recursos disponibles, destinatarios y objetivos de la evaluación.

10.3.6. Consideraciones generales para la evaluación de implementación y resultados del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

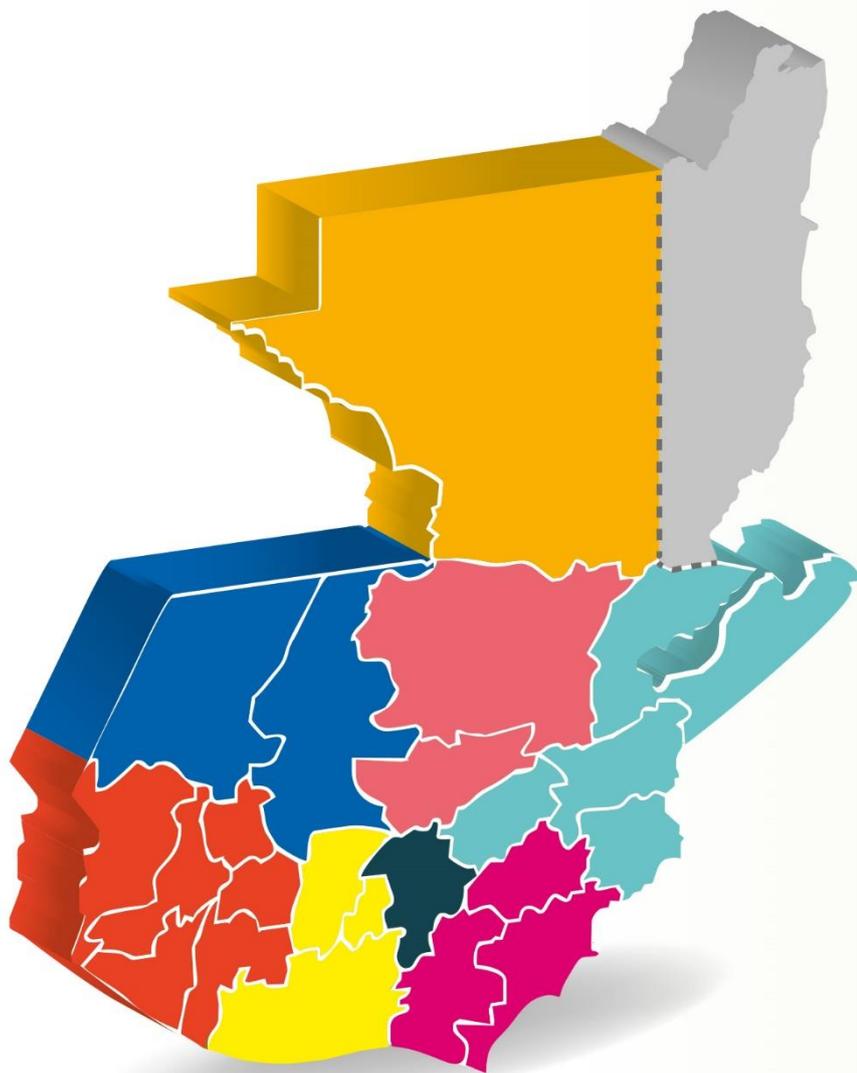
El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) establece, para la evaluación de implementación y resultados de políticas y planes, los siguientes pasos orientadores:

1. Designar a un equipo de evaluación.
2. Utilizar los insumos del proceso de seguimiento y otros estudios.
3. Desarrollo de reuniones con actores claves.
4. Elaborar y consolidar el informe de evaluación.
5. Aprobar el informe de evaluación.
6. Difusión del informe de evaluación.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro Marroquín, G., & Gómez, R. (2019) Antecedentes y contexto del cambio climático en Guatemala. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. (pp. 20–39). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Bardales, W., Castañón, C., & Herrera, J. (2019). Clima de Guatemala, tendencias observadas e índices de cambio climático. En Castellanos, E., A. Paiz, E., Escribá, J., Rosales, M., & Santizo, A. (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Biota, S.A. & TNC. (2014). Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala. Guatemala: CNCG.
- CEPAL y SEGEPLAN. (2005). Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan, octubre de 2005.
- CEPAL. 2018. Economía del cambio climático.
- FAO. (2011). Informe de situación sobre daños de la Depresión Tropical E-12 Al 13 de octubre de 2011. Guatemala.
- González, I. (1999). Manual del Cultivo del Melocotón. PROFRUTA. 1999.
- González, I; Ruano, J. 2006. Manual del cultivo de melocotón. Guatemala. PROFRUTA. 44 p.
- INSIVUMEH (2014). Departamento de Investigación y Servicios Climáticos. Variabilidad y cambio climático en Guatemala. Guatemala.
- IARNA. (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida. Guatemala: IARNA-URL.
- IARNA-URL. (2005). Amenazas al Ambiente y Vulnerabilidad Social en Guatemala. Guatemala: URL.
- ICTA. (2015). Recomendaciones técnicas para el cultivo de maíz en el altiplano central. Afiche. Guatemala: ICTA. Recuperado de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/Maiz%20Altiplano%20Central%20final%202015.pdf>.
- IIDES-URL, y ONU-Mujeres. (2012). Estudio de potencial económico y propuesta de mercado territorial de la cuenca del río Samalá. Guatemala. Guatemala: URL
- INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG, URL. (2019). Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de la cobertura forestal 2010 - 2016. Guatemala.
- INAB-CONAP. (2015). Mapa de cobertura forestal por tipo y subtipo de bosque para la república de Guatemala, 2012. Guatemala.
- INE. (2019) XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Guatemala 2019.
- OPS/OMS. (2006) Crónica de un desastre: Tormenta Tropical Stan en Guatemala: informe de actividades desarrolladas en la atención y control de los daños por el huracán Stan en Guatemala con fondos de donantes para el Flash Appeal. Período de Emergencia, octubre 2005, marzo 2006. Recuperado de https://kipdf.com/queue/iii-cronica-de-un-desastre-tormenta-tropical-stan-en-guatemala_5ac8b3c71723ddb4e09fc8b3.html
- López, M. (2007) Recomendaciones para el cultivo de melocotón (*Prunus pérsica* Stokes) en el occidente de Guatemala. Tesis de Grado. Guatemala: FAUSAC.
- MAGA, 2020. Informe de daños ocasionados por las depresiones tropicales ETA e IOTA y Análisis de las principales variaciones de precios en mercados mayoristas.
- MAGA. 2012. Plan de contingencia ante ocurrencia de heladas y sus efectos en el sector agropecuario de Guatemala: temporada de frentes fríos 2015-2016. Guatemala: DIGERGR-MAGA.
- MAGA, SESAN, ATUE/APSAN, y AID. (2011). Diagnóstico de la Región de Occidente de Guatemala. Guatemala: MAGA. Recuperado de <https://www.maga.gob.gt/download/diagnostico-occ.pdf>

- MARN&PNUD. (2018). Plan para la Reducción de la Vulnerabilidad e Impactos del Cambio Climático en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Litoral Pacífico de Guatemala. Tomo II. Guatemala, Guatemala.
- MINECO. (2017). Perfil Departamental de Totonicapán.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013) Diagnostico de la Región de Occidente de Guatemala.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2016). El Agro en Cifras.
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2013). Informe sobre la gestión integral del riesgo de desastres en Guatemala.
- Orellana Polanco, Aspectos Generales y Guía Para El Manejo Agronómico del Maíz, ICTA. Guatemala, 2014.
- Paris Rivera, Wener Ochoa & Marvin Salguero. Los escenarios representan misiones altas en el RCP_8.5, emisiones medias alta en el RCP_6.0, emisiones medias baja RCP_4.5 y emisiones bajas en el RCP_2.6. (IPCC, 2014a). 2020.
- Rivera, P., Bardales, W., & Ochoa, W. (2019). Escenarios futuros de cambio climático para Guatemala. En E. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Salvo, J. (2018). Jornadas técnicas sobre aguacate. Presentación power point, recuperado de: <https://www.icia.es/icia/download/Aguacate/04.pdf>
- SEGEPLAN. (2019). Ranking de la Gestión Municipal 2018. Guatemala.
- SEGEPLAN. (2015). Plan de recuperación y transformación.
- SEGEPLAN y CONRED. (2010). Evaluación de daños y pérdidas sectoriales y estimación de necesidades ocasionados por desastres naturales en Guatemala entre mayo septiembre de 2010
- UNICEF-OPS-UNFPA. (s.f.). MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022. Guatemala, Guatemala.
- USAID. (s.f.). Paquete de monitoreo y evaluación: libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos. México, México.
- SEGEPLAN. (2005). Efectos en Guatemala e las lluvias tropicales y la tormenta tropical Stan, octubre de 2005. Guatemala.
- URL-IARNA. (2013). Prácticas de adaptación de la agricultura al cambio climático que ya están siendo adoptadas por los pequeños agricultores del altiplano occidental de Guatemala. Guatemala: IARNA. Recuperado de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00K9XN.pdf
- Uribe, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. CEPAL. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1#:~:text=Entre%20los%20principales%20impactos%20del,y%20el%20C%20aribe%2C%20se%20incluyen%3A&text=Afectaci%C3%B3n%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20de,humedales%20\(IPCC%2C%202007\).](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1#:~:text=Entre%20los%20principales%20impactos%20del,y%20el%20C%20aribe%2C%20se%20incluyen%3A&text=Afectaci%C3%B3n%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20de,humedales%20(IPCC%2C%202007).)
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. y Alpízar, F. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). Recuperado de https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf



8 REGIONES DE GUATEMALA

- Metropolitana
- Norte
- Nor-Oriente
- Sur-Oriente
- Central
- Sur-Occidente
- Nor-Occidente
- Petén
- Diferendo Territorial, Insular y Marítimo pendiente de resolver