

Consejo Nacional de Cambio Climático

# Líneas de Investigación en Cambio Climático

Guatemala julio de 2017



Consejo Nacional  
de Cambio Climático

# Líneas de Investigación en Cambio Climático

---

Guatemala, julio de 2017

Para dar cumplimiento al Artículo 7 de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013).

Agradecimiento especial a:

#### **Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

#### **Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC)**

Secretaría Técnica, Universidad del Valle de Guatemala y a los Grupos de Trabajo:

- Ciencia del Clima
- Adaptación y Vulnerabilidad
- Mitigación e Inventarios de Gases de Efecto Invernadero

#### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

Giovanny Tobar, Representante titular de la USAC ante el Consejo Nacional de Cambio Climático

#### **Entidades que contribuyeron:**

Agradecemos a las siguientes entidades que contribuyeron al logro de este documento a través de su participación e información:

- Asociación de Investigación y Estudios Sociales
- Asociación Guatemalteca de Exportadores
- Asociación Guatemalteca de Alcaldes y Autoridades Indígenas
- Banco Interamericano de Desarrollo
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- Centro de Estudios Conservacionistas
- CMI Energía
- Comisión Nacional de Energía Eléctrica
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas
- Dirección General de Investigación, USAC
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
- Fondo Mundial para la Naturaleza
- Fundación Defensores de la Naturaleza
- Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente en Guatemala
- Geo Tecnológica
- Global Alliance for Clean Cookstoves
- Green Development
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (GIMBUT)
- Instituto Nacional de Bosques
- Instituto Nacional de Electrificación
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
- Mesa Indígena de Cambio Climático
- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
- Ministerio de Educación
- Proyecto de Desarrollo con Bajas Emisiones
- Rainforest Alliance
- Red Nacional de Formación e Investigación Ambiental
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
- Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
- The Nature Conservancy
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Universidad del Valle de Guatemala
- Universidad Galileo
- Universidad Mariano Gálvez
- Universidad McGill

Con el apoyo de:



Este documento es posible gracias al generoso apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de su Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido de este documento es responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y del Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala y no necesariamente refleja las opiniones de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos de América.

Se permite la reproducción de este documento, total o parcial, siempre que no se alteren los contenidos ni los créditos de autoría.

Diseño e impresión:



3a. avenida 14-62, zona 1  
PBX: (502) 2245-8888  
www.serviprensa.com

Portada y diagramación: Nancy Sánchez

Revisión textos: Jaime Bran

Esta publicación fue impresa en septiembre de 2017.

La edición consta de 500 ejemplares en papel bond blanco 80 gramos.

# Índice

<b>Carta del Ministro</b> .....	<b>7</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>9</b>
<b>Prólogo</b> .....	<b>11</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>13</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>17</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>19</b>
<b>Líneas de Investigación</b>	
<b>A. Ciencia del Clima</b> .....	<b>21</b>
Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente .....	23
Sistematización de análisis climáticos elaborados por el INSIVUMEH en respuesta a requerimientos institucionales para pronósticos .....	23
Mecanismos climáticos que alteran las variables climáticas, meteorológicas e hidrológicas de Guatemala (Período 1970-2016) Escenarios de clima a futuro .....	24
Paleoclimatología (Holoceno tardío año 0 a la actualidad) .....	24
Oceanografía .....	24
Conocimiento indígena .....	24
Educación .....	24
Economía .....	24
<b>B. Adaptación</b> .....	<b>25</b>
Ecosistemas y Biodiversidad .....	27
Marino-costero.....	27
Ecosistemas terrestres .....	27
Biodiversidad .....	27
Áreas protegidas (estatales, privadas y comunitarias, binacionales y/o trinacionales).....	27
Agua .....	28
Agua superficial .....	28

Agua subterránea .....	28
Cantidad de agua .....	28
Calidad del agua .....	28
Uso y aprovechamiento del agua.....	28
Gestión Integral de Recursos Hídricos GIRH .....	28
Agricultura .....	28
Gestión integral del riesgo agrícola .....	28
Agricultura orgánica .....	28
Suelo .....	28
Salud y seguridad alimentaria .....	29
Enfermedades por vectores epidemiológicos .....	29
Plagas y microorganismos.....	29
Seguridad alimentaria .....	29
Infraestructura y asentamientos humanos .....	29
Infraestructura.....	29
Ciudades sostenibles .....	29
Ingeniería de los materiales.....	29
Gestión de riesgo .....	30
Ordenamiento territorial .....	30
Pérdidas y daños.....	30
Gestión de riesgo y resiliencia .....	30
Economía de la sostenibilidad .....	30
Tendencias .....	30
Vulnerabilidad .....	30
Riesgos.....	30
Ordenamiento territorial .....	30
Servicios eco sistémicos .....	30
Prioridades y protección de áreas .....	30
Economía rural.....	30
Protección ambiental .....	31
Institucionalidad y finanzas (seguridad alimentaria).....	31
Prácticas de adaptación .....	31
Mitigación .....	31
Emisiones de GEI .....	31
Canje por adaptación y mitigación.....	31
Desafíos del desarrollo .....	31

Programas de resarcimiento .....	31
Institucional .....	31
Aspectos financieros y calidad del gasto .....	31
Estrategias institucionales y territoriales .....	31
Social .....	32
Migración .....	32
Conflictividad social .....	32
Comunicación .....	32
Educación .....	32
Educación para la adaptación y mitigación al cambio climático .....	32
Conocimientos tradicionales y ancestrales .....	32
Agua .....	32
Suelo .....	32
Prácticas agrícolas .....	32
Salud y seguridad alimentaria .....	32
Biodiversidad .....	32
Manejo de recursos naturales.....	32
Tecnologías aplicables y conocimiento emergente .....	32
Sistemas de alerta temprana .....	32
<b>C . Mitigación .....</b>	<b>33</b>
Ganadería .....	35
Ganado.....	35
Fermentación entérica .....	35
Gestión del estiércol .....	35
Agricultura y Pesca.....	35
Emisiones de GEI por quema de biomasa .....	35
Tierras de cultivo .....	35
Encalado.....	35
Aplicación de urea.....	36
Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados .....	36
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionado .....	36
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol .....	36
Emisiones de CH <sub>4</sub> procedentes de la producción de arroz .....	36

Prácticas post cosecha .....	36
Producción de peces y camarón .....	36
Silvicultura y otros usos de la tierra .....	37
Tierras de cultivo agroforestal y silvopastoriles.....	37
Pastizales .....	37
Humedales y manglares .....	37
Tierras forestales .....	37
Energía y transporte .....	38
Industria de la Manufactura y construcción .....	38
Industria de la manufactura y construcción .....	39
Generación y consumo de energía .....	39
Transporte.....	39
Petróleo .....	40
Desechos .....	41
Gestión de desechos sólidos por autoridades de manejo de cuencas, municipalidades, mancomunidades, vertederos .....	41
Desechos sólidos generados por el sector industrial en general .....	41
Incineración controlada de desechos sólidos .....	41
Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales .....	41
Tratamiento y eliminación de aguas residuales domiciliarias (residenciales, municipales y comerciales) .....	42
Procesos industriales .....	42
Procesos industriales .....	42
Industria extractiva de minerales: Derechos mineros y sus procesos industriales .....	42
<b>Actores identificados .....</b>	<b>43</b>
<b>Potenciales fuentes de financiamiento .....</b>	<b>45</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>49</b>

# Carta del Ministro

Guatemala aporta de manera muy poco significativa a las emisiones globales de gases de efecto invernadero, sin embargo, es considerado uno de los países más vulnerables ante los efectos del cambio climático a nivel mundial, lo que significa una urgencia en la búsqueda de mecanismos que minimicen dichos efectos y viabilicen un desarrollo sostenible.

En el marco de desarrollo, la educación e investigación juegan un rol sumamente importante y cabe mencionar que en Guatemala el número de investigadores es de los más bajos en América Latina, por lo que la necesidad de fortalecer los mecanismos de investigación debe ser una prioridad nacional.

La investigación científica y generación de información es indispensable para la toma de decisión de los países. Es la base para una planificación y evaluación eficiente desde todos los niveles y sectores, con el objetivo de impulsar acciones que contribuyan a reducir la vulnerabilidad, mejorar las prácticas de adaptación y contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como institución rectora en materia de cambio climático, ha mantenido una constante labor en el diseño e implementación de instrumentos, proyectos y estrategias en relación a la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, Decreto número 7-2013 del Congreso de la República de Guatemala.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en conjunto con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, y el Ministerio de Educación, presentan el documento "Líneas de Investigación en Cambio Climático", en cumplimiento con el artículo 7 del Decreto número 7-2013 del Congreso de la República de Guatemala. El documento fue elaborado de forma participativa por representantes de distintos sectores, en coordinación con la Dirección de Cambio Climático del referido Ministerio.

A través del presente documento las universidades, institutos, centros de investigación y cooperación internacional, tendrán una guía en las temáticas que requiere el país sobre investigación en materia de cambio climático, y a su vez, las autoridades de Gobierno podrán tener resultados de investigación con una base científica para implementar políticas y acciones enfocadas en la búsqueda del desarrollo del país.

El Ministerio a mi cargo continuará con el fortalecimiento de sus capacidades a través de la aplicación de la investigación y conocimiento científico para mejorar las medidas de adaptación y desarrollar propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático.



*Dr. Syancy Alexander Samuels Javison*  
Ministro  
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales





# Agradecimiento

Se agradece la participación activa y desinteresada de los diferentes representantes de instituciones y organizaciones que conformaron la Mesa Técnica: Líneas de Investigación en Cambio Climático, quienes sin escatimar esfuerzos contribuyeron en sugerencias, cabildeos, acuerdos, aportes, construcción y preparación de elementos del documento denominado Líneas de Investigación en Cambio Climático.

En el anexo se encuentra el listado de representantes de instituciones y organizaciones que participaron en cada una de reuniones realizadas; sin embargo, es importante mencionar que algunas, aunque no participaron presencialmente, apoyaron en la revisión e incorporación de elementos a los borradores de la iniciativa a través de correos electrónicos.

La labor realizada para la elaboración de este documento, constituye el primer esfuerzo y se considera que es un documento sujeto a actualizaciones y a la incorporación de nuevas líneas conforme se avance en la investigación, a la luz de la información científica actualizada y conforme a las necesidades y circunstancias nacionales.

De manera especial, se agradece la información contenida en los documentos Agenda de Investigación en Adaptación y Reducción de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático, Agenda de Investigación en Mitigación y Agenda de Investigación en Ciencia del Clima del Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC), documentos que se utilizaron de base y punto de partida para la elaboración del presente documento.



# Prólogo

La protección de Derechos Humanos como el Derecho de Acceso a la Información, Participación y Justicia Ambiental, consagrados por el principio 10 de la Declaración de Río de 1992, constituyen la base de la gobernanza y la democracia ambiental.

En congruencia con lo anterior, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), establece entre sus disposiciones que los Estados tienen el deber de procurar la capacitación y sensibilización del público sobre los temas de cambio climático, permitir el acceso del público a la información y además, estimular la participación más amplia posible en este proceso, incluyendo a las organizaciones no gubernamentales y ciudadanía en general.

En este sentido y en cumplimiento al artículo 7 de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, se presenta a la sociedad guatemalteca el documento "Líneas de Investigación en Cambio Climático".

El citado artículo, se circunscribe especialmente a la temática de investigación, mandata a todas las entidades del sector público dedicadas al

estudio, investigación y aplicación científica y tecnológica, a diseñar e implementar planes, programas, proyectos, acciones y actividades para mejorar la gestión de riesgo, reducir la vulnerabilidad, mejorar la adaptación y contribuir a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

Así mismo, exhorta a que las universidades del país y los centros de investigación, promuevan la investigación en materia del cambio climático, de manera conjunta con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Educación (MINEDUC) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT).

En este sentido deben valorarse los esfuerzos realizados por las autoridades gubernamentales, parte del sector privado, universidades del país, el Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático y centros de investigación, en la elaboración de congresos, seminarios y documentos académicos que han elevado la discusión en el país, en torno a uno de los problemas más graves de la sociedad global en el siglo XXI.

Con la presente publicación se pretende aumentar la promoción de la investigación en temas de cambio climático en los diversos niveles educativos tanto de la ciudad como del interior del

país. En la estructura temática se ha ponderado un apartado específico para la investigación en las ciencias de la tierra y las ciencias relacionadas con el medio ambiente, y en las áreas de adaptación y mitigación en congruencia con el decreto 7-2013.

En este sentido se han incluido líneas en ecosistemas y biodiversidad, agua, agricultura, salud y seguridad alimentaria, infraestructura y asentamientos humanos, gestión de riesgo, economía de la sostenibilidad, conocimientos tradicionales y ancestrales, entre muchos otros.

Estamos conscientes que el éxito para la implementación de cualquier iniciativa como la presentada, radica en la contextualización del tema a la realidad local del investigador, sea este un estudiante de nivel básico, diversificado,

técnico, universitario, trabajadores de instituciones gubernamentales, no gubernamentales y del poder local.

Este podría ser un paso importante para que las comisiones municipales de medio ambiente y los consejos de desarrollo departamentales puedan disponer de recursos para fomentar tanto la investigación como la implementación de acciones devenidas de los estudios en cuestión.

Se espera que la presente publicación cumpla con los objetivos planteados, esperando en el corto plazo realizar una segunda edición por la demanda social en cuanto a la necesidad de hacer más y mejor investigación en los temas relacionados al cambio climático y la iteración con los diversos sistemas ambientales.

## Antecedentes

En el marco del Decreto 7-2013 "Ley Marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero", en su Artículo 8, se crea el Consejo Nacional de Cambio Climático, presidido por la Presidencia de la República, como ente regulador con participación pública y privada. Dicho Consejo es creado para cumplir con la función de regular y supervisar la implementación de acciones y resolución de conflictos, para dar seguimiento a la ejecución de las acciones derivadas de dicha ley, incluyendo acciones de investigación y aplicación científica.

El 25 de junio de 2014 se llevó a cabo la Primera Sesión del Consejo Nacional de Cambio Climático, en la cual se estableció que se integraran comisiones de trabajo en temas específicos, incluyendo la comisión de Líneas de Investigación. En la reunión se indicó que las comisiones propuestas quedaban abiertas para las consideraciones y sugerencias respectivas de todos los integrantes, sugiriendo que debían ampliarse para un mejor desarrollo de la Ley.

En dicha Sesión, también se solicitó al Consejo la integración del Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC) como ente asesor permanente. El Sistema es un ente

independiente compuesto por entidades privadas, públicas y académicas que funge como el principal asesor técnico y científico del Consejo Nacional de Cambio Climático y otros tomadores de decisiones a nivel político y técnico. El SGCCC está compuesto por tres grupos de trabajo: 1) Ciencia del Clima, 2) Adaptación y Vulnerabilidad, y 3) Mitigación e Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.

Con el objetivo de apoyar a la comisión de Líneas de Investigación y dar cumplimiento al Artículo 7 de la Ley Marco de Cambio Climático, el SGCCC organizó a sus tres grupos de trabajo para realizar las Agendas de investigación en Cambio Climático, en sus respectivos temas. Durante el 2015 y 2016, a través de talleres y reuniones con expertos en las distintas temáticas, cada grupo de trabajo del SGCCC elaboró su respectiva agenda de investigación.

Posteriormente, en la primera reunión ordinaria de 2017 del Consejo Nacional de Cambio Climático, se reactivaron las comisiones o mesas de trabajo que ya se habían conformado desde el 2014. La Mesa de Trabajo de Líneas de Investigación estaría a cargo de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

En mayo de 2017, la Dirección de Cambio Climático convocó a la primera reunión de la Mesa Técnica para la Elaboración de Líneas de Investigación. Se contó con la participación de representantes de distintos sectores y de manera consensuada, se consideró que la mejor manera de abordar el tema era tomar como base las Agendas de Investigación que ya había elaborado el SGCCC. De tal cuenta, la Dirección de Cambio Climático tomó el liderazgo para convocar a reuniones con representantes de distintos sectores para la revisión y retroalimentación de dichas agendas.

El trabajo de la Mesa Técnica concluyó en julio de 2017, obteniendo como producto final el documento "Líneas de Investigación sobre Cambio Climático". Este fue presentado ante el Consejo Nacional de Cambio Climático en agosto de 2017, como parte de la presentación de avance del trabajo de las Mesas Técnicas, obteniendo el visto bueno del Consejo como documento para cumplir con el Artículo 7 de la Ley Marco de Cambio Climático.

# Justificación

En el ámbito nacional, la Política Nacional de Cambio Climático, respecto al desarrollo de capacidades nacionales y transferencia de tecnología señala: "se investigue y genere conocimiento, tanto en las ramas del conocimiento básico (ciencia) como del conocimiento aplicado (tecnología)".

Por otra parte, la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013), en su artículo 7 respecto a la investigación señala: "todas las entidades del sector público dedicado al estudio, investigación y aplicación científica y tecnológica, diseñarán e implementarán planes, programas, proyectos, acciones y actividades para mejorar la gestión de riesgo, reducir la vulnerabilidad, mejorar la adaptación y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero".

En el marco del documento Contribución Pre- vista y Determinada a Nivel Nacional de Guatemala<sup>1</sup>, se señala que el país está ubicado en una región altamente vulnerable, en la ruta de

los huracanes y tormentas tropicales del Caribe, situado entre tres placas intercontinentales y con características hídricas y geomorfológicas particulares; localizado en una zona de convergencia intertropical y en la zona de influencia de los fenómenos del Niño y la Niña, ubicado entre el Océano Atlántico y Pacífico, lo cual lo hace vulnerable y frágil. Así mismo, indica que "en términos de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), Guatemala contribuye con menos del 0.1% de las emisiones mundiales y sus emisiones son 2.48 tCO<sub>2</sub>e/cápita, al año 2005, cifra considerablemente menor al promedio de las emisiones per cápita de la región de Latinoamérica y el Caribe (4.6 tCO<sub>2</sub>e/cápita)".

En el ámbito internacional, en el marco del Acuerdo de París que fue suscrito y ratificado por Guatemala, se señala que las partes reconocen el esfuerzo en el "fortalecimiento de los conocimientos científicos sobre el clima, con inclusión de la investigación, la observación sistemática del sistema climático y los sistemas de alerta temprana...". Así mismo el impulso de "los enfoques colaborativos en la labor de investigación..."

En coherencia con el marco jurídico ambiental climático nacional e internacional, se presenta el documento Líneas de Investigación en Cambio

1 <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Guatemala/1/Gobierno%20de%20Guatemala%20INDC-UNFCCC%20Sept%202015.pdf>



Climático, el cual contiene un conjunto de temas y subtemas en materia de cambio climático para ser investigados, y que se encuentran orientados para crear y fortalecer el conocimiento en la materia para afrontar de mejor manera la adaptación y mitigación del cambio climático en el país.

Puntualmente este documento, aborda el cambio climático en tres aspectos sustantivos, como la Ciencia del Clima, Adaptación y Mitigación; elementos que sirvan como una herramienta orientadora para una planificación estratégica y para la toma de decisiones, tanto al nivel técnico como político.

# Objetivos

## General

- Identificar temas relevantes de investigación en materia de cambio climático a nivel nacional para orientar la generación de la información relacionada a la materia, asegurando que esta responda a las necesidades y circunstancias del país.

## Específicos

- Generar líneas de investigación en los principales temas del cambio climático: 1. Ciencia del Clima; 2. Adaptación; y 3. Mitigación.
- Contribuir a la solución de problemas nacionales en materia de cambio climático a

través de la investigación generada en todos los niveles educativos.

- Fortalecer las capacidades interinstitucionales para la investigación y generación de información que sirva directamente para la toma de decisiones.
- Fortalecer la cooperación entre actores y sectores a fin de dirigir los esfuerzos de investigación hacia objetivos comunes que contribuyan a la resolución de problemas nacionales.
- Orientar y optimizar los esfuerzos nacionales en materia de investigación.



# Metodología

En atención a lo estipulado por el Decreto 7-2013, Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, y particularmente de las indicaciones del Consejo Nacional de Cambio Climático, se inició una serie de reuniones de trabajo, incluyendo la Mesa de Líneas de Investigación en Cambio Climático.

Esta Mesa se estableció bajo la coordinación de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). En el marco de esta coordinación, se convocó diversos actores y sectores pertenecientes a instituciones del Estado, de la Academia, ONGs, etc., que por el enfoque de actividad se encuentran relacionados directa e indirectamente con el tema de investigación.

Para la construcción del presente documento, se usaron como base las tres agendas de investigación generadas por el SGCCC (Ciencia del Clima, Adaptación y Mitigación). Derivado de lo que contenían dichas agendas, se elaboró una matriz que consolidó toda la información para trabajar sobre dicho documento.

Como parte de la coordinación, se llevó a cabo una serie de reuniones convocadas por el MARN en las cuales participaron instituciones de gobierno, universidades, centros que realizan investigación y representantes de los distintos sectores, para revisar y analizar las líneas propuestas en la matriz. A continuación se describen las reuniones:

- Primera reunión, 4 de mayo de 2017, se realizó en el Salón del Vicedespacho de Recursos Naturales y Cambio Climático del MARN: inicialmente se presentó una ruta corta de acciones de investigación, a la cual los participantes consideraron conveniente usar como base las tres agendas de investigación generadas por el SGCCC (Ciencia del Clima, Adaptación y Mitigación). Así mismo, se acordó que las tres debían ser fortalecidas y enriquecidas con los aportes de los participantes de la Mesa de Línea de Investigación en Cambio Climático.

En el seno de esta reunión los participantes acordaron que el SGCCC apoyaría la unificación de las agendas de investigación en una sola matriz para usar de base, considerando los antecedentes que se han tenido en ellas.

- Segunda reunión, 16 de mayo de 2017, Salón 309 Edificio de Rectoría Universidad de San Carlos de Guatemala: se inició la revisión de los temas y líneas de investigación de las secciones Ciencia del Clima y Mitigación. Se realizaron las modificaciones y observaciones en el documento de forma paralela a la revisión.
- Tercera reunión, 23 de mayo de 2017, Salón 309 Edificio de Rectoría Universidad de San Carlos de Guatemala: se inició la revisión de los temas y líneas de investigación de la sección Adaptación. Se realizaron las modificaciones y observaciones en el documento de forma paralela a la revisión.
- Cuarta reunión, 31 de mayo de 2017, Universidad del Valle de Guatemala: Se concluyó con la revisión de los temas y líneas de investigación en Adaptación y se definió la estructura del presente documento. Se definió fecha límite para recibir observaciones sobre el documento.

Posterior a la reunión del 31 de mayo, se dio un período de una semana para que los representantes de las distintas instituciones hicieran una última revisión y aportes a la matriz. Luego de recibidos los insumos de los diversos actores y sectores, la integración contó con el apoyo de la Secretaría Técnica del SGCCC para la Mesa de Líneas de Investigación en Cambio Climático que finalmente será presentada en su oportunidad ante el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC).



# A

# Ciencia del Clima

Líneas de Investigación



## A. Ciencia del Clima

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje Temático	Líneas de Investigación
Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente		Sistematización de análisis climáticos elaborados por el INSIVUMEH en respuesta a requerimientos institucionales para pronósticos
	Mecanismos climáticos que alteran las variables climáticas, meteorológicas e hidrológicas de Guatemala (Período 1970-2016) (Todos los temas pueden trabajarse por regiones climáticas), incluido el efecto de aerosoles de origen volcánico sobre la regulación del clima	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Temperatura           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de sistemas de alta presión atmosférica (y otros sistemas) en la temperatura mínima.</li> <li>• Influencia de sistemas de alta presión atmosférica (y otros sistemas) en la variable viento.</li> </ul> </li> <li>b. Precipitación           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de la cantidad de lluvia por ciclones tropicales.</li> <li>• Mapas temáticos con áreas vulnerables a ciclones, con áreas priorizadas de riesgo de infraestructura, riesgo agrícola, forestal y humanos, en fase de prevención (se puede utilizar aviones no tripulados).</li> <li>• Influencia de sistemas de alta presión atmosférica (y otros sistemas) en la cantidad de lluvia durante el período de la canícula.</li> <li>• Interacción entre ENSO y NASH sobre los sistemas de alta presión atmosférica.</li> <li>• Influencia del ENSO y del Atlántico Tropical Norte (ATN) sobre las cantidades de lluvia en las regiones del Caribe, FTN y norte.</li> <li>• Estimación de la cantidad de lluvia que generan las ondas del este.</li> <li>• Relación con otras variables hidrológicas y geológicas (caudales, saturación de suelos, recarga hídrica, inundaciones, deslaves).</li> <li>• Relación de nubosidad y precipitación.</li> </ul> </li> <li>c. Impactos de la variabilidad climática sobre ecosistemas.</li> <li>d. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas productivos.</li> <li>e. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas hidrológicos.</li> <li>f. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas de infraestructura.</li> <li>g. Impactos de la variabilidad climática en la salud humana.</li> <li>h. Impactos de la variabilidad climática en la seguridad alimentaria.</li> <li>i. Diseño de un Sistema de Alerta Temprana Funcional (Sequías, crecidas, inundaciones, heladas).</li> <li>j. Caracterización de sequías meteorológicas derivadas de la canícula en la República de Guatemala.</li> <li>k. Metodologías para el alcance efectivo de los sistemas de alerta temprana a los distintos usuarios y sectores.</li> <li>l. Análisis de los cambios culturales y canales de comunicación necesarios y efectivos para asimilar la información meteorológica.</li> <li>m. Formulación de una estrategia nacional para la aplicación de la información meteorológica generada por el INSIVUMEH vinculada con instituciones rectoras por sector (MAGA, INAB, CONRED, INGUAT, IGN, INDE, RIC, etc.).</li> <li>n. Desarrollo, mantenimiento, actualización y difusión de la base de datos nacional meteorológica, climática e hidrológica (MCH).</li> </ol>



Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje Temático	Líneas de Investigación
Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente	Escenarios de clima a futuro	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Temperatura <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la distribución.</li> <li>• Análisis de variabilidad estacional, anual, décadas.</li> <li>• Ajustes o mejoras a los modelos regionales y globales.</li> <li>• Análisis de variabilidad en la temperatura, respecto a los incendios forestales.</li> <li>• Análisis de riesgo de la variabilidad de la temperatura para la biodiversidad.</li> </ul> </li> <li>b. Precipitación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la distribución.</li> <li>• Análisis de variabilidad estacional, anual, décadas.</li> <li>• Análisis de lugares propicios con rentabilidad económica, para el sector agrícola, para las distintas siembras de Guatemala en el contexto de la precipitación.</li> <li>• Ajustes o mejoras a los modelos regionales y globales.</li> </ul> </li> <li>c. Metodologías para el alcance efectivo de la información climática anticipada a los distintos usuarios y sectores.</li> <li>d. Análisis de los cambios culturales y canales de comunicación necesarios y efectivos para asimilar la información meteorológica.</li> <li>e. Formulación de una estrategia nacional para la aplicación de la información meteorológica generada por el INSIVUMEH vinculada con instituciones rectoras por sector (MAGA, INAB, CONRED, INGUAT, etc.).</li> <li>f. Cambios de cultivos u otros usos sujetos a las características climáticas futuras.</li> <li>g. Impactos de la variabilidad climática sobre ecosistemas (zonas marino-costeras, bosques).</li> <li>h. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas productivos agropecuarios (por tipo de cultivo y por tamaño de productor).</li> <li>i. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas hidrológicos.</li> <li>j. Impactos de la variabilidad climática sobre sistemas de infraestructura.</li> <li>k. Impactos de la variabilidad climática en la salud humana.</li> <li>l. Impactos de la variabilidad climática en la seguridad alimentaria.</li> </ol>
	Paleoclimatología (Holoceno tardío año 0 a la actualidad)	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Estudios de proxys de resolución temporal anual (Dendrocronología, Espeleología, Limnología y corales).</li> <li>b. Análisis estadísticos extendidos de mecanismos climáticos con influencias a nivel local.</li> </ol>
	Oceanografía	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Necesidad de información básica instrumental (mareas, temperatura, corrientes).</li> <li>b. Análisis de impactos en biodiversidad marino-costera por cambios climáticos y otras contaminaciones antropogénicas.</li> </ol>
	Conocimiento indígena	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pronósticos informáticos indígenas.</li> <li>b. Gestión indígena de la información climática.</li> <li>c. Aportes del conocimiento indígena.</li> </ol>
	Educación	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Impactos de la variabilidad climática en la educación.</li> <li>b. El papel de los centros educativos ante el cambio climático y los eventos climáticos extremos.</li> </ol>
	Economía	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Evaluación de los impactos económicos (pérdidas y daños) derivadas de la variabilidad climática y los fenómenos meteorológicos.</li> </ol>



B

# Adaptación

Líneas de Investigación



## B. Adaptación

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Ecosistemas y Biodiversidad	Marino-costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Alteraciones y bloqueos en la cadena alimenticia en los sistemas marino-costeros.</li> <li>b. Estudio batimétrico de las zonas marino-costero de importancia para Guatemala en el contexto de adaptación.</li> <li>c. Impactos de la variabilidad océano-atmosférica sobre los ecosistemas del país (incluyendo costeros).</li> <li>d. Restauración ecológica participativa del Ecosistema de Manglar de la reserva Natural de Uso múltiple Monterrico. RNUMM</li> </ul>
	Ecosistemas terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Alteraciones a los ecosistemas por los monocultivos en Guatemala.</li> <li>b. Alteraciones y bloqueos en la cadena alimenticia en los sistemas terrestres.</li> <li>c. Aumento de incendios forestales por sequías e inundaciones.</li> <li>d. Destrucción de espacios naturales y hábitats.</li> <li>e. Análisis de restauración adecuada/pertinente de ecosistemas, basado en especies nativas que estimulen la resiliencia a plagas y efectos del cambio climático.</li> <li>f. Conservación, sostenibilidad y adaptación al cambio climático de los bosques de pino encino.</li> <li>g. Evaluación de la regeneración natural de especies forestales.</li> </ul>
	Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mecanismos de adaptación de la diversidad biológica al cambio climático.</li> <li>b. Actualización de la lista de especies amenazadas.</li> <li>c. Estado de las especies amenazadas por la expansión de monocultivos.</li> <li>d. Alteraciones y bloqueos en la cadena alimenticia en los sistemas terrestres y marino-costeros.</li> <li>e. Monitoreo del comportamiento de la biodiversidad por efectos climáticos (desplazamiento de poblaciones de flora y fauna).</li> <li>f. Análisis de los pisos bioclimático de las especies.</li> <li>g. Mapas temáticos de la ubicación de hábitat de especies en el SIGAP, para control biológico.</li> </ul>
	Áreas protegidas (estatales, privadas y comunitarias, binacionales y/o trinacionales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Planes de manejo de las áreas protegidas enfocados a su adaptación al cambio climático.</li> <li>b. Propuesta de nuevas redes de corredores ecológicos.</li> <li>c. Análisis de los beneficios económicos, sociales y culturales de la conservación de las áreas protegidas.</li> </ul>

Continúa...

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Agua	Agua superficial	a. Desarrollo de modelos hidrológicos, particularmente en cuencas que proveen agua a grandes concentraciones de población, sitios de generación hidroeléctrica y riego.
	Agua subterránea	a. Desarrollo de modelos hidrológicos, particularmente en cuencas que proveen agua a grandes concentraciones de población, sitios de generación hidroeléctrica y riego. b. Estudios sobre la situación de las zonas de recarga hídrica (ver ¿si está disminuyendo la capacidad de infiltración, por qué y cómo mejorar?). c. Estudio hidrogeológico de los acuíferos volcánicos de la república de Guatemala.
	Cantidad de agua	a. Reducción de la disponibilidad del agua (rural y urbana). b. Monitoreo de caudales en todo el país. c. Análisis de herramientas potenciales eficientes y efectivas para el uso del recurso hídrico (incluyendo técnicas de captación/cosecha de agua en distintas ecorregiones del país). d. Elaboración de planes de conservación o recuperación de las zonas de recarga hídrica. e. Técnicas de captación o cosecha de agua.
	Calidad del agua	a. Generación de líneas base del estado de la calidad de agua de los diferentes cuerpos. b. Fortalecimiento del sistema de monitoreo de la calidad del agua de los diferentes cuerpos.
	Uso y aprovechamiento del agua	a. Análisis del uso y aprovechamiento del agua por sectores (industrial, domiciliar, agropecuario, etc.). b. Sistematización y análisis de la aplicación de normas y regulaciones en el uso del recurso hídrico.
	Gestión Integral de Recursos Hídricos GIRH	a. Elaboración, evaluación y seguimiento de planes de manejo de cuencas y microcuencas.
	Agricultura	Gestión integral del riesgo agrícola
Agricultura orgánica		a. Identificar y sistematizar prácticas de agricultura orgánica y ecológica. b. Cuantificación de hectáreas de cultivos orgánicos en Guatemala. c. Desarrollo y fabricación de insumos agroecológicos.
Suelo		a. Identificar prácticas y conocimientos que mejoren capacidades de adaptación. b. Identificar, sistematizar y generar prácticas productivas apropiadas para la adaptación y mitigación al cambio climático. c. Generación, adaptación y uso de tecnologías para el mejoramiento de la producción alimentaria (selección de semillas de variedades adaptadas, mejoramiento genético, entre otros).

Continúa...

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Salud y seguridad alimentaria	Enfermedades por vectores epidemiológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Comportamiento de vectores epidemiológicos por efectos del cambio climático, particularmente en cultivos de café, cardamomo, cacao.</li> <li>b. Cambio climático y vectores de dengue en Guatemala: modelación de escenarios presentes y futuros para la toma de decisión epidemiológica.</li> <li>c. Investigación de patologías asociadas a los efectos del cambio climático.</li> </ul>
	Plagas y microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Desplazamiento de plagas y microorganismos a nuevas zonas geográficas.</li> <li>b. Comportamiento de microorganismos (virus, bacterias) ante la variabilidad climática.</li> <li>c. Propuesta de nuevas metodologías de manejo integral de plagas.</li> </ul>
	Seguridad alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Inseguridad alimentaria por pérdida de cosechas, malas prácticas.</li> <li>b. Identificación de nuevas especies de alimentos alternativos no tradicionales y realización de estudios de micronutrientes.</li> <li>c. Promoción de nuevas especies nativas con altos valores nutricionales para la alimentación. Realización de estudios científicos para garantizar su valor nutritivo.</li> </ul>
Infraestructura y asentamientos humanos	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Caracterizar, cuantificar y valorar la pérdida de infraestructura por efectos del cambio climático (huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, entre otros).</li> <li>b. Implementación de nuevos métodos y sistemas constructivos en la edificación y mantenimiento de la infraestructura (vial y urbana).</li> </ul>
	Ciudades sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Zonificación y gestión de las áreas vecinas rurales de los centros urbanos (en función del riesgo climático).</li> <li>b. Mejoramiento y desarrollo de nuevos sistemas de infraestructura (alcantarillados y drenajes, sistemas de tratamiento, agua potable y cloración, manejo de desechos sólidos y líquidos).</li> <li>c. Medidas de adaptación frente a los efectos de los GEI concentrados en áreas urbanas preponderantes.</li> <li>d. Implementación de normas de zonificación de zonas viales y urbanas (planes de desarrollo y crecimiento urbano), zonificaciones urbanas según uso potencial de la tierra.</li> <li>e. Planes de manejo para ciudades semi urbanas y rurales ante el cambio climático.</li> </ul>
	Ingeniería de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ciencia de los materiales para los diferentes sectores productivos adaptables a los efectos del cambio climático.</li> </ul>

Continúa...

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Gestión de riesgo	Ordenamiento territorial	a. Realización e implementación de planes de ordenamiento territorial basados en la reducción de riesgo de poblaciones humanas ante los efectos del cambio climático. b. Medidas de ordenamiento territorial para evitar el avance de fronteras agropecuarias, industriales y urbanas dentro de sistemas naturales. c. Elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial con enfoque de cuenca como unidad de gestión.
	Pérdidas y daños	a. Cuantificación de costos por pérdidas causadas por eventos climáticos extremos y medidas de prevención frente a los mismos.
	Gestión de riesgo y resiliencia	a. Elaboración e implementación de planes para el aumento de resiliencia para poblaciones rurales y urbanas. b. Análisis de riesgo del cambio climático dentro de los elementos de planificación de proyectos. c. Métodos y procesos de prevención del riesgo a desastres por el cambio climático. d. Análisis del impacto de las estrategias locales de GIRD y vulnerabilidad ante el cambio climático.
Economía de la sostenibilidad	Tendencias	a. Impactos económicos de los efectos del cambio climático sobre todos los medios de subsistencia humana.
	Vulnerabilidad	a. La vulnerabilidad económica de la población guatemalteca ante el cambio climático.
	Riesgos	a. Identificar, caracterizar y valorar los riesgos y potencialidades de las relaciones ambiente, economía y sociedad, en particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actitudes, percepciones y prácticas de la población y sectores económico-sociales y su contribución a la adaptación al cambio climático, considerando la identificación de limitaciones y obstáculos socioculturales y económicos para la adaptación.</li> <li>• Caracterizar y cuantificar posibilidades de aprovechamiento de bienes y servicios ecosistémicos.</li> </ul>
	Ordenamiento territorial	a. Ordenamiento territorial para la adaptación y mitigación al cambio climático y el desarrollo económico y social del país.
	Servicios ecosistémicos	a. Coherencia entre lo que actualmente se protege y las prioridades de país en función de los servicios ecosistémicos. b. Caracterizar, cuantificar y valorizar la riqueza natural del país y su dinámica con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bienes y servicios ecosistémicos incluyendo aire, mar y tierra en el territorio nacional.</li> <li>• Capacidad de soporte de los ecosistemas.</li> <li>• La sobreutilización y vulnerabilidad de los bienes y servicios ambientales los impactos negativos del cambio climático.</li> </ul> c. Pago por aprovechamiento de bienes y servicios ecosistémicos.
	Prioridades y protección de áreas	a. Establecer las prioridades económicas, sociales, culturales y políticas de protección de áreas (regulación de ciclo hídrico [inundaciones, sequías, crisis alimentarias, destrucción de bienes de capital, etc.] y su restauración.
Economía rural	a. Identificación de iniciativas de gran escala con potencial para desacralizar la economía rural con énfasis en el corredor seco y los territorios con mayor pobreza.	

Continúa...

Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Economía de la sostenibilidad	Protección ambiental	a. Evaluación y propuestas de las formas de protección. b. Caracterizar y cuantificar impactos y efectos del cambio climático en el monitoreo de variables oceanográficas en perfiles paralelos al borde de las costas del país. c. Caracterizar y cuantificar impactos y efectos del cambio climático de las fuentes y causas de la contaminación y degradación del ambiente.
	Institucionalidad y finanzas (seguridad alimentaria)	a. Mecanismos institucionales y financieros considerando: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos de las políticas macroeconómicas nacionales e internacionales en la seguridad alimentaria y nutricional.</li> </ul>
	Prácticas de adaptación	a. Diseño de mecanismos financieros (incentivos, entre otros) para promover adopción de mejores prácticas de adaptación al CC. b. Diseño de programas de compensaciones monetarias para las comunidades por el impacto de proyectos desarrollados en los territorios.
	Mitigación	a. Caracterizar, cuantificar y evaluar: los ingresos provenientes de títulos o valores que se reciban por concepto de mitigación al cambio climático.
	Emisiones de GEI	a. Caracterizar, cuantificar y evaluar: los mecanismos de pago de las compensaciones por las emisiones de GEI o que sean requeridas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según la normativa que para el efecto de la ley de Cambio Climático se emita.
	Canje por adaptación y mitigación	a. Caracterizar, cuantificar y evaluar: los fondos provenientes de las negociaciones de Canje por Adaptación y Mitigación al Cambio Climático.
	Desafíos del desarrollo	a. Mecanismos y plataformas financieras legales, locales, nacionales e internacionales para enfrentar desafíos del desarrollo en medio de la adaptación a la variabilidad climática. b. Potencialidades de aprovechamiento sostenible de energía (generación y uso de fuentes renovables y eficiencia), turismo, servicios ambientales, forestaría y minerales.
	Programas de resarcimiento	a. Mecanismos y programas nacionales que favorezcan la distribución de beneficios, el resarcimiento por pérdidas climáticas y el cumplimiento de las salvaguardas sociales y ambientales.
Institucional	Aspectos financieros y calidad del gasto	a. Mecanismos de transparencia de los recursos en tema de ambiente, desarrollo sostenible y cambio climático. b. Identificación de prioridades de inversión respecto al cambio climático de acuerdo a la realidad local y nacional y fortalecimiento institucional, jurídico y financiero.
	Estrategias institucionales y territoriales	a. Desarrollo de planes estratégicos institucionales y territoriales para la adaptación al cambio climático. b. Seguimiento y evaluación de los planes estratégicos institucionales y territoriales para la adaptación al cambio climático.

Continúa...



Tema (Componentes del área de conocimiento*)	Eje temático	Líneas de Investigación
Social	Migración	a. Migración, desplazamiento y reubicación planificada vinculada a los efectos del cambio climático.
	Conflictividad social	a. Conflictividad social con respecto al acceso y uso de los recursos naturales.
	Comunicación	a. Estrategias efectivas de comunicación social, transferencia y divulgación del conocimiento sobre el cambio climático. b. Análisis de los mecanismos de información y participación pública (Principio 10).
Educación	Educación para la adaptación y mitigación al cambio climático	a. Elaboración de manuales o planes de adaptación y mitigación al cambio climático para los distintos niveles educativos. b. Elaboración de propuestas de leyes y políticas públicas en educación para la adaptación y mitigación al cambio climático. c. Metodologías alternativas en educación para la adaptación y mitigación al cambio climático. d. Análisis del Currículo Nacional Base (CNB) de los diferentes niveles educativos en función de las necesidades de la inclusión del tema de cambio climático. e. Estrategias para la educación en el tema de seguridad alimentaria y nutricional.
Conocimientos tradicionales y ancestrales	Agua	a. Sistematización de prácticas ancestrales en el manejo integral del recurso hídrico.
	Suelo	a. Rescate de técnicas de conservación de suelos.
	Prácticas agrícolas	a. Análisis de la adaptación de semillas criollas y su resiliencia. b. Prácticas de conservación e intercambio de semillas criollas. c. La agricultura tradicional, seguridad alimentaria y resiliencia al cambio climático en las comunidades Queqchies del corredor del bosque nuboso, Baja Verapaz, Guatemala.
	Salud y seguridad alimentaria	a. Sistematización del conocimiento ancestral sobre especies nativas para alimentación y salud.
	Biodiversidad	a. Sistematización de prácticas ancestrales de manejo de biodiversidad.
	Manejo de recursos naturales	a. Sistematización de prácticas ancestrales de manejo de recursos naturales y tierras comunales.
Tecnologías aplicables y conocimiento emergente	Sistemas de alerta temprana	a. Evaluar la eficacia de sistemas de alerta temprana (criterios de tránsito para fenómenos de inundaciones).



C

# Mitigación

Líneas de Investigación



## C. Mitigación

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Ganadería	Ganado	a. Sistematización de datos de la actividad ganadera (número de cabezas de ganado lechero, ganado para carne, aves de corral, peligüey, cunicultura, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas y asnos, cerdos).
	Fermentación entérica	a. Desarrollo del factor de emisión de fermentación entérica por tipo de ganado (mencionados anteriormente). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedio anual de producción de leche de las poblaciones de vacas lecheras.</li> </ul> b. Cálculo de emisiones con pastos mejorados.
	Gestión del estiércol	a. Análisis de tecnologías para transformación del estiércol (energía, abonos, etc.). b. Análisis de emisiones por uso de abonos derivados del estiércol (gallinaza, estiércol).
Agricultura y pesca	Emisiones de GEI por quema de biomasa	a. Medición de las emisiones totales de gases por quema de biomasa y otros residuos agrícolas (pastos, caña, etc.). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fracción de superficie quemada.</li> <li>• Densidad de biomasa aérea.</li> <li>• Biomasa aérea quemada.</li> <li>• Biomasa aérea viva.</li> <li>• Eficiencia de la combustión.</li> </ul> b. Cálculo de la relación entre residuos y cosechas, las fracciones de materia seca, las fracciones de carbono y las relaciones entre nitrógeno y carbono correspondientes a distintos residuos de cosechas. c. Datos sobre la cantidad de residuos de cada cultivo que se queman después de la cosecha.
	Tierras de cultivo	a. Desarrollo de la huella de carbono para cultivos extensivos (caña de azúcar, palma africana, banano y café). b. Desarrollo o revisión de ecuaciones alométricas para analizar la cantidad de carbono almacenado en principales cultivos agrícolas y monocultivos. c. Análisis de reducción/aumento de emisiones por mecanización agrícola (maquinaria, combustible y derivados). d. Estudios para verificar que el CO <sub>2</sub> que se fija es el mismo que el que se libera al quemarse la biomasa (determinar si está balanceado o no). e. Estudio del balance de otros gases emitidos con la quema de la biomasa (gases derivados de la quema de biomasa que ha sido expuesta a químicos); determinar si se eliminan otros gases perjudiciales. f. Desarrollo de tecnologías para aprovechamiento de residuos agrícolas (pulpa, bagazo y otros). g. Evaluación de conocimientos y tecnologías ancestrales en las prácticas agrícolas para disminuir las emisiones de GEI. h. Cálculo de emisiones/absorciones de GEI por las lagunas de oxidación de la palma africana. i. Evaluación del costo de oportunidad de los servicios ambientales del bosque vrs. monocultivos.
	Encalado	a. Desarrollo de metodología para medir las emisiones por la aplicación de cal.

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Agricultura y pesca	Aplicación de urea	a. Medición de emisiones de $N_2O$ en cultivos fertilizados con urea.
	Emisiones directas de $N_2O$ de los suelos gestionados	a. Estudios de fertilizantes nitrogenados de liberación/descomposición lenta para evaluar su generación de emisiones. b. Análisis de emisiones por uso inadecuado o excesivo de agroquímicos. c. Desglose detallado del ingrediente activo de los fertilizantes nitrogenados y su relación con las emisiones. d. Desarrollo o creación de productos biodegradables (de origen orgánico) en sustitución de los productos químicos. e. Comparación de emisión y absorción de GEI por el uso de productos agroquímicos. f. Estimación de emisiones por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de fertilizantes sintéticos.</li> <li>• Estiércol animal aplicado a los suelos (salvo el que se utiliza como fertilizante comercial).</li> <li>• Cultivo de leguminosas (fijadoras de N).</li> <li>• Incorporación de residuos de las cosechas.</li> <li>• Cultivo de suelos orgánicos.</li> </ul>
	Emisiones indirectas de $N_2O$ de los suelos gestionado	a. Medición de emisiones en la aplicación de productos orgánicos.
	Emisiones indirectas de $N_2O$ resultantes de la gestión del estiércol	a. Estimación de emisiones como resultado de la biodigestión del estiércol. b. Estimación de emisiones por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La deposición atmosférica de NO y amoníaco (<math>NH_4</math>) en los suelos, incluyendo en las fuentes de N la volatilización de los aportes de N a los suelos, así como la combustión y los procesos industriales.</li> <li>• La lixiviación y escorrentía de N que se aplica o se deposita en los suelos.</li> <li>• La disposición de N contenido en las aguas residuales.</li> <li>• La formación de <math>N_2O</math> en la atmósfera a partir de emisiones de <math>NH_3</math> procedentes de actividades antropogénicas.</li> <li>• La disposición de efluentes industriales procedentes de la elaboración de alimentos y otras operaciones.</li> </ul>
	Emisiones de $CH_4$ procedentes de la producción de arroz	a. Caracterización del cultivo de arroz en el país: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de ecosistema arrocerero.</li> <li>• Régimen de manejo del agua.</li> <li>• Tipo y la cantidad de fertilizantes orgánicos.</li> <li>• Tipo de suelo.</li> <li>• Superficie total cosechada a nivel nacional.</li> </ul>
	Prácticas post cosecha	a. Medición de emisiones generadas durante la fermentación de cultivos agrícolas, como el café. b. Carbono contenido en productos extraídos de cultivos agrícolas (hule, palma, frutos).
Producción de peces y camarón	a. Análisis de emisiones y absorciones de GEI en acuicultura (jaulas de engorde y áreas inundadas).	

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Silvicultura y otros usos de la tierra	Tierras de cultivo agroforestal y silvopastoriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Estimación de capacidad y cantidad de captura de carbono en sistemas agroforestales y silvopastoriles vrs. sistemas tradicionales de cultivos y pastoreo.</li> <li>b. Estudio de especies con ventajas para incorporar en SAF's.</li> </ul>
	Pastizales	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Medición de emisiones por fertilización de pastizales.</li> <li>b. Desarrollo de una metodología para el mapeo de pastos y estimación de fijación por diferentes pastizales.</li> </ul>
	Humedales y manglares	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Análisis de emisiones y absorciones de GEI en humedales.</li> <li>b. Estudio de emisiones y absorciones de GEI por los ecosistemas de manglares.</li> <li>c. Levantamiento de parcelas permanentes de muestreo en bosque de mangle, específicamente en la costa del Pacífico.</li> <li>d. Generación de ecuaciones alométricas para especies de mangle.</li> </ul>
	Tierras forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Análisis de la capacidad de captura de carbono por especie forestal como potencial para utilizar en reforestaciones.</li> <li>b. Elaboración de ecuaciones alométricas por especie forestal y plantaciones forestales para el cálculo del contenido de carbono.</li> <li>c. Afinar la metodología para el cálculo de contenido de carbono en usos no forestales.</li> <li>d. Elaboración de ecuaciones alométricas para el cálculo del contenido de carbono en especies de agricultura permanente.</li> <li>e. Cálculo de factores de emisión del cambio de uso de la tierra de bosque a usos no forestales: agricultura, ganadería, agricultura permanente (hule, palma, caña).</li> <li>f. Fortalecer la metodología de análisis factorial para realizar los análisis de causas y agentes de la deforestación.</li> <li>g. Definir los principales usos post-deforestación.</li> <li>h. Nueva tecnología para mapeo de cobertura forestal y análisis de sensores remotos e imágenes satelitales.</li> <li>i. Estudios sobre la eficacia de utilizar el software de RADAR para mapear el uso de la tierra, el contenido de carbono de los bosques y hacer las estimaciones de GEI.</li> <li>j. Estudios que permitan definir si el software RADAR puede ser utilizado para el estudio de las densidades de bosque para mapear la degradación; diferenciar entre tipos de bosque; mapear el sotobosque con la altura para calcular el contenido de carbono; y detectar entre bosque primario y secundario.</li> <li>k. Establecimiento de parcelas "centinela" para el monitoreo de degradación de bosques por incendios y determinar los factores de emisión de CO<sub>2</sub> que generan.</li> <li>l. Evaluación y determinación de los efectos del cambio climático en el comportamiento de plagas (ciclos biológicos, propagación, patrones de distribución, reducción de reguladores naturales, cambios en la efectividad de métodos de control).</li> <li>m. Actualización de WISDOM para estudiar la oferta y demanda de leña.</li> <li>n. Cálculo de porcentaje de reducción de emisiones al utilizar diversos tipos de estufas ahorradoras.</li> <li>o. Estudio de factibilidad de uso de materiales alternativos a la leña y su poder calorífico: pellets por ejemplo.</li> <li>p. Caracterización del uso de la leña (actores, consumo por familia, por municipio, uso que le dan, rentabilidad, limitantes socioeconómicos, de dónde viene la leña, si el sitio donde la extraen tiene mayor recuperación que pérdida).</li> </ul>

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Silvicultura y otros usos de la tierra	Tierras forestales	<p>q. Identificación de especies con potencial para bosques energéticos.</p> <p>r. Tecnología de transformación/evaluación de especies de interés con potencial para la producción de carbono.</p> <p>s. Estimación del contenido de carbono en plantaciones forestales. Evaluación de carbono equivalente en plantaciones forestales derivadas del Programa de Incendios Forestales PINFOR y PINPEP.</p> <p>t. Fortalecimiento de la red de parcelas permanentes de monitoreo forestal.</p> <p>u. Levantamiento de parcelas para medición de carbono en el sur de Petén.</p> <p>v. Evaluación y determinación de factores de emisión producto de los incendios forestales en Guatemala.</p> <p>w. Evaluación de la severidad de los incendios para la determinación de afectación en el sotobosque y bosque.</p> <p>x. Estimación de los impactos de los incendios en la pérdida de biodiversidad dentro del SIGAP/nacional.</p> <p>y. Estimación de la precisión de la biomasa a partir de diferentes sensores de alta y mediana resolución.</p> <p>z. Modelación para determinación de altura de bosques a partir de imágenes de VANT's y su ajuste/calibración a imágenes satelitales de alta o mediana resolución.</p> <p>aa. Evaluación de métodos para el establecimiento de sistemas de alerta temprana en degradación de bosques causada por incendios como parte del sistema MRV, identificación de combustible y valores de ignición.</p> <p>bb. Estimación de la propagación de error en la estimación de emisiones por incendios forestales.</p> <p>cc. Evaluación de la influencia del fuego en la estabilidad de los ecosistemas a una escala espacial.</p> <p>dd. Diseño de captura de información efectivo de incendios forestales en Guatemala a partir de dispositivos móviles.</p> <p>ee. Homogeneizar el tamaño de parcelas de acuerdo a la ubicación geográfica de Guatemala.</p> <p>ff. Levantamiento de parcelas de forma aleatoria y sistemática.</p> <p>gg. Verificación de los datos atípicos de las bases de datos de parcelas para medición de carbono de acuerdo al DAP y altura por especie para cumplir con los requerimientos de control de calidad de los datos.</p> <p>hh. Desarrollo de una metodología para determinar el contenido de carbono por tipo de suelo.</p> <p>ii. Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación del cambio climático Fase II, Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa.</p>
Energía y transporte	Industria de la manufactura y construcción	<p>a. Cantidad de combustible quemado en las categorías de industria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierro y acero (productos metálicos).</li> <li>• Producción de metales no ferrosos.</li> <li>• Fabricación de sustancias y productos químicos.</li> <li>• Aserrado, productos de madera.</li> <li>• Papel, edición e impresión.</li> <li>• Maquinaria y equipo.</li> <li>• Fabricación de otros minerales no metálicos.</li> <li>• Minas y canteras.</li> </ul>

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Energía y transporte	Industria de la manufactura y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción (Cámara de la construcción).</li> <li>• Elaboración de alimentos, bebidas y tabaco.</li> <li>• Fabricación de textiles, prendas de vestir, cuero y calzado.</li> <li>• Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras y reciclamiento.</li> </ul> <p>b. Factor de emisión específico del país para la categoría fuente y el combustible para cada gas. Los datos específicos del país son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de carbono de los combustibles utilizados.</li> <li>• Factores de oxidación del carbono.</li> <li>• Calidad de combustible (en especial para los gases no CO<sub>2</sub>).</li> </ul> <p>c. Estado del proceso tecnológico, para los siguientes tipos de combustible:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas Licuado del Petróleo (GLP)</li> <li>• Gasolina super y regular</li> <li>• Keroseno</li> <li>• Diesel</li> <li>• Fuel oil</li> <li>• Coque de petróleo</li> <li>• Carbón mineral</li> </ul> <p>d. Estudio comparativo de emisiones de generación de electricidad por combustibles fósiles Vrs. Energías limpias (hidroeléctrica, solar, geotérmica, eólica), para una comparación objetiva de diferentes fuentes de generación, identificando sus diferentes impactos al corto y largo plazo.</p>
	Generación y consumo de energía	<p>a. Crear la base de eficiencia energética para municipalidades y edificios públicos a partir de metodologías sencillas y replicables.</p> <p>b. Desarrollo de estudio de potenciales geotérmicos, eólicos, solares e hidroeléctricos.</p> <p>c. Medición de huella de carbono de toda la cadena de suministro de las distintas tecnologías de generación de energía eléctrica (carboneras, energías renovables y cogeneración).</p> <p>d. Identificación de estrategias para hacer más eficiente el consumo energético.</p> <p>e. Estudios para la estandarización en el etiquetado de aparatos eléctricos y otros dispositivos.</p> <p>f. Estudios para la viabilidad y aprovechamiento de desechos sólidos como fuente de energía y reducción de emisiones de GEI.</p>
	Transporte	<p>a. Diagnóstico del parque vehicular a partir de la información disponible en instituciones como SAT, MEM y municipalidades.</p> <p>b. Cantidad de combustible que se utiliza en las siguientes categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vehículos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos para pasajeros con catalizador de tres vías.</li> <li>• Vehículos para pasajeros sin catalizador de tres vías.</li> </ul> </li> <li>2. Camiones de peso ligero <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos para pasajeros con catalizador de tres vías.</li> <li>• Vehículos para pasajeros sin catalizador de tres vías.</li> </ul> </li> <li>3. Camiones de carga pesada y buses</li> <li>4. Motocicletas de 2 y 4 tiempos</li> </ol>

Continúa...



Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Energía y transporte	Transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Navegación – barcos               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barcos internacionales.</li> <li>• Barcos domésticos.</li> </ul> </li> <li>6. Aéreo               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aviación doméstica.</li> <li>• Fumigación.</li> </ul> </li> <li>7. Otro transporte               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte en pipas.</li> <li>• Transportes fuera de las carreteras (agrícolas u otros usos).</li> </ul> </li> </ol> <p>c. Para el factor de emisión de contenido de carbono específico para el país investigar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia (kilómetros recorridos por vehículo) y combustible vendido.</li> <li>• Distancia recorrida (KRV), velocidad y patrones de conducción durante la fase de funcionamiento térmicamente estabilizado del motor, para actividad de fuente móvil dada.</li> <li>• Emisiones durante la fase de calentamiento (arranque en frío).</li> <li>• Niveles de actividad del vehículo para cada subcategoría del vehículo y tipo de vehículo.</li> <li>• Tipos de combustible.</li> <li>• Tecnología del vehículo, tecnología del combustible y condiciones de uso.</li> <li>• Tecnología de control de emisiones (tipo de convertidor catalítico).</li> <li>• Condiciones de funcionamiento (tipo de carretera urbana o rural, clima u otro factor ambiental, etc.).</li> <li>• Antigüedad del vehículo (vehículos antiguos recorren menos pero emiten mas CH<sub>4</sub>).</li> <li>• Inspecciones y mantenimiento.</li> </ul> <p>d. Desarrollo de estrategias de ordenamiento vial e infraestructura para dar eficiencia al uso del transporte en las ciudades.</p>
	Petróleo	<p>a. Cálculo de las emisiones fugitivas por la producción y refinación del petróleo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de combustible para tener emisiones fugitivas por la quema de antorcha.</li> <li>• Volumen de combustible para tener emisiones fugitivas por exploración de pozos petroleros.</li> <li>• Volumen de combustible para tener emisiones fugitivas por el transporte de petróleo en oleoductos.</li> <li>• Volumen de combustible para tener emisiones fugitivas por distribución de petróleo y derivados de petróleo (GLP, gasolina súper y regular, diésel, keroseno, fuel Oil) en cisternas.</li> </ul>

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Desechos	Gestión de desechos sólidos por autoridades de manejo de cuencas (AMSA, AMPI, AMA-SURLI, AMSCLAE), municipalidades, mancomunidades, vertederos	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Composición de los desechos.</li> <li>b. Toneladas diarias de desechos que ingresan a los rellenos (zona 3, AMSA, otros).</li> <li>c. Generación de desechos por municipios por año.</li> <li>d. Años de gestión de vertederos, sin manejo y con manejo (por lo menos prácticas de compactación y/o recapeo, otras).</li> <li>e. Estadísticas en cantidad de materia destinada a compostaje por cada año.</li> <li>f. Estudios y estadísticas de composición de los desechos, historial en años.</li> <li>g. Estudios y estadísticas de generación per cápita, historial en años.</li> <li>h. Estudios y estadísticas sobre vertederos clandestinos.</li> <li>i. Cantidad de vertederos legales por cuenca y kilogramos depositados por día.</li> <li>j. Estadísticas de aprovechamiento o quema de metano, y sus años.</li> <li>k. Estudios sobre cantidad de desechos recolectados por servicio privado de recolección.</li> <li>l. Estadísticas en cantidad de materia destinada a incineración.</li> <li>m. Sistematización del aprovechamiento de los residuos orgánicos (compostaje) para ser utilizados en otras actividades productivas.</li> <li>n. Cálculo de emisiones provenientes del proceso de compostaje.</li> <li>o. Estudio sobre alternativas de los basureros existentes.</li> <li>p. Estudios sobre opciones y requisitos para los basureros que se construyan en el futuro.</li> <li>q. Estudios de nuevas tecnologías de degradación de desechos, y reconversión y gestión de residuos.</li> </ol>
	Desechos sólidos generados por el sector industrial en general	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Generación de desechos en total por parte del sector industrial (toneladas/año).</li> <li>b. Porcentaje de esos desechos que se dirigen a un sitio de disposición final (relleno sanitario/vertedero/botadero).</li> </ol>
	Incineración controlada de desechos sólidos (aquí se incluye la incineración de los desechos peligrosos, clínicos, hospitalarios, industriales, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Cantidad de desechos sólidos incinerados (peso).</li> <li>b. Tipo de desechos que incineran (peligrosos, clínicos/hospitalarios).</li> <li>c. Tipo de instalación y/o tecnología: de lecho fijo, con cargador mecánico, de lecho fluidizado, en horno de altas temperaturas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo de operación: continuo, semi-continuo, por lotes.</li> <li>• Tamaño de la instalación.</li> <li>• Parámetros como el contenido de carbono en la ceniza.</li> </ul> </li> <li>d. Cálculo de emisiones por quema domiciliar de desechos sólidos.</li> </ol>
	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Total de producción industrial (en toneladas/año) por tipo de industrias.</li> <li>b. Generación de aguas residuales en m<sup>3</sup> por tonelada de producto mencionado a continuación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinación de alcohol,</li> <li>• Cerveza y malta, café,</li> <li>• Productos de leche,</li> <li>• Procesamiento de pescado,</li> <li>• Carne y embutidos,</li> </ul> </li> </ol>

Continúa...

Sector	Eje temático	Líneas de Investigación
Desechos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Químicos orgánicos,</li> <li>• Refinería de petróleo,</li> <li>• Resinas y plásticos,</li> <li>• Papel y pulpa (combinados),</li> <li>• Jabón y detergentes,</li> <li>• Producción de harina,</li> <li>• Refinería de azúcar,</li> <li>• Aceites vegetales,</li> <li>• Vegetales, frutas y jugos,</li> <li>• Vinagre y vino.</li> </ul> <p>c. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de cada producción industrial.</p> <p>d. Tipo de descarga o eliminación de aguas residuales por industria (mecanismo para eliminar y tratar el agua residual).</p> <p>e. Identificación y sistematización de sistemas económicos y sencillos de tratamiento de aguas residuales industriales.</p> <p>f. Análisis de factibilidad e implementación de biodigestores para manejo de desechos líquidos derivados de asentamientos humanos y actividades productivas agropecuarias, que además generen energía y disminuyan la emisión de GEI.</p>
	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domiciliarias (esto incluye residenciales, municipales y comerciales)	<p>a. Identificación y sistematización de sistemas económicos y sencillos de tratamiento de aguas residuales domiciliarias.</p>
Procesos Industriales	Procesos industriales	<p>a. Determinar los factores de emisión específicos del sector.</p> <p>b. Caracterización de la producción y consumo de cal (incluyendo cal dolomítica) en Guatemala.</p> <p>c. Caracterización del uso y consumo de productos no energéticos de combustibles y solventes, principalmente los solventes, lubricantes y ceras de parafina.</p> <p>d. Caracterización de la producción de artículos de cerámica, industrial y artesanal en Guatemala.</p> <p>e. Caracterización del uso y consumo de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, como los gases para la refrigeración y aire acondicionado, aerosoles y solventes.</p> <p>f. Caracterización de la producción de pan, galletas y pasteles; el tostado del café; y la fabricación de concentrados para animales, los cuales generan COVDM que se deben monitorear y reportar.</p>
	Industria extractiva de minerales: Derechos mineros y sus procesos industriales	<p>a. Innovación y tecnología para conocer escenarios hidrológicos mineros, para planificar el manejo de las aguas en las operaciones y reducir riesgos por efectos de eventos extremos.</p> <p>b. Técnicas para la revegetación y forestación a través de cobertura vegetal para estabilizar laderas, reducir escorrentías, controlar la erosión de suelos y favorecer infiltración de agua de las áreas intervenidas por la actividad extractiva minera.</p> <p>c. Estadística para la determinación del consumo de agua en la industria extractiva: formulación de una matriz hídrica, que considere la cantidad de agua que la minería consume y a qué factores afecta al hacerlo.</p> <p>d. Cuantía de emisión de GEI de las industrias extractivas mineras en períodos de tiempo determinados, medidos en las unidades de aplicación que correspondan a cada uno de ellos.</p> <p>e. Metodologías y técnicas para la restauración de la flora y fauna de las áreas intervenidas por minería.</p>

## Actores identificados

Los actores involucrados identificados a continuación corresponden a instituciones gubernamentales, academia y otros sectores, que pueden ser beneficiadas con la información ge-

nerada; y/o que tienen el potencial de generar información relevante y/o complementaria a las líneas de investigación planteadas antes.

### Ciencia del clima

Tema	Actores
Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente	INSIVUMEH, INDE, ICC, autoridades de cuencas, IGN, Academia, Sector Privado Organizado, ANACAFÉ

### Adaptación

Tema	Actores
Ecosistemas y biodiversidad	ANAM-municipalidades, CONAP, INAB, FONACON, CECON, INSIVUMEH, MARN, autoridades de cuencas, CONRED, ANACAFE, ARNPG, ONGs ambientales, pueblos indígenas, consejos de desarrollo, OCRET, IDAEH
Agua	MARN, MSPAS, MAGA, municipalidades, AQUACORP, FUNCAGUA, PENTAGUA, SEGEPLAN, autoridades de cuencas, MINEX
Agricultura	MAGA, MARN, FONAGRO, SEGEPLAN, ICTA, ENCA, FAUSAC, CAMAGRO, AGEXPORT
Salud y seguridad alimentaria	IGSS, MSPAS, MAGA, SEGEPLAN, APROFAM, OXFAM, SESAN, ASECSA, AGEXPORT
Infraestructura y asentamientos humanos	FOGUAVI, municipalidades, CONRED, Cámara de la Construcción, INFOM, CIV, RGP, IGN, RIC, IDAEH
Gestión de riesgo	REDHUM, CONRED, CEDESYD, compañías de seguros y riesgos, Cruz Roja, ASONBOMD, CEPREDENAC, CIV, INFOM, ANAM

Continúa...

Tema	Actores
Economía de la sostenibilidad	Academia, MINFIN, sector privado organizado
Institucional	SEGEPLAN, sociedad civil, municipalidades, consejos de desarrollo, ANAM
Social	PDH, MP, sociedad civil, consejos de desarrollo, OJ, ANAM
Educación	MINEDUC, SEGEPLAN
Conocimientos tradicionales y ancestrales	FODIGUA, Sotz'il, AGAAI, Mesa Indígena de CC

## Mitigación

Tema	Actores
Agricultura y ganadería	DIPLAN del MAGA, INE, DIPESCA, CEMA, MINECO
Silvicultura y otros Usos de la tierra	CONAP, INAB, MAGA y GIMBUT
Energía y transporte	Cámara de Industria y otros actores del sector privado, MEM, MARN, MINECO, ICC, Banco de Guatemala, CNE, AGER, AMM, SAT, EMETRA, EMIXTRA y municipalidades, PERENCO
Desechos	AMSCLAE, AMASURLI, AMSA, AMPI, municipalidades, mancomunidades con programas de gestión integral de desechos y residuos sólidos, vertedero de la zona 3, empresas incineradoras de desechos sólidos (ECOREPROCESIS, ECOTERMO), Cámara de Industria y ERIS de la USAC
Procesos industriales	Cámara de Industria y otros actores del sector privado, MEM, MARN

# Potenciales fuentes de financiamiento

En Guatemala existe un gran potencial para el desarrollo de propuestas y/o solicitudes de financiamiento en materia de cambio climático, lo cual es de vital importancia para la obtención de fondos, nacionales e internacionales, que financien programas o proyectos de investigación. A continuación, se presentan algunas de las potenciales fuentes de financiamiento que tienen presencia en el país y que pueden apoyar a cubrir los vacíos y necesidades de información en las distintas temáticas:

## Nacionales

- Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT)
- Dirección General de Investigación (DIGI)
- Fideicomiso de Administración e Inversión del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (FONACON)

## Internacionales

- Horizonte 2020
- Proyecto Euroclima
- GIZ
- USAID
- Banco Mundial
- BID

- CEPAL
- FAO
- OMS/OPS
- ONG ambientales (RA, Cooperación Internacional, TNC, WWF)
- PNUD-GEF
- PNUMA
- SICA-CCAD
- Unión Europea
- CATIE / Zamorano / CIMMYT
- ONG Internacionales desarrollo/ humanitarias (Cruz Roja, CARE, CORDAID, ACH, Heifer, Vecinos M.)
- Programa Mundial de Alimentos PMA
- CATHALAC
- FCA
- Kfw
- UNICEF
- Otros Sistema NNUU
- Embajadas
- JICA
- ONG patrocinio (Visión Mundial, Plan Internacional, Save the Children, Alianza por la Resiliencia)



## Recomendaciones

- Crear una Mesa Técnica, desde el Consejo Nacional de Cambio Climático, para el seguimiento a la actualización constante y mejora del presente documento, considerando una futura priorización de las líneas de investigación según sea necesario.
- Regionalizar las líneas de investigación, incluyendo una separación por niveles educativos y niveles de impacto.
- Evaluar la posibilidad de crear un Fondo Nacional de Investigación sobre Desarrollo Sostenible, Ambiente y Cambio Climático.
- Fomentar un mayor aprovechamiento de los recursos financieros nacionales que ya existen (Por ejemplo: CONCYT, DIGI), facilitando el acceso a los fondos, y reorientándolos por niveles de financiamiento (nacional, regional, local).
- Identificar otras fuentes de financiamiento que no se mencionan en el presente documento para ampliar la posibilidad de acceso a recursos dirigidos a la investigación.
- Se recomienda hacer un análisis de la vinculación de las líneas de investigación propuestas en el presente documento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de alimentar los indicadores nacionales que servirán como elementos clave para la planificación e implementación de la Agenda 2030.
- Es importante vincular las líneas de investigación con el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) en virtud de identificar cuáles de ellas pueden contribuir al alcance de las metas establecidas en el Plan.
- Identificar e implementar un mecanismo que asegure la sistematización de la información sobre el cambio climático ya existente o que se genere, para que dicha información alimente directamente al Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC).
- Vincular a los distintos sectores del país en el esfuerzo de implementar proyectos, programas y acciones de investigación en conjunto, promoviendo la transversalidad de la investigación para evitar la sectorialización.
- Fomentar que las instituciones realicen un ejercicio de priorización de líneas de investigación en base al presente documento.





# Anexo

## Listados de participantes



### REGISTRO DE PARTICIPANTES

Nombre de la Actividad: Mesa de Líneas de Investigación de Cambio Climático

Objetivo de la Actividad:

Fecha: 04/05/2017

Lugar: Salón de Vicedepacho de Recursos Naturales y Cambio Climático

Moratorio: 10:00 a 12:00

No.	Nombre y Apellido	CUI/DPI	Institución/ Organización	SEXO		PUEBLO						EDAD			Teléfono	Correo Electrónico	DEPARTAMENTO / Municipio	Dispositivo	
				Hombre	Mujer	Maya	Garífuna	K'iche'	Mek'iche'	Q'eq'chi'	Q'anaq'	0-11	12-17	18 y más					
1	Daniella Suger	2022574670101	Universidad Galileo	X									X			23240000	dani.suger@galileo.edu.gt	Guatemala	
2	Miguel Angel Irujo	2701438490101	Mineduc D.igecade	X									X			26101473	miguelanir@mineduc.gob.gt	Guatemala	
3	Omar Orellana	2354287820101	MARN DCC	X									X			59442827	orellanad@mar.gob.gt	Guatemala	
4	Enrick F. Reales	2335428310101	Dispositivo de Reducción de Emisiones	X									X			55054618	eriales@dispositivo.gob.gt	Amatitlan	
5	Abelardo Pérez	2022001830101	MARN	X									X			23230500	abelardo.perez@marn.gob.gt	Guatemala	
6	Quintana Soledad	2707582830101	USAC	X												402112220	quintana@usac.gob.gt	Guatemala	
7	Jackeline Brincker	190238220101	UNG SACCC	X									X			23083533	jackelinebrincker@gmail.com	Guatemala	
8	Jorge Luis Calindo	2511023190101	BENAYT	X									X			55002551	jcalindo@comigob.gob.gt	Castele	
9	Pablo Viduere	0661073340101	SQUANT	X									X			4927919	pviduere@comigob.gob.gt	Castele	
10	Juan Casanero	159728190403	SoFT-iL MICE	X	X								X			40852199	juccel78@gmail.com	Chimel	

\* 1) Achi, 2) Ak'ateko, 3) Awk'ateko, 4) Ch'orti, 5) Ch'orti, 6) Chuj, 7) Guinajú/Guinaja, 8) Itz'at, 9) Itz'at, 10) Itz'at, 11) Itz'at, 12) K'iche', 13) Mam, 14) Mam, 15) Poqomam, 16) Poqomchi', 17) Q'anaq', 18) Q'eqchi', 19) Saq'ab'ek'el, 20) Saq'ab'ek'el, 21) Tz'utuj, 22) Tz'utuj, 23) Uspanteko, 24) X'inka, 25) X'inka

\*\* 1) S, 2) No



REGISTRO DE PARTICIPANTES

Nombre de la Actividad: Mesa de Líneas de Investigación de Cambio Climático

Objetivo de la Actividad:

Fecha: 04/05/2017

Lugar: Salón de Vicerrectorado de Recursos Naturales y Cambio Climático

Horario: 10:00 a 12:00

Nº.	Nombre y Apellido	CUI/DPI	Institución/ Organización	SEXO		PUEBLO					EDAD			Teléfono	Correo Electrónico	DOMICILIO	Disapacidad	
				Hombre	Mujer	Maya	Garífuna	Mixto	Otro	CONFEDERACIÓN	0-13	14-30	31-60					61 y más
1	Gabriela Fuentetaja	2392-49224 0101	UVG URBCC	✓										454-2169	gabifuentetaja@uvg.edu.gt	Guatemala		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

\* 1) Achi, 2) Mam, 3) Awakateko, 4) Ch'ol, 5) Ch'ont', 6) Chuj, 7) Garífuna, 8) Itz'at, 9) Itz'at, 10) Itz'at, 11) Itz'at, 12) Itz'at, 13) Itz'at, 14) Itz'at, 15) Itz'at, 16) Itz'at, 17) Itz'at, 18) Itz'at, 19) Itz'at, 20) Itz'at, 21) Itz'at, 22) Itz'at, 23) Itz'at, 24) Itz'at, 25) Itz'at

\*\* 1) Si, 2) No



REGISTRO DE PARTICIPANTES

Nombre de la Actividad: II Taller Mesa Líneas de Investigación en Cambio Climático  
 Objetivo de la Actividad: Construir líneas de trabajo en Cambio Climático  
 Fecha: 16.05.2017 Lugar: USA-C Horario: 9:30 - 12:30

No.	Nombre y Apellido	CUI/IDP*	Institución/Organización	Sexo	NIVEL					EDAD	TELÉFONO	Correo Electrónico	COMERCIO		
					Comunidad Urbana	Ciudad	Rural	Indígena	Disapacitado				Departamento / Municipio	** Disapacitado	
1	Gabriela Fuentes	2392-49224-0101	UVS/USAC	Mujer						X	4154-2269	gabifuentes@uvshahon.com		Guatemala	
2	Jacqueline Brindley	1988182210101	UVS/USAC	Mujer						X	41746092	jackybrindley@gmail.com		Guatemala	
3	Leonor Arevalo	23927885601	USAC	Mujer						X	212222	leonor@usac.gub.gt		Guatemala	
4	Cloner Gonzalez	4430234901001	USAC	Hombre						X	3000550	gonzor202@usac.gub.gt		Guatemala	
5	Abelardo Pérez	222001534	USAC	Hombre						X	51194605	abelardo@usac.gub.gt		Guatemala	
6	Bonifacio Alarín	1641263003	MICC	Hombre						X	50500745	bonifacio@micc.gub.gt		Guatemala	
7	Pablo Velazquez	164109339001	CONCYT	Hombre						X	45927719	velazquez@concyt.gub.gt		Guatemala	
8	Liza C. Ixoot Y.	2512574810101	DIGI-USAC	Mujer						X	5429632	lixoot@gmail.com		Guatemala	
9	Miguel Ángel Guevara	2401434650101	Mineduc Disapacitado	Hombre						X	5410773	miguelangel@mineduc.gub.gt		Guatemala	
10	Erwick F. Ruedas	2335182340101	Mineduc Disapacitado	Hombre						X	55051618	erwick@mineduc.gub.gt		Guatemala	

\* 1) Acah, 2) Actitlan, 3) Amatenango, 4) Chichicastenango, 5) Chichol, 6) Chuj, 7) Cobán, 8) Escuintla, 9) Escuintla, 10) Escuintla, 11) Escuintla, 12) Escuintla, 13) Escuintla, 14) Escuintla, 15) Escuintla, 16) Escuintla, 17) Escuintla, 18) Escuintla, 19) Escuintla, 20) Escuintla, 21) Escuintla, 22) Escuintla, 23) Escuintla, 24) Escuintla, 25) Escuintla

\*\* 1) Sí, 2) No



## REGISTRO DE PARTICIPANTES

Nombre de la Actividad: II Taller Mesa Redonda Investigación en Cambio Climático

Objetivo de la Actividad: Construir líneas de Investigaciones en Cambio Climático

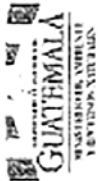
Fecha: 16/05/2017 Lugar: USAEL Horario: 9:30 - 12:30

Nº.	Nombre y Apellido	CUI/DH	Institución/ Organización	SEXO		PUEBLO					EDAD				Teléfono	Correo Electrónico	MUNICIPIO	Departamento / Municipio	Observaciones
				Varón	Mujer	Q'eq'	Q'ik'	Q'uj'	Q'ab'	Q'amb'	Q'at'	Q'it'	Q'iz'	Q'uz'					
1	Jorge Luis Gerardo	2514 0231a 0101	SENACT	X															
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

\* 1) Achi, 2) Anasteco, 3) Amatenango, 4) Chalhuitán, 5) Chiquimula, 6) Chuj, 7) Escuintla, 8) Escuintla, 9) Jalapa, 10) Jutiapa, 11) Quetzaltenango, 12) Quiché, 13) Retalhuleu, 14) Sacapulas, 15) San Marcos, 16) Soloma, 17) Totonicapán, 18) Uspulután, 19) Escuintla, 20) Escuintla, 21) Escuintla, 22) Escuintla, 23) Escuintla, 24) Escuintla, 25) Escuintla

\*\* 1) Si, 2) No

REGISTRO DE PARTICIPANTES



Nombre de la Actividad: 3o. Reunión Mesa de líneas de Investigación en Cambio Climático  
 Objeto de la Actividad: Fortalecer y construir las líneas de Investigación en Cambio Climático  
 Fecha: 23 de Mayo del 2017 Lugar: USAC Hora:

No.	Nombre y Apellido	CUI/IDP*	Institución/Organización	SEXO		ESTADO CIVIL					EDAD			Teléfono	Correo Electrónico	Departamento / Municipio	Observaciones
				Hombre	Mujer	Mayor	Menor	Viudo	Viuda	Soltero	Conyugado	Divorciado	11 y más				
1	Bonifacio Martín Ch.	176011630403	MICC	X		X						X			805 007415	Departamento: <u>Ujala Nueva Guatemala</u>	
2	Liza C. Ixcoy Y.	2312574810101	DEI-USAC		X			X				X			54124632	Guatemala	
3	Melchor Amador	2647574011150000	USAC	X				X				X			58265296	Departamento: <u>Ujala Nueva Guatemala</u>	
4	Alfonso González Ventura	1938022191001	USAC	X				X				X			30001550	Guatemala	
5	Cecilia Escobar	23175878001	USAC	X				X							42112272	Guatemala	
6	Naniño Martínez	2102 8966000	COMAP	X				X				X			41008999	Guatemala	
7	Pablo Victoripe	260109339009	CONCYT	X				X				X			45927989	Guatemala	
8	Jackeline Brindes	1980582720101	UNG/SGU		X			X				X			4774692	Guatemala	
9	Fredrick F. Brindes	233518220101010	PIGELUP M.A.MEDIC	X				X				X			55054668	Guatemala	
10	Omara Orellana	2359187870001	MREN/DEI	X				X				X			54742827	Guatemala	

\* 1) A-H, 2) A-Z, 3) A-Z, 4) A-Z, 5) A-Z, 6) A-Z, 7) A-Z, 8) A-Z, 9) A-Z, 10) A-Z, 11) A-Z, 12) A-Z, 13) A-Z, 14) A-Z, 15) A-Z, 16) A-Z, 17) A-Z, 18) A-Z, 19) A-Z, 20) A-Z, 21) A-Z, 22) A-Z, 23) A-Z, 24) A-Z, 25) A-Z



REGISTRO DE PARTICIPANTES

Nombre de la Actividad: 2a. Reunión Mesa de líneas de Investigación en Cambio Climático  
 Objetivo de la Actividad: Fortalecer y construir las líneas de investigación en Cambio Climático  
 Fecha: 23 de Mayo de 120171 Lugar: USAC

Items:

No.	Nombre y Apellido	CUI/DPI	Industria/ Organización	SEXO		PUEBLO					COMUNIDAD LINGÜÍSTICA					EDAD	Teléfono	Correo Electrónico	DOMICILIO Departamento/ Municipio	Precedencia
				Hombre	Mujer	Maya	Garífuna	Mixe	Matz'ik	O'cho	O'cho	14-80	21-80	81 y más						
1	Abelardo Perdomo	222001534 0413	MADM	X		X								X	57-954605	ap2-parroquia@usac.gub.gu	USAC			
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

\* 1) Achi, 2) Atz'ek, 3) Awit'ek, 4) Ch'ol, 5) Ch'uj, 6) Ch'uj, 7) Garífuna/Garifuna, 8) Itz'at, 9) Itz'at, 10) Itz'at, 11) Itz'at, 12) Itz'at, 13) Itz'at, 14) Itz'at, 15) Itz'at, 16) Itz'at, 17) Itz'at, 18) Itz'at, 19) Itz'at, 20) Itz'at, 21) Itz'at, 22) Itz'at, 23) Itz'at, 24) Itz'at, 25) Itz'at  
 \*\* 1) Itz'at, 2) Itz'at



REGISTRO DE PARTICIPANTES

C

Nombre de la Actividad: 4 a. Reunión Mesa Técnica Líneas de Investigación en Cambio Climático  
 Objetivo de la Actividad: Fortalecer y construir las líneas de investigación en CC.

Fecha: 31 de mayo de 2017 Lugar: UNG

Horario:

No.	Nombre y Apellido	CUI/IDP	Institución/Organización	SEXO		PUEBLO					COMUNIDAD LINGÜÍSTICA	EDAD			Teléfono	Correo Electrónico	DOMICILIO		Discapacidad
				Hombre	Mujer	Garfuna	Maya	Xinka	Mastot	Otro		0-13	14-30	31-60			61 y más	Departamento / Municipio	
1	Herman Sagastume	2196584040101	MARN								X				57230513	hortsagas@gmail.com	Guate.		
2	Hellen Rodriguez	198705913208	MINGA		X										30061003	hellenar20@gmail.com	Guate.		
3	Omar Orellana	33542878700	MARN	X								X			54142827	omariorellana.Schot	Guate		
4	Nelson Amador	26434574001	UPANAH Coche	X											158264248	nelsonamador@gmail.com	Guate		
5	Liza Ixcot	231257481001	UNAC-DIGI		X										54129632	lijou@gmail.com	Guate		
6	Genián Zorrizover	257150870001	RENFOR/DREA	X											44723539	grr231@gmail.com	Guate		
7	Jorge Luis Galindo	2511023190101	SENACYT	X											55002531	jgalindo@concyt.gob.gt	Guate		
8	Jackeline Brinda	1984382720101	UNG		X										44744492	jbainder@ung.edu.gt	Guate.		
9																			
10																			

\* 1) Achi, 2) Akateko, 3) Awakateko, 4) Ch'ol, 5) Ch'ont'ul, 6) Chuj, 7) Garifuna/Garfuna 8) Itza', 9) Ixil, 10) Jakalteko/Popol, 11) Kaqchikel, 12) K'iche', 13) Mam, 14) Mopan, 15) Poq'omchi', 16) Poq'omchi', 17) Q'eqchi', 18) Q'eqchi', 19) Sakaputeko, 20) Sipak'eqchi', 21) Tekititeko, 22) Tz'utujil, 23) Uspanteko, 24) Xinka, 25) Español

\*\* 1) Si, 2) No





