



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Los Desafíos del Cambio Climático para Guatemala

Conservar el agua y recuperar nuestros bosques

Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2023



Ana Patricia Orantes Thomas
Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

José Rodrigo Rodas
Viceministro de Ambiente

Edwin Josué Castellanos López
Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Edwing Antonio Perez Corzo
Viceministro Administrativo Financiero

Jaime Luis Carrera
Viceministro del Agua

Elaborado por:
Claudio Castañón
Walter Bardales
Manuel Basterrechea
Gabriela Franco

Revisado por:
Edwin Castellanos
Gabriela Fuentes

Nos gustaría reconocer al Banco Interamericano de Desarrollo -BID- por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Guatemala, diciembre 2024
www.marn.gob.gt

Cita sugerida
MARN. (2024). Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2023.

Índice

Capítulo 1: Contexto nacional ambiental de Guatemala con énfasis en cambio climático y sus impactos en los sectores hídrico y forestal.	10
1. Contexto general ambiental de Guatemala	12
2. Alteración en las variables climáticas.....	14
3. Impacto del cambio climático	16
3.1 Sector hídrico	16
3.2 Sector forestal.....	17
4. Marco político e institucional en torno a la temática del cambio climático	18
Capítulo 2: Comportamiento de las variables climáticas durante el 2023 y cómo estas evidencian las amenazas del cambio climático en el país.....	20
1. Condiciones climáticas globales	22
2. Condiciones climáticas regionales.....	24
3. Condiciones climáticas en Guatemala	26
3.1 Precipitación	26
3.2 Temperatura	28
3.3 Frentes fríos	29
3.4 Olas de calor	29
3.5 Ondas y ciclones tropicales.....	29
4. Condiciones climáticas registradas en las distintas regiones de Guatemala.....	30
4.1 Región Caribe (Izabal).....	31
4.2 Región de los Valles de Oriente (Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jalapa y Jutiapa) ..	32
4.3 Región de Occidente (Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá)	33
4.4 Región de Boca Costa (desde San Marcos a Santa Rosa).....	34
4.5 Región del Pacífico (desde la costa de San Marcos a Jutiapa)	35
4.6 Región del Altiplano Central (Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, Guatemala, Baja Verapaz, El Progreso y Jalapa)	36
4.7 Región Franja Transversal del Norte (Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz).....	37
4.8 Región Norte (Petén)	38
5. Sequías.....	39
Capítulo 3: Vulnerabilidad del sector hídrico e impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua.	42
1. Balance hídrico anual.....	44
2. Impacto de los efectos de la fase El Niño en los recursos hídricos y sus usos.....	46
2.1. Agricultura.....	46
2.1.1. Impacto en el cultivo de los granos básicos	46
2.1.2. Impacto en el cultivo de la caña de azúcar	46
2.1.3. Impacto en el cultivo de palma de aceite.....	47
2.1.4. Impacto en las hortalizas	47
2.2. Hidroenergía	48
2.3. Abastecimiento Humano.....	51
Capítulo 4: Situación actual del recurso forestal en Guatemala.....	52
1. Administración del bosque.....	54
2. Cobertura forestal	55
3. Pérdida y recuperación de los bosques.....	56

4. Incendios forestales.....	58
5. Demanda y oferta de leña	60
6. Reservorio de biomasa y carbono en bosques.....	62

Capítulo 5: Medidas implementadas y recomendadas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático en los sectores hídrico y forestal 64

1. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos	67
1.1 Perspectivas para la toma de decisiones a futuro en el sector hídrico	68
1.2 Medidas implementadas y recomendadas en el sector hídrico.....	69
2. Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas.....	71

Referencias bibliográficas72

Índice de cuadros

Cuadro 2.1. Valores del Índice normalizado de precipitación (modificado de OMM 2012).	39
Cuadro 4.1. Contenido de biomasa en los diferentes componentes de los bosques del país.....	62
Cuadro 4.2. Contenido de carbono de los componentes de los bosques del país.	62
Medidas implementadas y recomendadas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático en los sectores hídrico y forestal.....	64
Cuadro 5.1. Medidas de adaptación sectoriales identificadas en la NDC actualizada de Guatemala	66

Índice figuras

Figura 1.1. Tendencia de los días calientes en Guatemala (índice climático que muestra el porcentaje de días cuando la temperatura máxima diaria es mayor al percentil 90).	14
Figura 1.2. Tendencia de la precipitación total anual en Guatemala para el período 1970-2023..	15
Figura 2.1. Anomalías de la temperatura media global anual (relativo a los años 1990-2021) hasta 2023 (American Meteorological Society, 2024).....	22
Figura 2.2. Promedios anuales mundiales (1984-2022) de las concentraciones de los gases de efecto invernadero CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O (OMM, 2024).	23
Figura 2.3. Anomalías de la temperatura media anual cerca de la superficie durante el período de 1900 a 2023 para Centroamérica (OMM, 2024).....	24
Figura 2.4. Anomalías de precipitación in situ durante 2023 en América Central (OMM, 2024). ..	25
Figura 2.5. Acumulado de precipitación mensual sobre todo el dominio espacial para el año 2023 (línea roja) y para el periodo de referencia de 1991-2020 (línea azul) (INSIVUMEH, 2024).	27
Figura 2.6. Acumulado de precipitación diaria en Guatemala para el año 2023 (línea roja) y para el periodo de referencia de 1991-2020 (línea azul) (INSIVUMEH, 2024).....	27
Figura 2.7. Distribución de valores de temperatura media diaria en Guatemala. La línea continua azul muestra los valores promediados del período de referencia de 1991 a 2020, y la línea continua roja los valores del año 2023 (INSIVUMEH, 2024)	28
Figura 2.8. Regiones climáticas de Guatemala.....	30
Figura 2.9. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Puerto Barrios, Izabal, comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.....	31
Figura 2.10. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Pasabien (Río Hondo Zacapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.....	32

Figura 2.11. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Labor Ovalle (Olintepeque, Quetzaltenango) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.

Figura 2.12. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Catarina (Catarina, San Marcos) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.....

Figura 2.13. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Montufar (Moyuta, Jutiapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. 35

Figura 2.14. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación INVIVUMEH (Ciudad de Guatemala) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.....

Figura 2.15. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Cobán (Cobán, Alta Verapaz) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.....

Figura 2.16. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Flores (Santa Elena, Petén) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020.

Figura 2.17. Sequía meteorológica 2023, total anual.

Figura 2.18. Sequía meteorológica mensual de mayo a octubre 2023.

Figura 3.1. Demanda consuntiva total en Guatemala (BID; et. al., 2024).

Figura 3.2. Comportamiento del caudal entrante en la hidroeléctrica Chixoy de 1999 al 2023. Los valores de caudal promedio, máximo y mínimo se consideran para los años 1999 a 2022 (AMM, 2023).....

Figura 3.3. Producción de energía por tipo de recurso del 2019 al 2023 (Informes anuales AMM de 2019 a 2023).....

Figura 3.4. Porcentaje de producción de energía a base del recurso hídrico, 2022 y 2023 (AMM 2023).....

Figura 3.5. Producción de agua (superficial) en plantas que abastecen a la ciudad de Guatemala, 2022 y 2023 (Memoria de labores EMPAGUA 2022 a 2023).....

Figura 3.6. Producción de agua potable en el sistema "Ojo de Agua" que abastece a la ciudad de Guatemala, 2022 a 2023 (Memoria de labores EMPAGUA 2022 a 2023).....

Situación actual del recurso forestal en Guatemala

Figura 4.1. Cobertura por tipo de bosque. Fuente: MAGA, 2020.....

Figura 4.2. Tendencia en la tasa neta de deforestación período 2001-2020 (INAB 2024).....

Figura 4.3. Tendencia en la ocurrencia de incendios forestales 2001-2023 (INAB 2024).....

Figura 4.5. Ocurrencia de incendios forestales durante el 2023. Elaboración propia con base en los datos viirs de la NASA y el shapefile de cobertura forestal del MAGA, 2020.

Figura 4.4. Área afectada por incendios. Elaboración propia con base en puntos viirs de la NASA.59

Figura 4.6. Tendencia de los hogares que usan leña para cocinar a nivel nacional (INE, 2019)...

Figura 4.8. Porcentaje de hogares que consumen leña por departamento (INE, 2019).....

Figura 4.8. Porcentaje de hogares que consumen leña para cocinar por municipio.

Carta de presentación

En cumplimiento al mandato que la Ley del Organismo Ejecutivo le otorga al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales,¹ presentamos el Informe Ambiental del Estado 2023 titulado “*Los desafíos del cambio climático para Guatemala: conservar el agua y recuperar nuestros bosques*”.

El cambio climático en nuestro país viene expresándose de dos formas: por un lado, en temperaturas cada vez más altas y épocas secas cada vez más largas; por otro, en mayores precipitaciones anuales en forma de lluvias intensas que caen en cortos periodos de tiempo. El año 2023 fue el año más cálido reportado desde 1981 y también, el año con menor precipitación reportada entre 1991 y 2020.

Esta combinación de cambios en nuestro clima viene limitando seriamente la disponibilidad de agua para la gente, la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica y para la vida misma en la Naturaleza. También viene poniendo en mayor riesgo aún a nuestros bosques -debido a la creciente incidencia de incendios forestales- y con ello, a la riqueza de vida que albergan.

Al Estado, los sectores productivos, los pueblos indígenas, la academia y la sociedad organizada nos corresponde trabajar de la mano poniendo dos grandes prioridades de por medio: crear condiciones para garantizar que todos los guatemaltecos tengamos agua para vivir y producir; también, emprender la tarea de rescatar y conservar nuestros bosques. El agua y el bosque se necesitan mutuamente y ambos son sinónimos de vida.

En noviembre de 2024, Guatemala participó en la 29 Conferencia de las Partes de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático sumándose a la mayoría de países que están trabajando con enorme sentido de misión y ambición para mitigar el cambio climático. El único futuro del planeta vivo es un futuro diferente: con bajas emisiones y adaptado al nuevo clima. Guatemala debe ser parte de él.

Esperamos que este informe sea de utilidad a todos los actores y sectores del país, como una guía más para decidir y actuar a favor del agua y los bosques. Debemos y podemos construir futuros de bienestar poniendo a las personas y a la Naturaleza al centro.

Ana Patricia Orantes Thomas
Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

¹ Ley del Organismo Ejecutivo, artículo 29 bis, literal I). Congreso de la República de Guatemala.

Capítulo 1

Contexto nacional ambiental de Guatemala con énfasis en cambio climático y sus impactos en los sectores hídrico y forestal.

Mensajes Clave

- El cambio climático representa uno de los desafíos más significativos para el país, ya que impacta tanto la calidad de vida como los medios de subsistencia de la población. A medida que las temperaturas aumentan con el tiempo, se ven afectadas la distribución de la precipitación y la disponibilidad de agua, tanto para las personas como para los ecosistemas.
- El cambio climático ha intensificado la frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos, como tormentas y sequías. Estos eventos han agudizado problemas preexistentes como la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad y aumentan la vulnerabilidad de las comunidades.
- El sector forestal también se ve gravemente afectado. Los bosques se vuelven más vulnerables a sequías, incendios y plagas a medida que aumentan las temperaturas.
- Guatemala ha implementado diversas estrategias y políticas para mitigar estos impactos. Estas políticas buscan aumentar la resiliencia, mejorar la gestión de recursos naturales y promover prácticas sostenibles en todos los sectores.

1. Contexto general ambiental de Guatemala

La República de Guatemala se localiza en Centroamérica, con una extensión continental de 108 889 km² y marina, de 120 229 km². La división política administrativa de Guatemala incluye 22 departamentos, los cuales integran 340 municipios. El país tiene influencia directa de dos océanos: al sur, limita con el océano Pacífico con una línea de costa de 255 km; y una sección de 148 km en el noreste limita con el mar Caribe. La topografía es muy variada, con altitudes que van desde cero hasta 4220 m s. n. m. La ubicación en la franja tropical, la influencia de los océanos y su topografía son los principales condicionantes del clima en el territorio. Esta situación deriva en que Guatemala tiene diversidad de climas en su territorio, clasificados como: cálido, subhúmedo, templado, seco y frío húmedo (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

En la mayor parte de Guatemala se distinguen dos temporadas marcadas: la lluviosa y la seca. La temporada lluviosa inicia en mayo y concluye en octubre y se produce por una serie de fenómenos meteorológicos: el acercamiento de la "Zona de convergencia intertropical", el desplazamiento de sistemas de "baja presión" y "ciclones tropicales", el desplazamiento de "ondas tropicales", entre otros fenómenos. La temporada seca inicia en noviembre, al incrementar la presión atmosférica y la migración de masas de aire provenientes de la zona polar que desplaza a los sistemas tropicales. La precipitación media anual del país se mantiene en un rango de los 1400 a 2400 mm, con un promedio de 1790 mm para el periodo 1990 a 2019. Durante la temporada lluviosa se produce un periodo de debilitamiento en las precipitaciones, conocido como canícula, la cual se da alrededor de julio y agosto, por lo que divide el ciclo estacional de la lluvia (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

En el territorio nacional se identifican 38 ríos principales (cuencas) conformados en tres vertientes de escurrimiento superficial: 1) Pacífico, 2) Caribe y 3) Golfo de México. De las 38 cuencas hidrográficas, 22 son transfronterizas y de estas, 20 son binacionales y dos trinacionales. Se estima que, de estas 38 cuencas en Guatemala, 14 se encuentran con alta contaminación física, biológica y con presencia de contaminantes tóxicos. Asimismo, en el país no se dispone de una legislación que defina el papel del Estado en términos de regulación del recurso hídrico o una ruta clara para su uso sostenible. La falta de una ley ha impedido también la definición de un ente rector específico del agua. Existen modelos de gobernanza locales propios de los pueblos indígenas que han resultado muy efectivos en el uso, manejo y conservación del agua y demás recursos asociados (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Guatemala tiene una gran diversidad biológica y de zonas de vida, debido principalmente, a su topografía accidentada y variaciones altitudinales. Con respecto a su diversidad biológica, Guatemala se encuentra bajo la categoría de países megadiversos, que corresponde a un grupo de 20 países que albergan los mayores índices de diversidad biológica de la Tierra. En 2019 se reportaban 782 especies de hongos, 11 806 de plantas, 5612 de animales invertebrados y 2829 de animales vertebrados. Entre el grupo de animales vertebrados se han reportado 744 especies de aves, 229 de mamíferos, 248 de reptiles y 166 de anfibios. En el territorio nacional se distinguen 13 zonas de vida. Dos de ellas cubren la mitad (50.6 %) de la superficie territorial del país: el Bosque húmedo tropical y el Bosque seco tropical. El Bosque húmedo tropical tiene la mayor extensión (31.5 %) y se encuentra por debajo de los 500 m s. n. m., aunque en algunas áreas alcanza hasta 1000 m s. n. m. (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

El CONAP es la entidad estatal que administra el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y sus bosques (SIGAP). Actualmente, el SIGAP está conformado por 339 áreas protegidas, con una extensión de 3 468 600 ha, de las cuales el 97 % constituyen áreas protegidas terrestres (3 366 011 ha) y 3 % marino-costeras (102 589 ha). Además de las concesiones forestales y el SIGAP, en el país existen otros modelos comunitarios de conservación de áreas protegidas, como es el caso de los 48 cantones de Totonicapán (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN como ente rector de los recursos naturales del país tiene un papel central en asegurar el equilibrio ecológico en los territorios con cobertura forestal. El Instituto Nacional de Bosques INAB tiene la función de promover el desarrollo forestal del país y manejar los bosques fuera de áreas protegidas. A través de esta misma entidad, en conjunto con otras organizaciones, se han establecido los programas de incentivos forestales, plataformas de gobernanza forestal y estrategias nacionales en torno a la temática (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Por otro lado, un modelo de conservación reconocido a nivel internacional ha sido el de las concesiones forestales comunitarias. Este modelo delega los derechos de manejo a actores comunitarios, quienes dependen de los bosques para su sustento. Estas han demostrado su efectividad para la conservación de los bosques, ya que en estos territorios se ha mantenido la cobertura forestal de la Reserva de la Biósfera Maya (RBM), se ha detenido el avance de la frontera agropecuaria y se han controlado de mejor manera la extracción ilícita y los incendios forestales (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

En relación con el desempeño ambiental, Guatemala se encuentra en la posición 149 de 180 países, con una puntuación de 31.833. Esta corresponde a una de las más bajas de Latinoamérica y en notable rezago respecto a sus países vecinos (el promedio regional es de 45.6, con una posición promedio de 31). Los factores que más influyen en dicho rezago son la calidad del aire, manejo de desechos sólidos, saneamiento de agua, protección de la diversidad biológica y bosques (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).



2. Alteración en las variables climáticas

La alta vulnerabilidad del país debido a factores geográficos y socioeconómicos, se suma a amenazas climáticas relacionadas con el aumento de la temperatura, intensificación de los patrones de lluvia y eventos climáticos extremos de exceso y deficiencia de lluvia.

El comportamiento histórico de la temperatura en Guatemala, muestra una clara tendencia al incremento. En los últimos 20 años, la temperatura media se ha incrementado en 0.8 °C (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021). Para ilustrar esto, en la figura 1.1 se muestra la tendencia de los días calientes en Guatemala que es un índice climático que muestra el porcentaje de días cuando la temperatura máxima diaria es mayor al percentil 90. Es muy claro que cada vez tenemos más días cálidos en Guatemala.

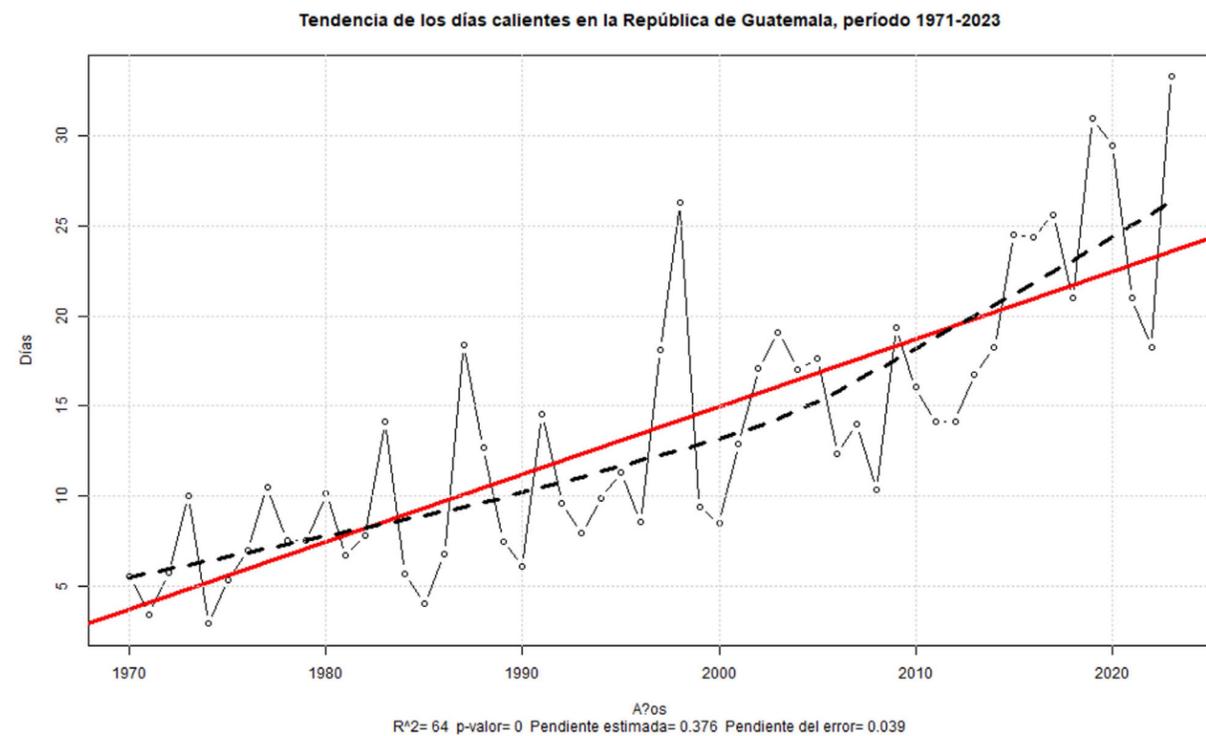


Figura 1.1. Tendencia de los días calientes en Guatemala (índice climático que muestra el porcentaje de días cuando la temperatura máxima diaria es mayor al percentil 90).
Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

Este aumento de temperatura afecta las lluvias y la disponibilidad de agua tanto para las personas como para los ecosistemas, provocando sequías más intensas, dañando cultivos y reduciendo la disponibilidad de agua, lo que perjudica la agricultura y a las comunidades que dependen de ella para vivir. Esto también puede aumentar el riesgo de enfermedades y desastres naturales, como inundaciones o incendios forestales, que ponen en peligro a la población y los ecosistemas. Desde 2008 se han reportado más de 11,000 incidentes relacionados con clima extremo, causando daños a la economía, salud, infraestructura y ecosistemas, poniendo en riesgo los medios de vida de los guatemaltecos y causando innumerables pérdidas humanas (MARN, 2024).

En el caso de la precipitación, se evidencia que, a lo largo de los años, los patrones de lluvia en Guatemala han cambiado. En algunas décadas la cantidad de lluvia ha disminuido, mientras que en otras se ha incrementado. La figura 1.2 muestra la tendencia de la precipitación total anual en Guatemala y como se aprecia, aunque existe una variabilidad natural (años secos y lluviosos), la tendencia sugiere un incremento.

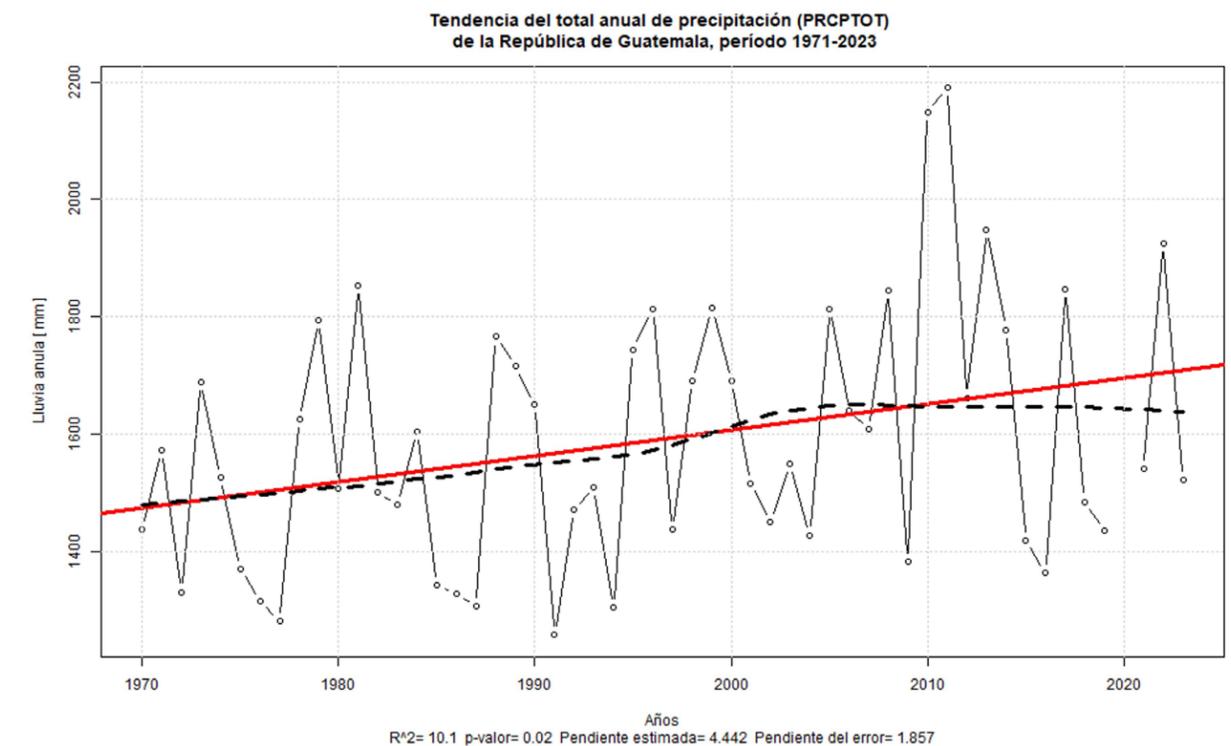


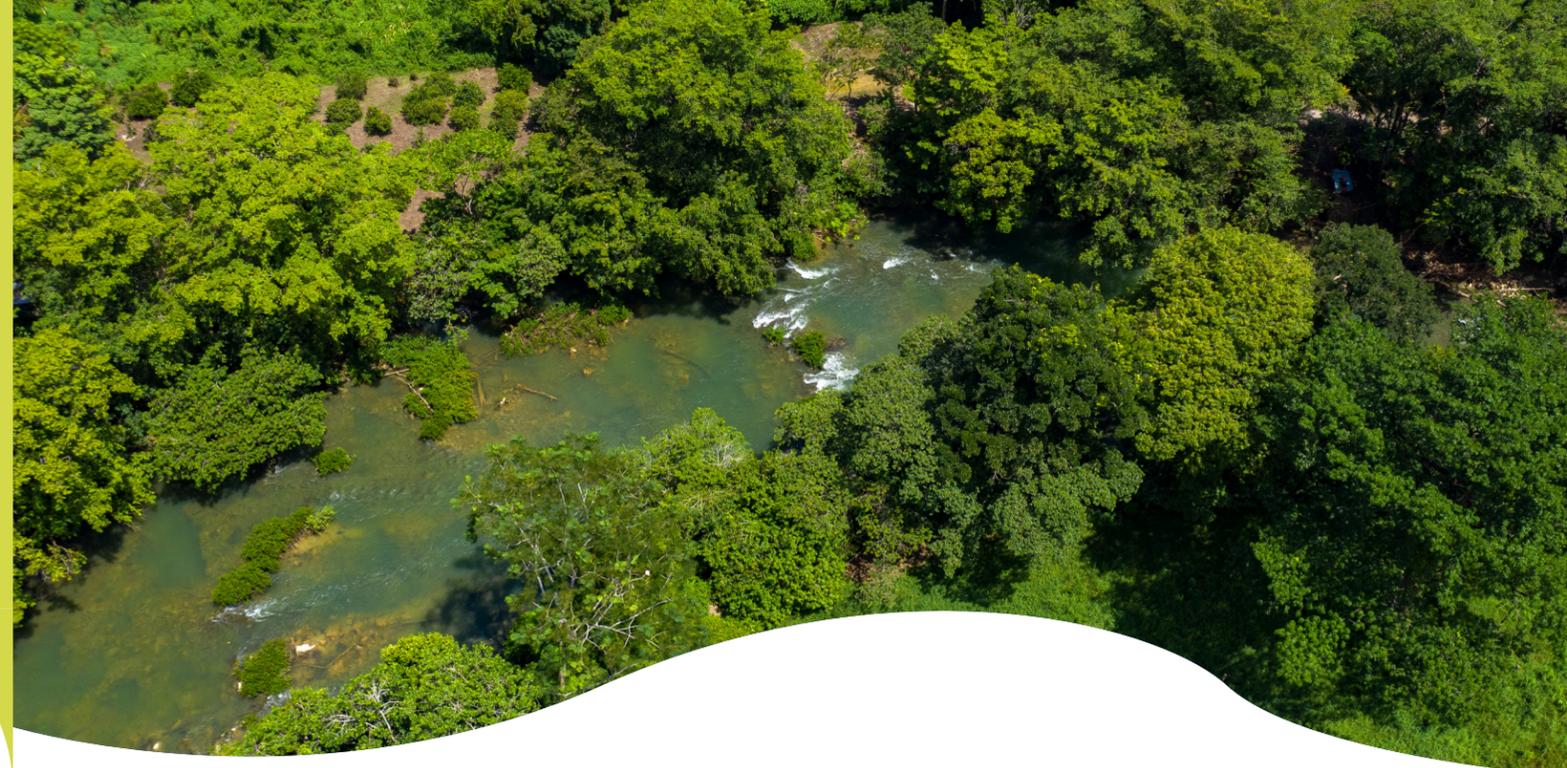
Figura 1.2. Tendencia de la precipitación total anual en Guatemala para el período 1970-2023.
Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

El cambio climático ha alterado principalmente los patrones de precipitación en el país, resultando en períodos de sequía más prolongados y lluvias intensas en cortos periodos de tiempo. Esto ha llevado en algunas épocas del año a una reducción en la disponibilidad de agua para consumo humano, riego y generación de energía hidroeléctrica a largo plazo. Las sequías han causado escasez de agua, mientras que las lluvias intensas han provocado inundaciones. Estos eventos extremos pueden afectar gravemente a las comunidades, especialmente a las más vulnerables, y complicar la gestión del agua, siendo crucial monitorear estos cambios para poder implementar acciones para mitigar estos cambios y sus impactos.

3. Impacto del cambio climático

Según el índice de Riesgo Climático Global, durante el periodo 2000-2019, Guatemala ocupó el puesto 16 de 180 países en términos de pérdidas monetarias acumuladas y fallecimientos debido a los impactos de eventos climáticos extremos (Sönke et al., 2020, citado por MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Estos impactos aumentan la vulnerabilidad de las comunidades, dificultando su recuperación y la capacidad de enfrentar el cambio climático (CNCC, 2018). Desde el 2011 a la fecha, debido a eventos climáticos extremos se han reportado más de 11,000 incidentes, causando daños a la economía, la salud, infraestructura, (más de 238,000 en edificaciones, entre ellas, puentes en carreteras, escuelas y viviendas) y los ecosistemas, afectando la seguridad alimentaria y poniendo en riesgo los medios de vida y alimentación de los más de 17.1 millones de guatemaltecos.



3.1 Sector hídrico

El sector hídrico es particularmente vulnerable al cambio climático. Las alteraciones en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura han afectado la disponibilidad y calidad del agua. Esto impacta tanto el suministro de agua potable como la agricultura que depende en gran medida de los recursos hídricos.

El sector hídrico juega un papel importante en la economía del país; SEGEPLAN (2006) estimó que su aprovechamiento participa en el 70 % de las actividades que conforman el producto interno bruto (PIB). El agua para riego sirve como insumo para el 18% del total de las exportaciones y la generación directa del valor agregado del agua es equivalente al 5.6% del PIB (Basterrechea & Guerra Noriega, 2019).

El cambio climático ha alterado los patrones de precipitación, resultando en períodos de sequía más prolongados y lluvias intensas en cortos periodos de tiempo. Esto ha llevado en algunas épocas del año a una reducción en la disponibilidad de agua para consumo humano, riego y generación de energía hidroeléctrica y largo plazo, las sequías han causado escasez de agua, mientras que las lluvias intensas han provocado inundaciones.

El acuífero del norte del valle de la Ciudad de Guatemala ha descendido progresiva y permanentemente, con una tasa promedio aproximada de 9 m/año; los niveles freáticos bajan en promedio a razón de 337.25 gal/min, debido a la progresiva y permanente extracción y que no ha habido recarga suficiente, por lo que tiende a finalizar el potencial hídrico de los pozos (Morales, 2013)

La disponibilidad de agua per cápita es entre 5280 y 9930 m³/habitante/año, pero, según estimaciones, se prevén reducciones del 59% para fines de siglo (Basterrechea & Guerra Noriega, 2019, citado por MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Simulaciones realizadas indican que habrá un incremento de la aridez en algunas zonas del país, específicamente, en áreas de El Progreso y Zacapa que pasarán de ser semiáridas a áridas (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

3.2 Sector forestal

El sector forestal también se ve gravemente afectado. La deforestación y la degradación forestal se han acelerado debido a las prácticas agrícolas insostenibles y la expansión urbana. Además, los bosques juegan un papel crucial en la regulación del clima y la conservación de la biodiversidad, por lo que su pérdida tiene efectos amplios y negativos.

Los bosques se vuelven más vulnerables sequías, incendios y plagas a medida que aumentan las temperaturas.

El cambio climático intensificará las amenazas existentes contra la diversidad biológica. Entre estas amenazas se incluyen la deforestación, la contaminación del agua y del suelo, y la sobreexplotación de especies silvestres (CEPAL, NDF, BID, & MARN, 2018; CONAP, 2008; CONAP et al., 2019, Citados por MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

CEPAL (2018) utilizando el índice de diversidad biológica (IBP) estima que las pérdidas debido a actividades humanas ascenderán al 16.2% para el 2030 y al 21.2% para el 2100. Sin embargo, al considerar los efectos del cambio climático, estos números se incrementan (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

El aumento de las temperaturas y las condiciones más secas han incrementado la frecuencia y severidad de los incendios forestales. Estos incendios no solo destruyen grandes áreas de bosque, sino que también liberan grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera, contribuyendo aún más al cambio climático (USAID, 2010).

Los bosques ofrecen una variedad de servicios ecosistémicos, tales como la regulación climática, la conservación del suelo y el abastecimiento de agua. Sin embargo, el cambio climático está deteriorando estos bosques, lo que puede comprometer estos servicios y, en consecuencia, afectar negativamente a las comunidades locales que dependen de ellos para su subsistencia (USAID, 2010).

4. Marco político e institucional en torno a la temática del cambio climático

Guatemala es consciente de los retos que el cambio climático plantea para el país, así como los compromisos adquiridos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y la Agenda 2030, entre otros mecanismos. Por este motivo, el país se está fortaleciendo en materia legal e institucional y ha realizado ejercicios de armonización de sus políticas para el cumplimiento de sus compromisos internacionales, al mismo tiempo que busca lograr un desarrollo sostenible.

Estos instrumentos e instancias de incidencia han sido desarrollados y fortalecidos en los años recientes, y representan importantes avances en el cumplimiento de los compromisos que Guatemala ha adoptado ante la Convención, al brindar un respaldo político para el accionar relativo al cambio climático.



Entre los avances más relevantes y recientes, pueden mencionarse: 1) la promulgación de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (2013), 2) la creación del Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) (2013), 3) del Sistema Nacional de Información del Cambio Climático (SNICC) (2013) y 4) del Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC) (2014); 5) la formulación del Plan de acción nacional de cambio climático (PANCC) (2016) y su actualización (2018), 6) la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (ENDBE) (2018) y 7) la Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala (ENREDD+) (2018) (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Con relación a la institucionalidad, en Guatemala existen diversas instancias que se vinculan con la gestión, generación de políticas públicas y orientación para la toma de decisiones relativas al cambio climático. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la entidad rectora designada para el tema de cambio climático y es también el punto focal político y técnico del país ante la Convención. Este ministerio cuenta con un Viceministerio de Recursos Naturales y Cambio Climático y una Dirección de Cambio Climático. Otras instituciones como el INAB, CONAP y MAGA, también cuentan con unidades específicas destinadas al abordaje del cambio climático y agendas o planes estratégicos

institucionales relativos al tema. En general, el cambio climático se ha incorporado en diversas instituciones que reconocen la necesidad de integrar el tema en sus operaciones (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

Asimismo, existen diversos espacios de coordinación interinstitucional, tales como el CNCC, mencionado arriba, el Grupo de Coordinación Interinstitucional (GCI), o la Mesa Indígena de Cambio Climático, entre otros (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021).

A pesar de los avances en la formulación de políticas y la creación de marcos institucionales para abordar la crisis climática, como la promulgación de leyes y estrategias nacionales, el país aún enfrenta graves desafíos en la gestión de recursos naturales, la protección de la biodiversidad y la adaptación a los efectos del cambio climático. La deforestación, la alteración de los patrones de precipitación, y la escasez de agua son problemas interrelacionados que requieren un enfoque integral y urgente, tanto a nivel nacional como local, para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades. Solo mediante un esfuerzo conjunto, que involucre tanto a las autoridades como a la sociedad civil y los pueblos indígenas, se podrá avanzar en la protección y conservación de los recursos naturales esenciales para el futuro de Guatemala.



Capítulo 2

Comportamiento de las variables climáticas durante el 2023 y cómo estas evidencian las amenazas del cambio climático en el país.

Mensajes Clave

- El año 2023 fue el año más cálido del planeta desde que comenzaron los registros a mediados y fines del siglo XIX. En Guatemala el año 2023, fue el año más cálido reportado del período de 1981-2023, con una temperatura promedio en todo el territorio nacional de 25.11°C y una tendencia de aumento del calentamiento de 0.19°C por decenio.
- Los registros de lluvia muestran que el 2023 fue más seco de lo normal con una baja promedio de 170 mm menos de lluvia comparado con el período 1991-2020. El mes de junio presentó el mayor déficit de lluvia.
- En el mes de junio de 2023 85% del territorio nacional registró algún grado de sequía y en el mes de septiembre fue un 16% del territorio con algún grado de sequía.
- Pero la cantidad de lluvia varió en diferentes partes del país: Izabal registró aumento de lluvia, pero las regiones secas de oriente mostraron una disminución. En otras regiones como la costa sur la lluvia total anual fue mayor, pero el número de días de lluvia disminuyó, mostrando que llovió menos días pero con mayor intensidad.

1. Condiciones climáticas globales

Las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la temperatura global de la superficie de la tierra y el océano, el nivel global del mar y el contenido de calor de los océanos alcanzaron niveles récords en el 2023, según el informe anual número 34 de El Estado del Clima (Boyer et al., 2024).

Los registros del año 2023 reflejan una etapa crítica para el planeta, caracterizada por un aumento significativo de la temperatura global y la intensificación de los eventos climáticos, siendo esto evidenciado por los indicadores e impactos presentes en distintas regiones del mundo (figura 2.1).

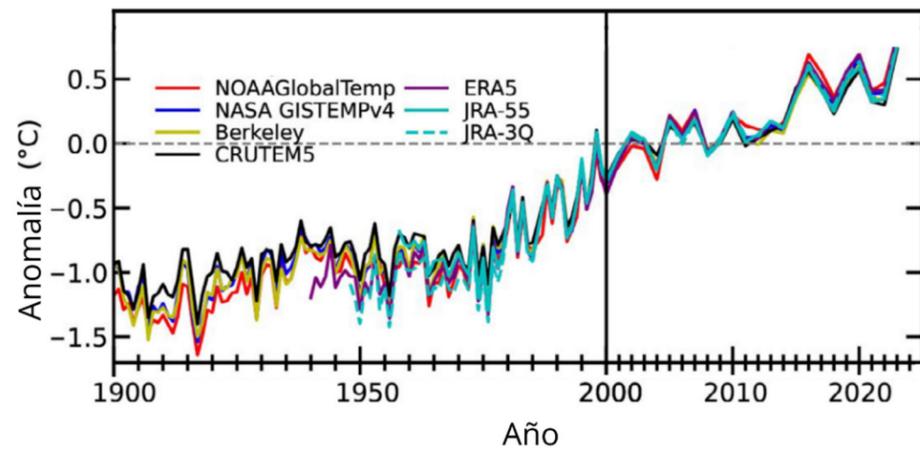


Figura 2.1. Anomalías de la temperatura media global anual (relativo a los años 1990-2021) hasta 2023 (American Meteorological Society, 2024).

El año 2023 fue el año más cálido desde que comenzaron los registros a mediados y fines del siglo XIX. Se reportó un incremento de 1.45 ± 0.12 °C en la temperatura media anual mundial cerca de la superficie, en comparación con la media preindustrial, acompañado del aumento acelerado en el calentamiento de los océanos (OMM, 2024). Estos cambios están relacionados con los crecientes niveles de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (figura 2.2), donde según datos de 2023, las concentraciones de los principales gases alcanzaron valores récord, siendo el más alto registrado para el metano (CH_4) con un aumento del 166% (1922.6 ppb), para el dióxido de carbono (CO_2) un aumento del 50% (419.3 ppm) y para el óxido nitroso (N_2O) un aumento del 25% (336.7 ppb) según datos de la NOAA (Blunden & Boyer, 2024). El océano absorbió el 25 % de estas emisiones antropogénicas de CO_2 entre 1960 y 2021,

resultando en una acidificación significativa del océano, con un descenso del pH de 0.017-0.027 unidades por decenio desde los años 80, afectando ecosistemas marinos y a la seguridad alimentaria de la población (OMM, 2024).

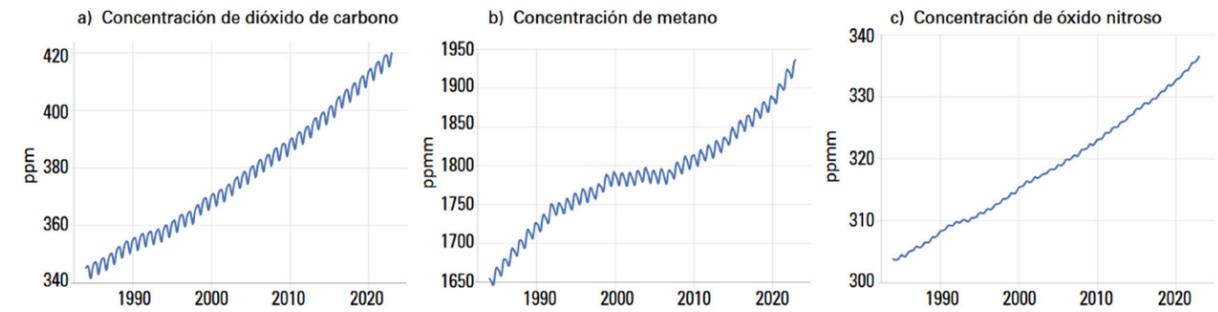


Figura 2.2. Promedios anuales mundiales (1984-2022) de las concentraciones de los gases de efecto invernadero CO_2 , CH_4 y N_2O (OMM, 2024).

A mediados de 2020 comenzó un episodio de La Niña, que terminó a principios de 2023. Posteriormente, se produjo un aumento de las temperaturas de la superficie del mar en la región tropical del Pacífico oriental, lo que provocó que se superaran los umbrales típicos de El Niño en junio. Al final del año se desarrolló un episodio intenso que hizo que el índice oceánico de El Niño alcanzara los 2.0 °C entre noviembre de 2023 y enero de 2024, el valor más alto desde el fenómeno de 2015/2016, indicativo de un episodio de El Niño de intensidad fuerte. Es importante señalar que no solamente se produjo un calentamiento del Pacífico ecuatorial oriental, sino también del Atlántico norte y el golfo de México (OMM 2024).



2. Condiciones climáticas regionales

La región centroamericana se ve fuertemente influenciada por los dos océanos que la rodean, el océano Pacífico y el Atlántico, teniendo estos un papel predominante en cuanto a la regulación del clima (Bardales, Castañón, & Herrera, 2019). Debido a su posición marítima tropical, los cambios en temperatura a lo largo de la región son generalmente pequeños y la lluvia es por mucho el elemento meteorológico más importante, siendo esto producto también de la compleja topografía de la región que interactúa con la circulación de gran escala para producir variaciones locales en el clima (INSIVUMEH, 2024).

La temperatura media de 2023 en América Latina y el Caribe fue la más alta registrada en el período de estudio superando en 0.82°C la media del período de 1991-2020, mostrando una tendencia al calentamiento en el último período de 30 años comprendidos entre 1991-2023 con respecto al período anterior de 1961-1990, con un ritmo aproximado de 0.2°C por decenio (OMM, 2024). A nivel centroamericano, los países registraron anomalías en sus niveles locales de temperatura de entre +1°C a +2°C (figura 2.3).

Durante 2023 se produjo un aumento de las temperaturas de la superficie del océano Pacífico oriental, provocando que se superasen los umbrales típicos del fenómeno de El Niño, el cual por la lenta respuesta de la atmósfera no reportó completamente sus características climáticas hasta la primera quincena de septiembre. Producto de El Niño, se registró un episodio intenso de temperatura en el mar entre los meses de noviembre de 2023 y enero de 2024 con un aumento de 2°C de la temperatura superficial del mar (OMM, 2024).

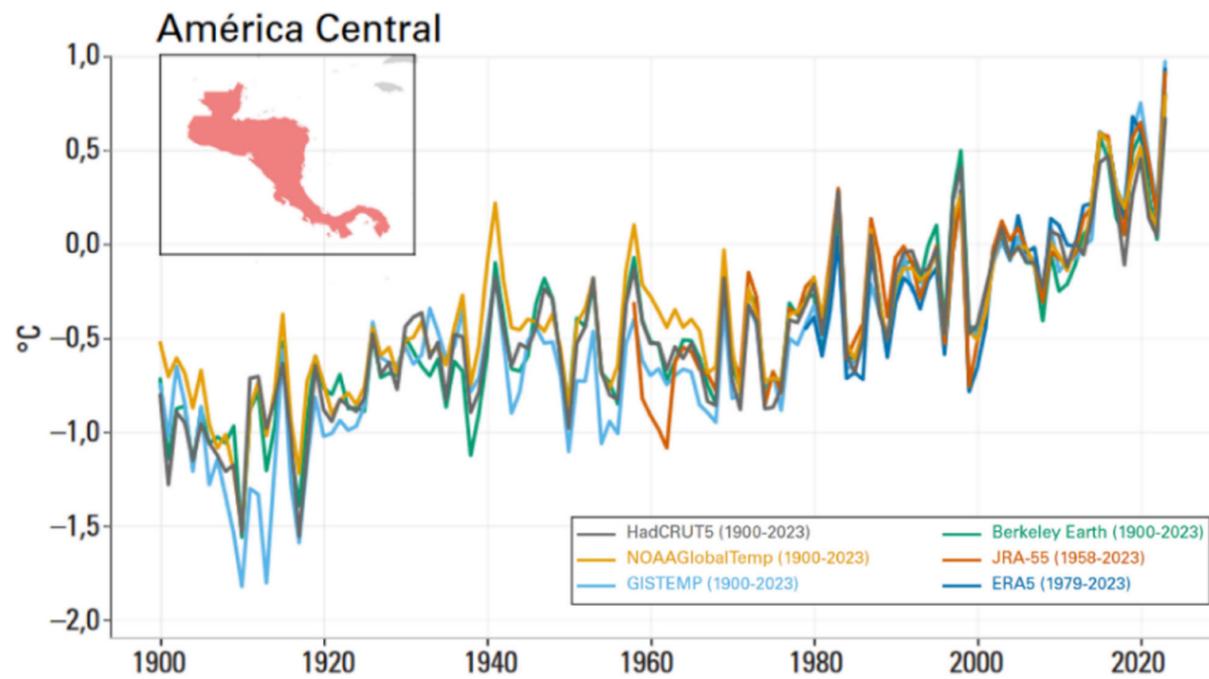


Figura 2.3. Anomalías de la temperatura media anual cerca de la superficie durante el período de 1900 a 2023 para Centroamérica (OMM, 2024).

En cuanto a precipitación (figura 2.4), en la mayor parte de América Central las precipitaciones fueron en general entre un 20 y 40% inferiores a lo normal en Panamá y Honduras, y un 10% a un 40% superior de lo normal para algunas zonas de Costa Rica y Guatemala (OMM, 2024).

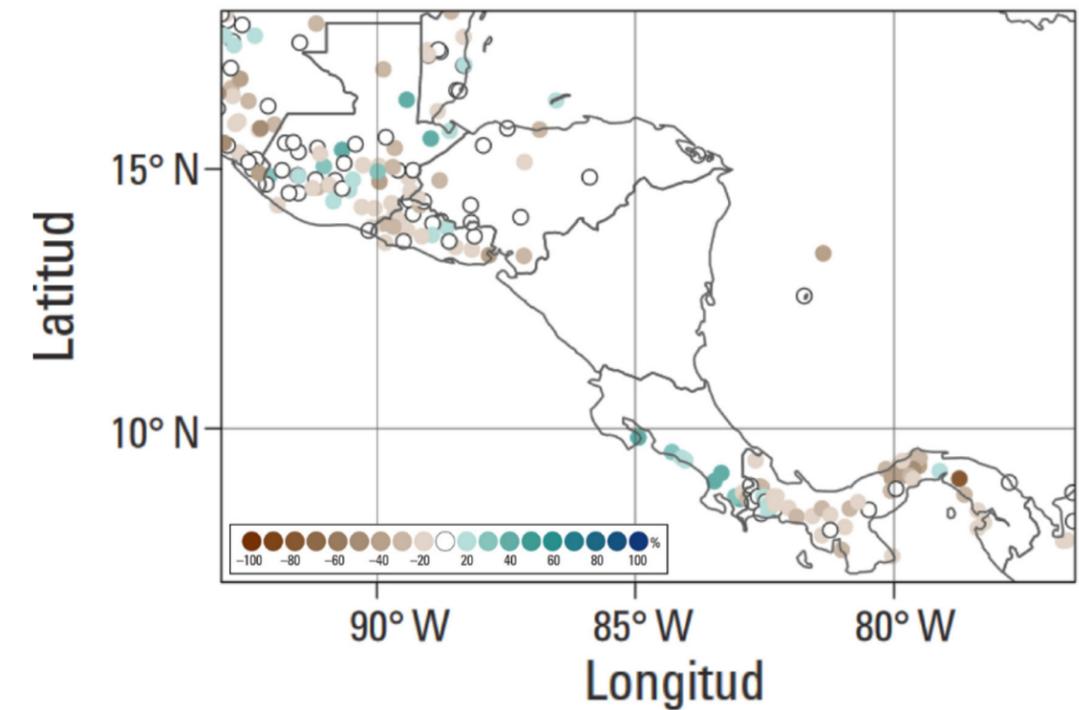


Figura 2.4. Anomalías de precipitación in situ durante 2023 en América Central (OMM, 2024).

La temporada de huracanes en el océano Atlántico registró para 2023 un total de 20 ciclones tropicales, siendo este un número superior al promedio de 14 durante el período de 1991-2021, de las cuales fueron dos tormentas tropicales y dos huracanes de primer orden los que tocaron la superficie terrestre de América Latina y el Caribe. Respecto al océano Pacífico este presentó una temporada de huracanes más activa de lo normal con un total de 17 ciclones tropicales con cuatro huracanes de primer orden (Hilary, Norma, Lidia y Otis) siendo Otis el huracán más potente, ocasionando daño al 80% de la infraestructura en la ciudad de Acapulco, México (OMM, 2024).

Como resultado de los fenómenos de La Niña y El Niño a lo largo del año se produjeron déficits de precipitación, temperaturas superiores a la media y olas de calor en Centroamérica, provocando graves sequías en la región, siendo Panamá, Nicaragua, Guatemala y El Salvador las zonas más afectadas. (OMM, 2024).

3. Condiciones climáticas en Guatemala

Guatemala es un país que se caracteriza por su fuerte relieve y la influencia de los dos océanos que lo rodean, siendo este último un factor significativo de influencia en la variabilidad climática de las distintas regiones del territorio nacional (Bardales, Castañón, & Herrera, 2019).

El año 2023, fue el año más cálido reportado del período de 1981-2023, con una temperatura promedio en todo el territorio nacional de 25.11°C con una tendencia de aumento del calentamiento de 0.19°C por decenio (INSIVUMEH, 2024). Respecto a los registros de precipitación, el año se considera de carácter seco con un acumulado de precipitación promedio anual de 1944 mm, con una anomalía de -170 mm con respecto al valor promedio de la serie de referencia de 1991-2020, lo que representa una disminución del 8% (INSIVUMEH, 2024).

3.1 Precipitación

Por la diversidad de condiciones climáticas del país, en condiciones normales los valores de precipitación varían de 1000 a 4000 mm en regiones costeras y el norte del país y entre 500 a 1000 mm anuales en el altiplano central y regiones secas del país. Considerando los registros del período de 1991-2020, se tiene que la precipitación promedio anual es de 2113.9 mm. El año 2023 se caracterizó por ser un año seco en cuanto a precipitación, reflejándose en el valor de la anomalía promedio de -0.46 mm/día con respecto a los datos mensuales, lo cual indica que en el año hubo menos precipitación que la normal climática (INSIVUMEH, 2024).

En los meses de agosto y septiembre hubo una disminución de la precipitación, debido a la influencia de la canícula característica de la región. La cual se presentó desplazada por un mes debido a la irregularidad de la época lluviosa, dado que en la normal climatológica la canícula se hace presente en los meses de julio y agosto (INSIVUMEH, 2024).

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), que mantiene un monitoreo de variables climáticas en la costa sur del país, indica que "para la precipitación anual, en el 91% de las estaciones meteorológicas se registraron precipitaciones por debajo de lo normal y el 39% registraron el mínimo histórico durante el 2023" (ICC, 2024).

En las figuras 2.5 y 2.6 se presenta el acumulado de precipitación mensual para el año 2023 (INSIVUMEH, 2024). De los meses de época lluviosa (mayo-octubre) resalta que los primeros meses registraron déficit importante de lluvia principalmente en junio, así como agosto y septiembre, y los meses de agosto y noviembre registraron lluvias por arriba del promedio. El déficit de junio tuvo un impacto importante en la disponibilidad del recurso hídrico a lo largo del año, y como se puede apreciar en la figura 2.6, el acumulado total anual terminó por debajo del promedio histórico.

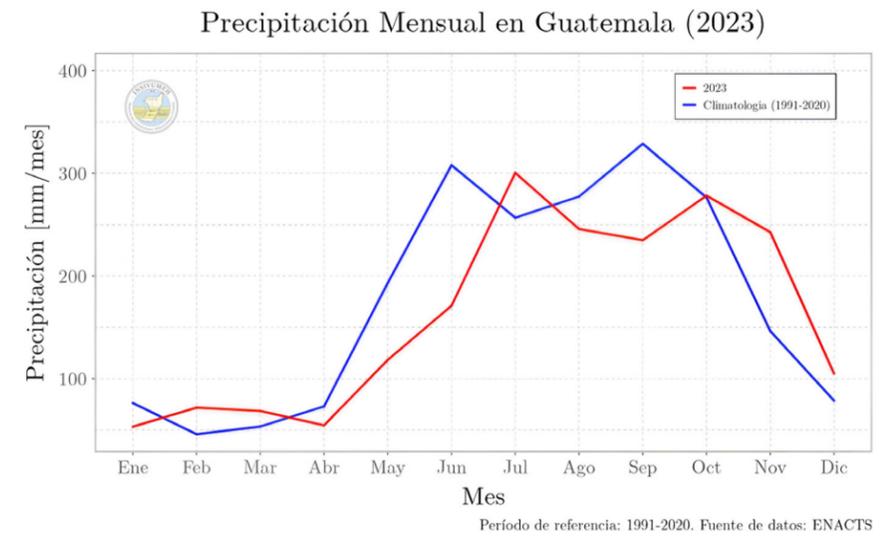


Figura 2.5. Acumulado de precipitación mensual sobre todo el dominio espacial para el año 2023 (línea roja) y para el periodo de referencia de 1991-2020 (línea azul) (INSIVUMEH, 2024).

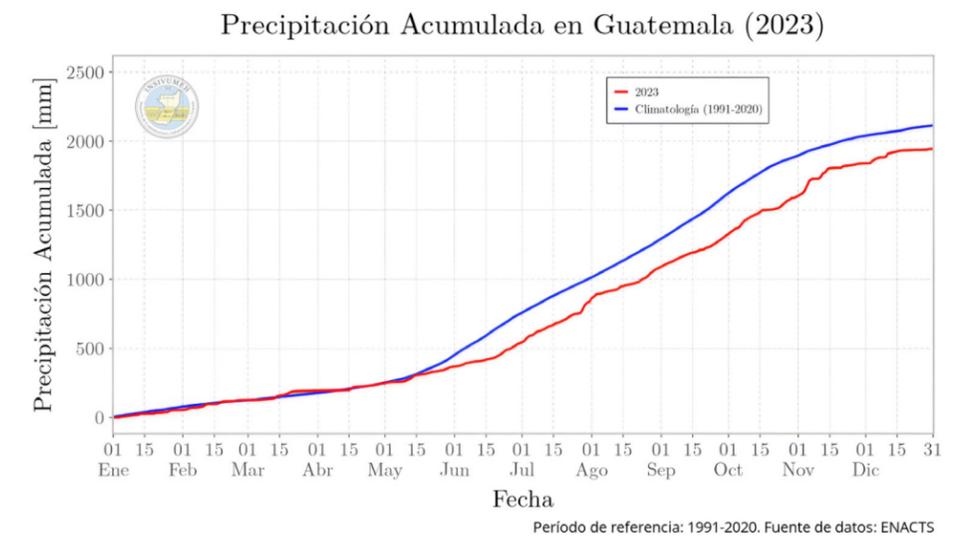


Figura 2.6. Acumulado de precipitación diaria en Guatemala para el año 2023 (línea roja) y para el periodo de referencia de 1991-2020 (línea azul) (INSIVUMEH, 2024).



3.2 Temperatura

Las condiciones de temperatura promedio anual del país oscila entre 18°C y 28°C dependiendo de la altitud de la región. Para zonas de planicie, como costas, se tienen temperaturas entre 25-30°C y en áreas montañosas, como el altiplano, entre 10-20°C, llegando para ciertas zonas en época fría hasta 0°C. Considerando los registros de un período de estudio de 1991-2020 la temperatura promedio es de 23.97°C.

En el territorio nacional se presentó una tendencia cálida con relación a la temperatura con una anomalía de 1.14°C sobre el promedio anual del período de referencia de 1991-2020. Asimismo, la temperatura más alta registrada en el año 2023 fue en Estanzuela, Zacapa con un valor de 41.8°C y la más baja en Olinstepeque, Quetzaltenango con un valor de -5.6°C (INSIVUMEH, 2024). En el año se registró que el 87% de los días presentaron temperaturas medias por encima del valor medio diario, de los cuales el mes de junio presentó el promedio de temperatura mensual más alta con 27.62°C y el mes de diciembre con el promedio más bajo con 22.44°C (INSIVUMEH, 2024).

El ICC, que mantiene un monitoreo de variables climáticas en la costa sur del país, indica que “para la temperatura media anual, en el 100% de las estaciones meteorológicas se registraron temperaturas por arriba de lo normal y el 71% registraron el máximo histórico durante este año” (ICC 2024).

En la figura 2.7 se muestra la distribución de temperatura del 2023 comparado con el período 1991-2020. Se resalta para el 2023 que la curva está más sesgada a la derecha, lo que sugiere que la temperatura fue más calurosa que el promedio histórico.

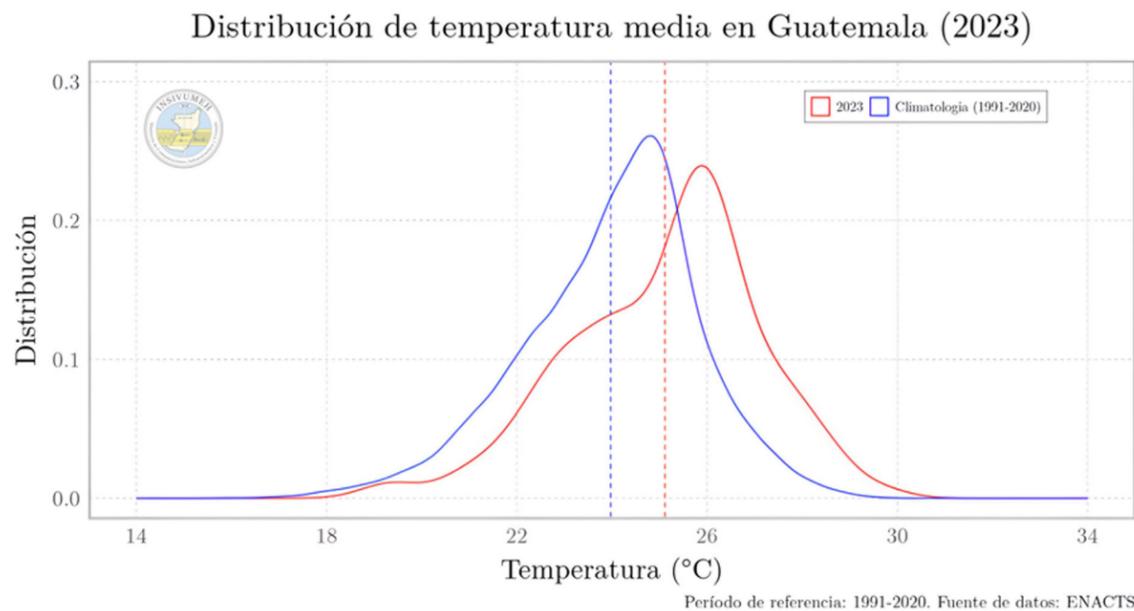


Figura 2.7. Distribución de valores de temperatura media diaria en Guatemala. La línea continua azul muestra los valores promediados del período de referencia de 1991 a 2020, y la línea continua roja los valores del año 2023 (INSIVUMEH, 2024)

3.3 Frentes fríos

Los frentes fríos en el país se consideran por temporadas entre los meses de noviembre hasta abril. Para el análisis de los frentes fríos del país en el año 2023, se consideraron dos períodos de registro (2022/2023 y 2023/2024). Para la temporada de 2022/2023 se reportaron 20 frentes fríos y para la temporada de 2023/2024, 22 frentes fríos. Contrarrestado con la media normal climatológica de 16.45 frentes fríos, se observó que durante el año existió un aumento de eventos con una anomalía de 3.55 para la primera temporada y de 4.55 para la segunda temporada (INSIVUMEH, 2024).

3.4 Olas de calor

En Guatemala, las olas de calor se registran en los meses de marzo, abril y mayo con un promedio de duración de 5-6 días. Durante 2023, se reportaron olas de calor con períodos de duración mayores a 20 días durante los meses de abril y mayo. Siendo la región de Valles de Oriente el más afectado por dicho evento y presentando la ola de calor con mayor duración (25 días) y la ola de menor duración (6 días) (INSIVUMEH, 2024).



3.5 Ondas y ciclones tropicales

La temporada de ciclones tropicales abarca de junio a noviembre, con mayor actividad entre agosto y octubre. Las ondas tropicales generalmente cruzan el territorio nacional entre los meses de mayo y septiembre ocasionando lluvias intensas, pero de corta duración. Considerando una normal climatológica con registros de 1991-2020, Guatemala experimenta una temporada de huracanes en el océano Atlántico con 14 tormentas nombradas, 7 huracanes y 3 huracanes mayores; y para el océano Pacífico, una temporada de huracanes promedio con 15 tormentas nombradas, 8 huracanes y 4 huracanes mayores. En 2023, se registraron 29 ondas tropicales provenientes del este, con el mes de julio reportando 9 y el mes de junio 8. En cuanto a ciclones tropicales, la temporada de 2023 registró 13 tormentas nombradas y 6 huracanes para el Atlántico y para el océano Pacífico 10 tormentas nombradas y 10 huracanes. Fueron la tormenta tropical Idalia (agosto) y Pilar (noviembre) las tormentas que generaron un mayor acumulado de precipitación, con un rango de 50-350 mm, sobre el país (INSIVUMEH, 2024).

4. Condiciones climáticas registradas en las distintas regiones de Guatemala

A pesar de tener un territorio relativamente pequeño (108,889 kilómetros cuadrados), Guatemala presenta variaciones climáticas locales debido al efecto de la topografía regional, vegetación, geología y tipos de suelo, permitiendo definir ocho regiones perfectamente caracterizadas, siendo estas regiones las siguientes (figura 2.8): a) Región Caribe b) Región de los Valles de Oriente c) Región de Occidente d) Región Boca Costa e) Región Pacífico f) a) Región Caribe b) Región de los Valles de Oriente c) Región de Occidente d) Región Boca Costa e) Región Pacífico f) Región del Altiplano Central g) Región Franja Transversal del Norte y h) Región Norte. Dada la variabilidad climática que se puede dar entre regiones, se muestra el comportamiento climático por región durante el 2023.



Figura 2.8. Regiones climáticas de Guatemala. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.1 Región Caribe (Izabal)

Es una de las regiones más lluviosas del país con un registro de precipitación promedio de 3230-3726 mm al año y registros de temperatura que oscilan entre 20-30°C (INSIVUMEH, 2018). En 2023, esta región registró anomalías de precipitación positivas, especialmente durante los meses de febrero a abril, alcanzando rangos de hasta 5-7 mm/día por encima del promedio climatológico. Eventos como la tormenta tropical Idalia incrementaron la precipitación, con acumulados de hasta 3660 mm anuales en estaciones como Puerto Barrios. Las temperaturas medias oscilaron con anomalías de 1.5 °C a 2.5 °C por encima de la media de referencia, afectadas por las condiciones de El Niño (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.9 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Puerto Barrios, Izabal, comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual se registró por arriba de lo normal, la cantidad de días de lluvia cercano a lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal).

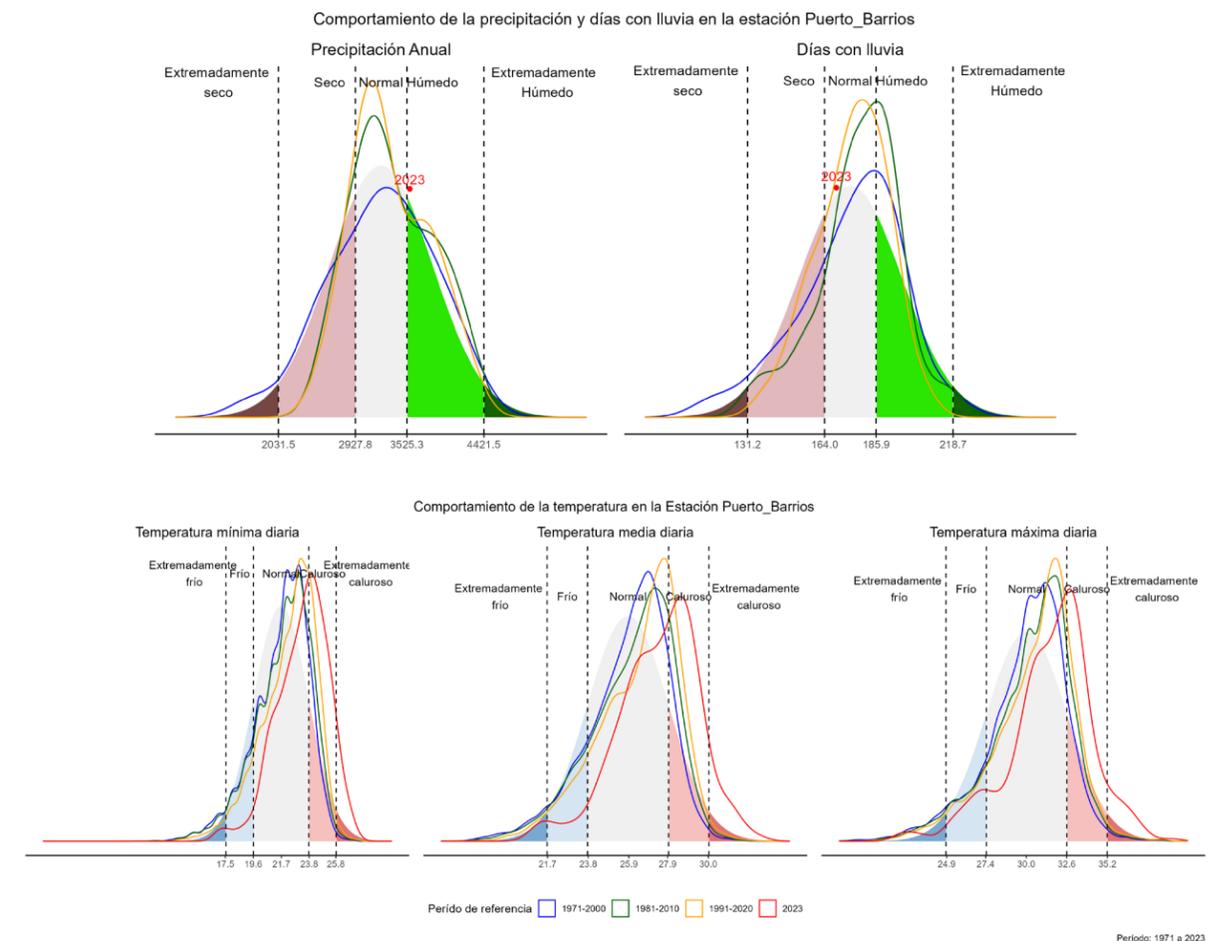


Figura 2.9. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Puerto Barrios, Izabal, comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.2 Región de los Valles de Oriente (Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jalapa y Jutiapa)

En esta región se manifiestan climas de género cálido variando su carácter de semiseco a seco, siendo catalogada como el área que menor lluvia registra, con un promedio de 700-1300 mm anual y valores de temperatura anuales promedio de 26.5-28°C (INSIVUMEH, 2018). Este sector presentó uno de los mayores incrementos de temperatura, con anomalías de hasta 4 °C en áreas como El Progreso y Zacapa. La precipitación acumulada fue baja, con registros anuales mínimos en la estación Pasabien (Río Hondo, Zacapa). Estos resultados se alinean con las características de un año cálido y seco, exacerbadas por el fenómeno de El Niño (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.10 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Pasabien (Río Hondo Zacapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual y los días de lluvia se registraron por debajo de lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura máxima.

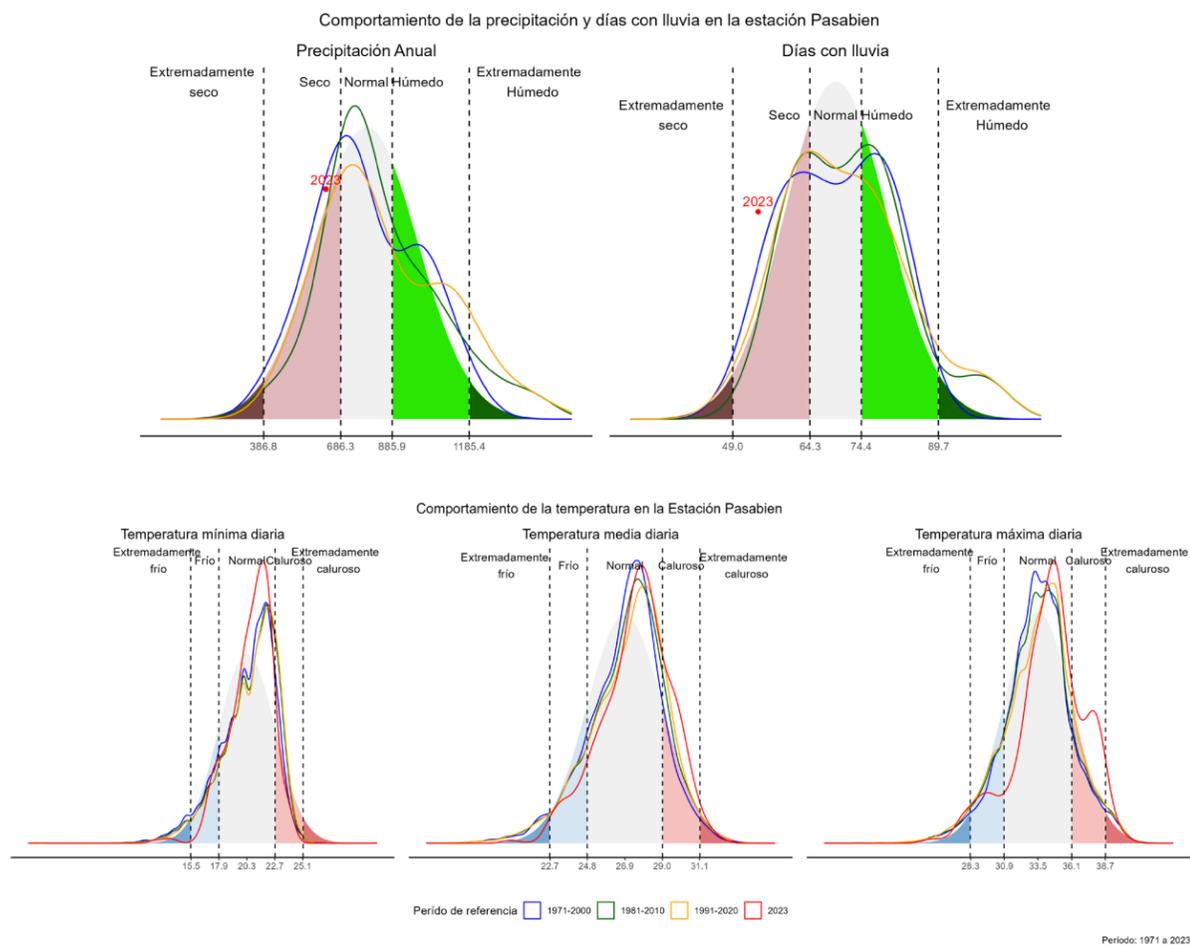


Figura 2.10. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Pasabien (Río Hondo Zacapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.3 Región de Occidente (Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá)

La influencia orográfica del lugar permite la generación de una gran diversidad de microclimas, variando principalmente entre templados y semifríos. Se caracteriza por presentar valores de 800-1200 mm de precipitación anual y la temperatura oscila entre 13.4-16.4°C (INSIVUMEH, 2018). La región registró temperaturas mínimas extremas, como los -5.6 °C en Olinstepeque, Quetzaltenango. Sin embargo, en términos generales, las temperaturas medias estuvieron 0.5-1.5 °C por encima del promedio. Las precipitaciones fueron irregulares, con anomalías positivas en San Marcos, pero negativas en otras áreas, reflejando una variabilidad significativa

asociada a patrones locales y topografía (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.11 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Labor Ovalle (Olinstepeque, Quetzaltenango) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual y los días de lluvia se registraron por arriba de lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media.

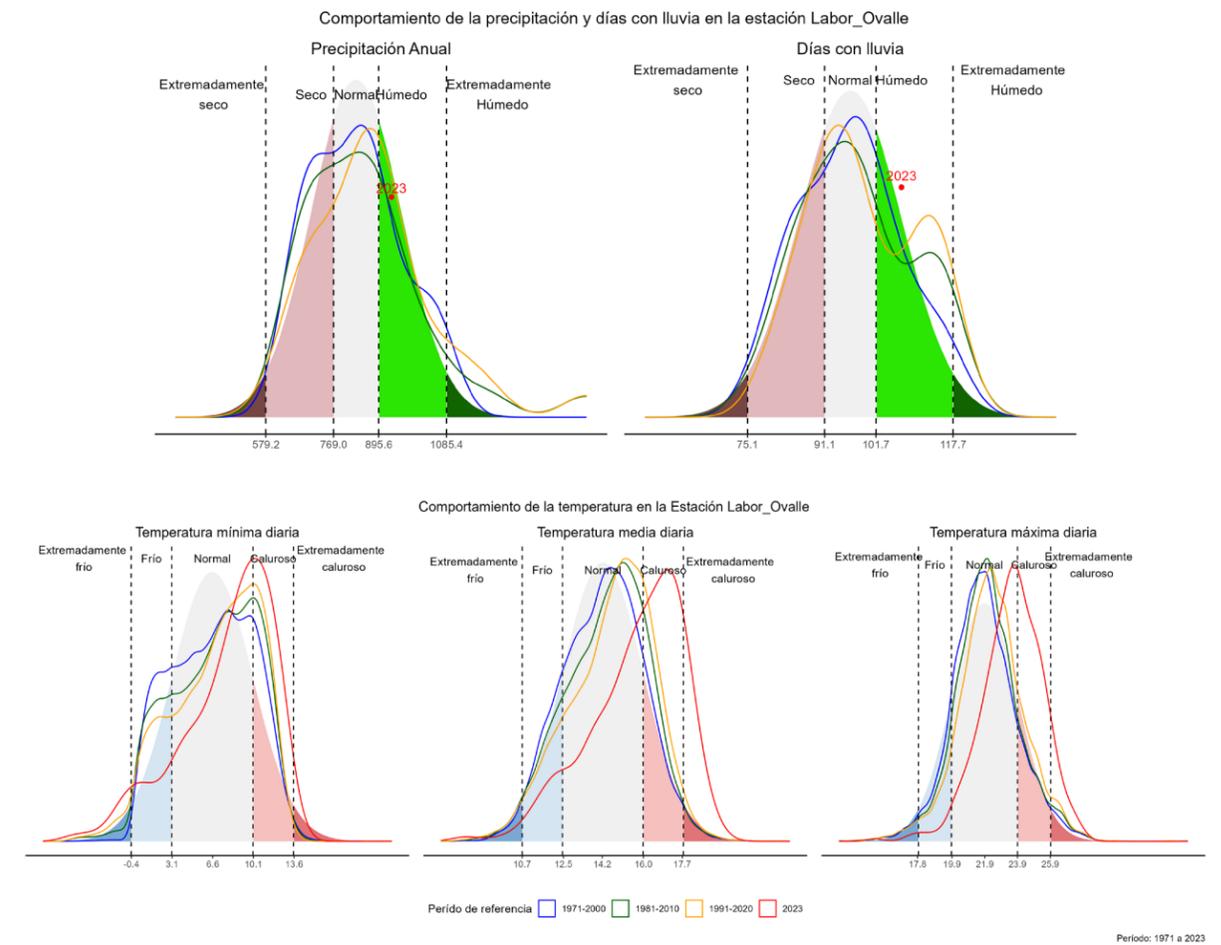


Figura 2.11. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Labor Ovalle (Olinstepeque, Quetzaltenango) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.4 Región de Boca Costa (desde San Marcos a Santa Rosa)

Esta región se encuentra situada en la ladera montañosa hacia el pacífico, influenciando que presente los índices más altos de precipitación y que los niveles de temperatura aumenten conforme se desciende a la litoral. Se presenta un promedio anual de 3100-4000 mm de lluvia y sus temperaturas oscilando entre 24.9-27.1°C en promedio anual (INSIVUMEH, 2018). Caracterizada por lluvias importantes, presentó acumulados significativos en Catarina, San Marcos (4422.6 mm anuales). Las temperaturas medias mostraron anomalías positivas, aunque se detectaron áreas con valores ligeramente por debajo de la media climatológica en algunos meses. Las variaciones estuvieron

vinculadas al impacto de ondas tropicales y la actividad convectiva (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.12 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Catarina (Catarina, San Marcos) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual fue superior a lo normal, mientras que los días de lluvia se registraron inferior a lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media.

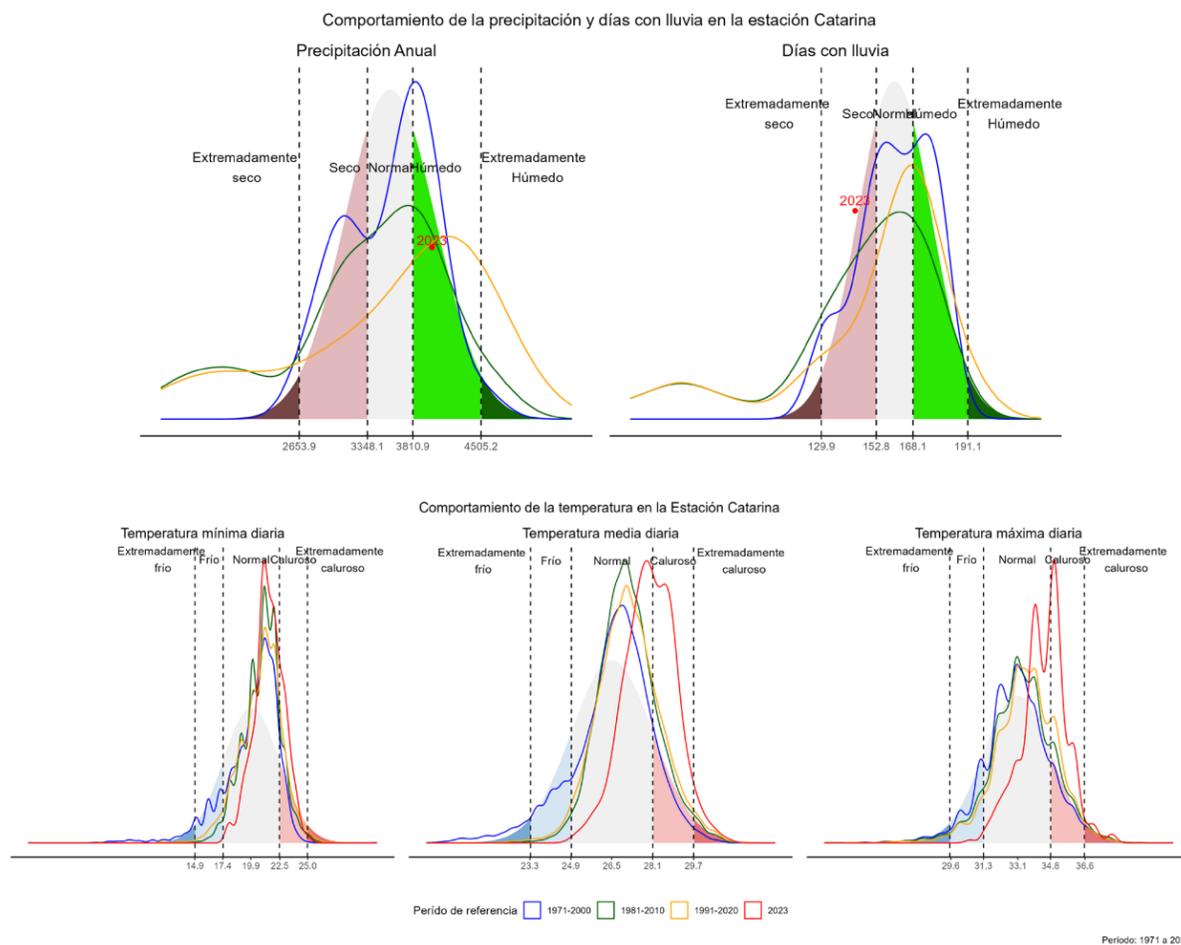


Figura 2.12. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Catarina (Catarina, San Marcos) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.5 Región del Pacífico (desde la costa de San Marcos a Jutiapa)

Se caracteriza por tener climas cálidos y manifestar déficit de lluvia en algunos meses. Esta región reporta un promedio anual de 1200-1700 mm de precipitación y una temperatura promedio anual de 27.2°C (INSIVUMEH, 2018). El Pacífico experimentó una disminución en la precipitación, con anomalías negativas entre -5 mm/día y -9 mm/día entre los meses de junio a agosto, sin embargo, a nivel anual las lluvias se registraron cercanas al promedio. Las temperaturas medias se mantuvieron altas, con estaciones como Champerico alcanzando 29.89 °C en promedio, lo que resalta el impacto de las olas de calor prolongadas (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.13 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Montufar (Moyuta, Jutiapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual y los días de lluvia se registraron cercanos a lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media.

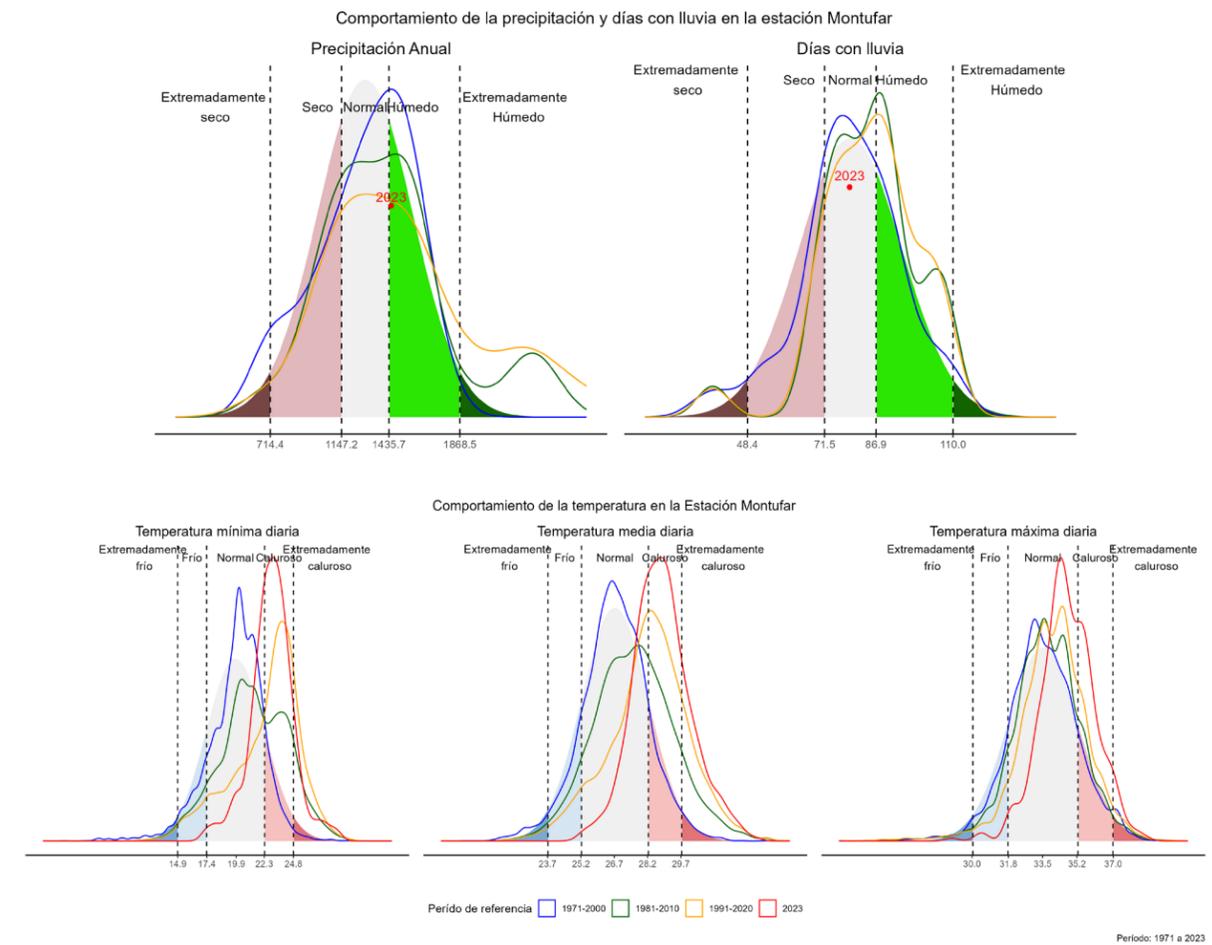


Figura 2.13. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Montufar (Moyuta, Jutiapa) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.6 Región del Altiplano Central (Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, Guatemala, Baja Verapaz, El Progreso y Jalapa)

La región presenta una cobertura montañosa significativa, lo cual influye en la generación de microclimas que varían de templados, semifríos y húmedos. Se caracteriza también por un promedio anual de precipitación de entre 900-1200 mm y una temperatura promedio de 18.8 a 20.2°C (INSIVUMEH, 2018). Las temperaturas medias aumentaron con anomalías de hasta 2.5-4 °C en algunas áreas. La región presentó variabilidad en la precipitación, la interacción entre topografía y patrones climáticos definieron un comportamiento diverso (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.14 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación INVIVUMEH (Ciudad de Guatemala) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual se registró cercana al promedio, los días de lluvia se registraron por debajo del promedio. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media.

4.7 Región Franja Transversal del Norte (Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz)

Se encuentra establecida en la ladera montañosa que le provee las condiciones de que la temperatura desciende conforme aumenta su altitud originando así climas cálidos con carácter vario de muy húmedos sin una estación seca bien definida. Registra en promedio anualmente entre 1929-2634 mm de precipitación y una temperatura promedio de 18.1°C (INSIVUMEH, 2018). Esta región mostró incrementos de temperatura, con anomalías de hasta 3.75 °C en áreas de Alta Verapaz. Las lluvias fueron variadas, con acumulados mayores en sectores como el este de Alta Verapaz. Las condiciones estuvieron influenciadas por el ingreso de ondas tropicales y la actividad ciclónica (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.15 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Cobán (Cobán, Alta Verapaz) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual fue ligeramente superior a lo normal, mientras que los días de lluvia se registraron cercanos a lo normal. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media y la temperatura máxima.

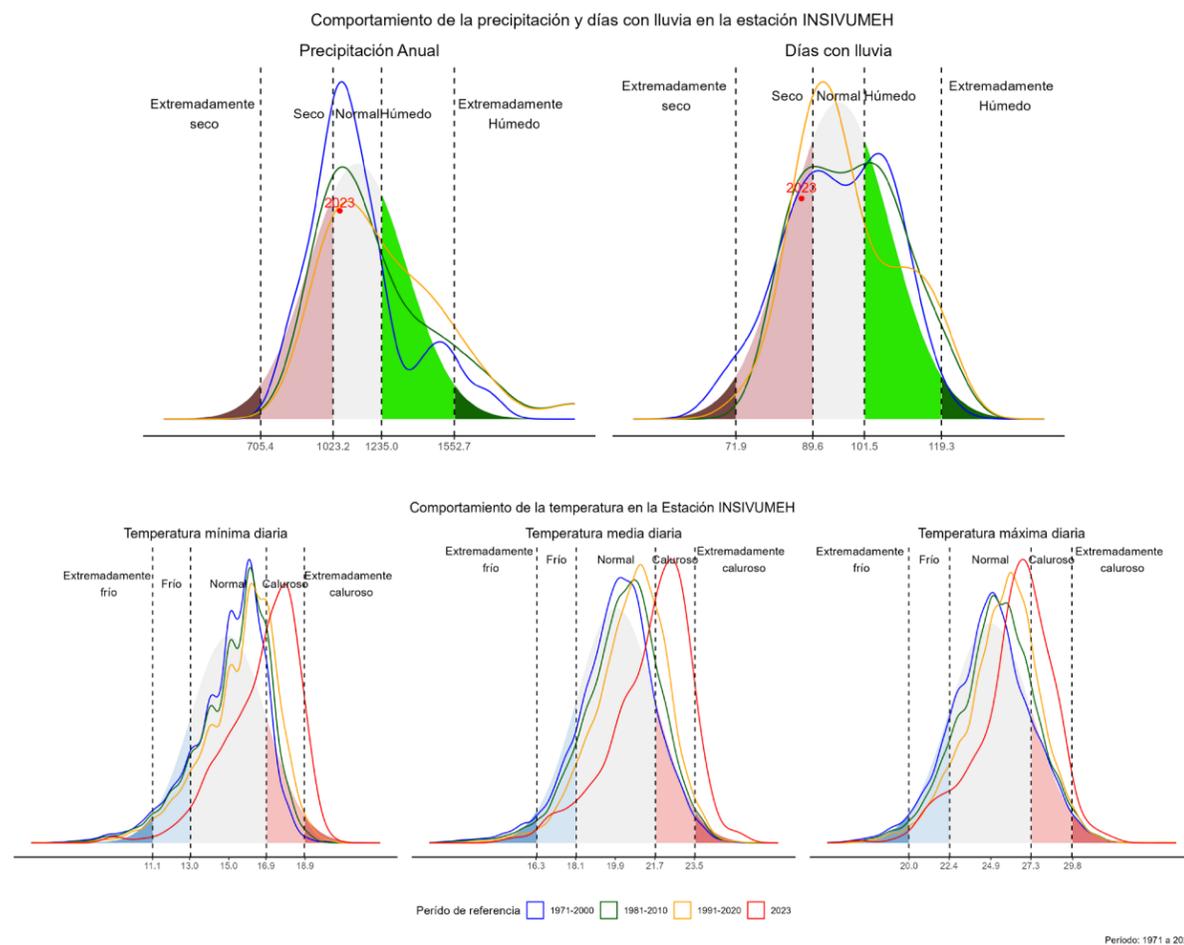


Figura 2.14. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación INVIVUMEH (Ciudad de Guatemala) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

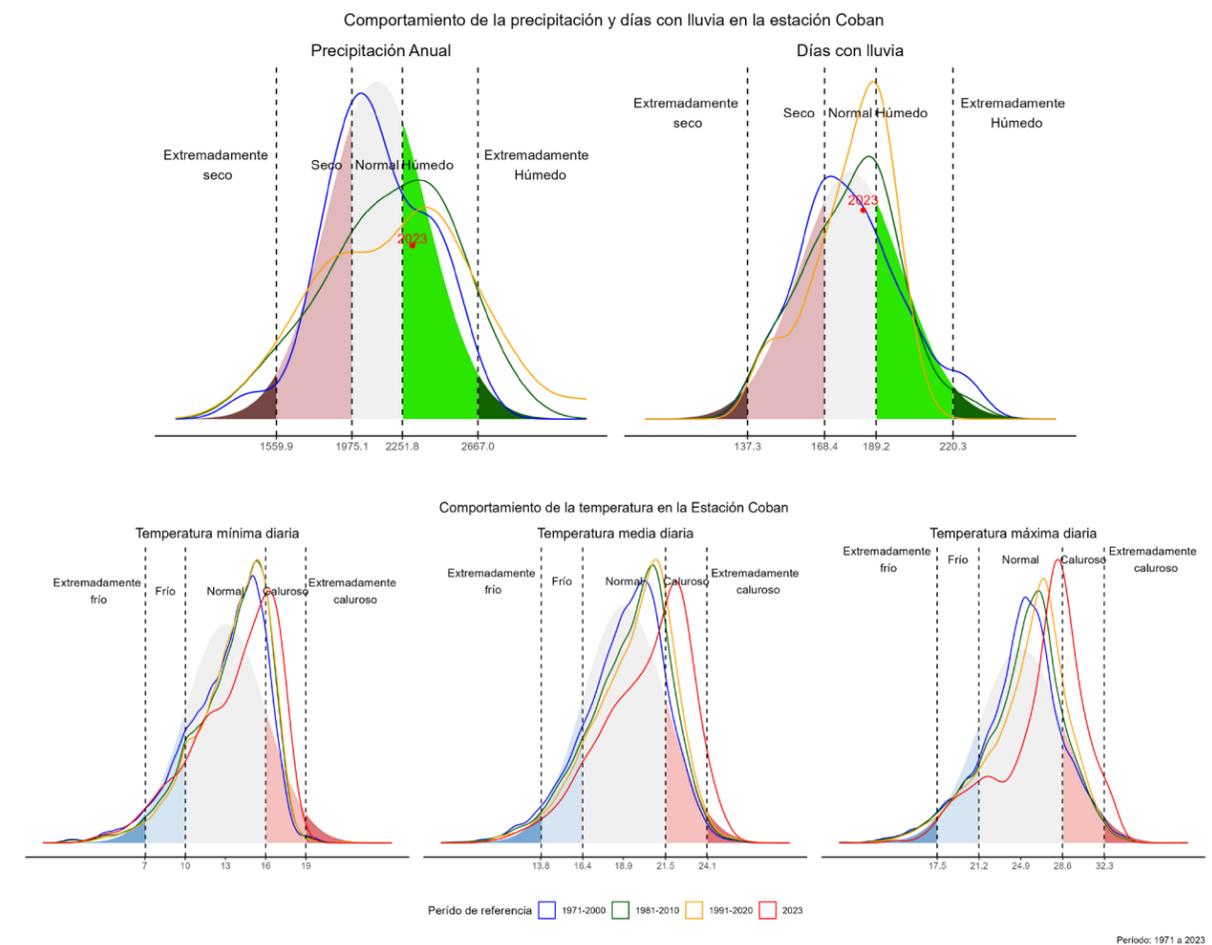


Figura 2.15. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Cobán (Cobán, Alta Verapaz) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

4.8 Región Norte (Petén)

Es una zona muy lluviosa, en la cual se registran valores de temperatura promedio de entre 20-30°C que dan origen a climas cálidos muy húmedos, húmedos y semisecos. Los niveles de precipitación promedio anual oscilan entre 1559.1-1718.2 mm (INSIVUMEH, 2018). En Petén, las lluvias estuvieron por debajo de la media en varios periodos, con anomalías negativas de -2 mm/día a -5 mm/día. Las temperaturas medias se mantuvieron altas, con el 99 % de los días del año registrando valores superiores a lo normal. Esto resalta el impacto de El Niño y el calentamiento global en esta región (INSIVUMEH, 2024).

La figura 2.16 muestra los comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Flores (Santa Elena, Petén) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. La lluvia total anual se registró cercana al promedio, los días de lluvia se registraron por debajo del promedio. En el caso de la temperatura, se puede apreciar claramente que la distribución del 2023 se ubica mayormente en el extremo caluroso (por arriba de lo normal), mayormente en el registro de la temperatura media.

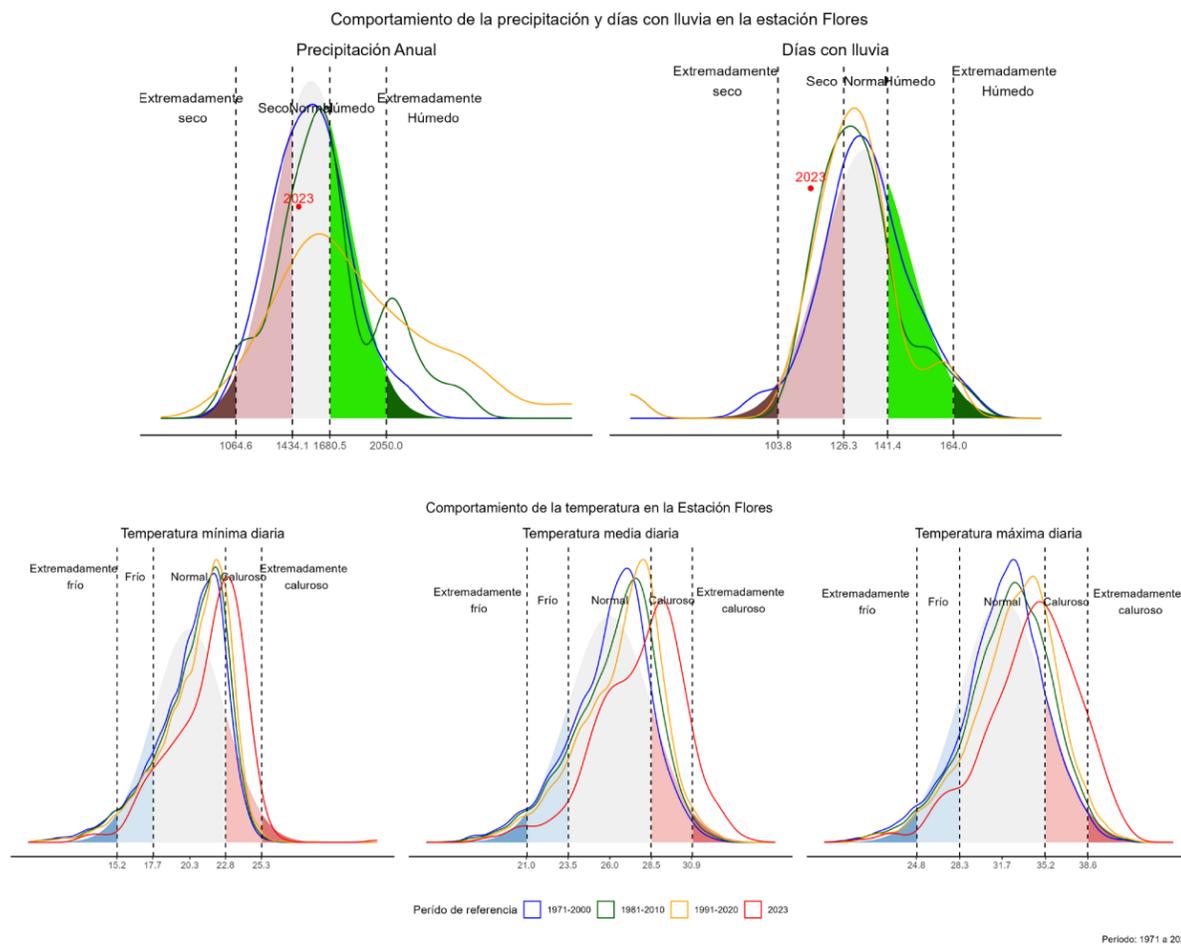


Figura 2.16. Comparativos de la lluvia y la temperatura registrada en 2023 para la estación Flores (Santa Elena, Petén) comparado con los períodos 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

5. Sequías

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda el uso del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) como principal índice de la sequía meteorológica para vigilar y seguir las condiciones de sequía (Hayes, 2011). El SPI tiene una escala de intensidad en la que se calculan valores positivos y negativos, que se correlacionan directamente con episodios de humedad y sequía. Los valores positivos de SPI indican que la precipitación es mayor que la mediana, y los valores negativos, que es menor. Dado que el SPI está normalizado, los climas húmedos y secos se pueden representar del mismo modo, por lo que también se puede hacer un seguimiento de los períodos húmedos utilizando el SPI.

McKee y otros (1993) utilizaron el sistema de clasificación mostrado en el cuadro de valores de SPI que figura a continuación (Cuadro 2.1) para definir las distintas intensidades de la sequía según los distintos valores de SPI.

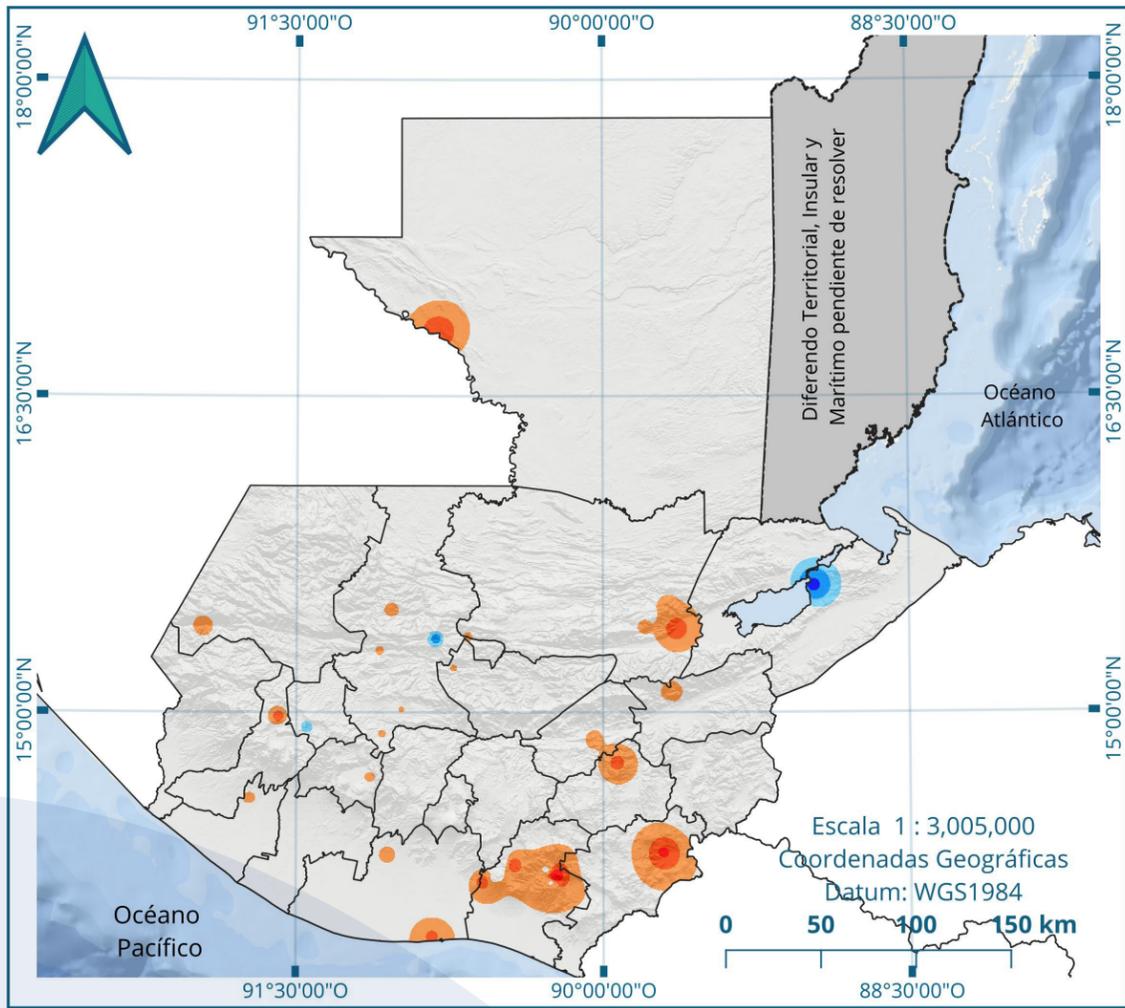
Valor del índice	Clasificación
2.0 y mas	Extremadamente húmedo
1.5 a 1.99	Muy húmedo
1 a 1.49	Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99	Normal o aproximadamente normal
-1.0 a -1.49	Sequía moderada
-1.5 a -1.99	Sequía severa
-2 y menos	Sequía extrema

Cuadro 2.1. Valores del Índice normalizado de precipitación (modificado de OMM 2012)



Basado en el índice SPI, para el acumulado total anual 2023, se puede apreciar que un 4.3% del territorio nacional registró algún grado de sequía (figura 2.17); sin embargo, cuando se realiza el análisis mensual (figura 2.18) resalta el mes de junio, donde el 85.18% del territorio nacional registró algún grado de sequía, seguido por septiembre donde un 16.19% del territorio nacional registró algún grado de sequía.

SEQUÍA METEOROLÓGICA DE ENERO - DICIEMBRE 2023



Cálculo basado en el Índice Estandarizado de precipitación SPI OMM -No.1090

Figura 2.17. Sequía meteorológica 2023, total anual. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

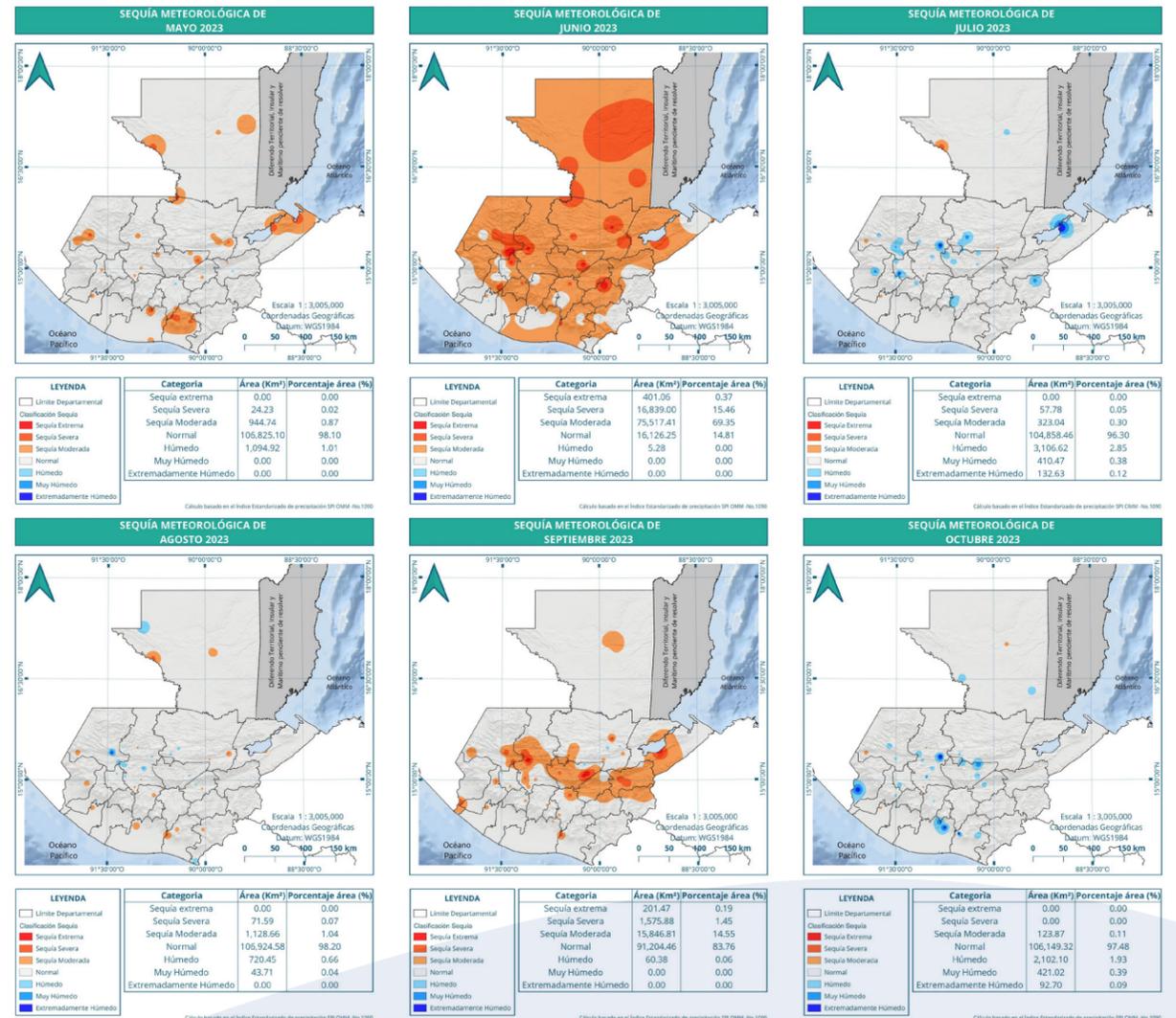


Figura 2.18. Sequía meteorológica mensual de mayo a octubre 2023. Elaboración propia con base en datos de INSIVUMEH.

Capítulo 3

Vulnerabilidad del sector hídrico e impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua.

Mensajes Clave

- Impacto de El Niño en la agricultura. En el año 2023, sectores agrícolas reportaron pérdidas o bajos rendimientos debido a la falta de lluvia y, en algunos casos, inundaciones. La producción de cultivos como maíz, frijol, caña de azúcar y palma de aceite se vio afectada.
- Impacto en la producción de energía hidroeléctrica. La escasez de agua en 2023 limitó la producción de energía hidroeléctrica, obligando a recurrir a otras tecnologías basadas en combustibles fósiles e importación. La central Chixoy, que representa aproximadamente un 15% del total de la energía eléctrica generada a nivel nacional, experimentó caudales mínimos históricos debido a la falta de lluvia.
- Impacto en el abastecimiento de agua para consumo humano. La producción de agua potable proveniente de aguas superficiales y subterráneas disminuyó en 2023. EMPAGUA reportó una reducción del 15% en la producción de agua superficial y del 20% en la producción de agua subterránea. Esta reducción obligó a incrementar la extracción de agua a través de pozos propios o la compra de agua en bloque.

Este capítulo trata sobre el efecto de las condiciones hidrometeorológicas en los recursos hídricos del país durante el año 2023. Es decir, los efectos de la fase El Niño en los recursos hídricos.

Una característica relevante de este fenómeno es que ningún evento El Niño es igual a otro. De acuerdo con el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, los efectos de la fase El Niño en Guatemala se han caracterizado por ocasionar generalmente disminuciones en las lluvias, aumentos en la extensión e intensidad de la canícula (período de baja lluvia en julio y agosto) y en el aumento generalizado de la temperatura ambiente en el país. En el año 2023 en particular, el período de canícula se prolongó más de lo habitual, lo que a su vez llevó a una escasez de precipitaciones y en consecuencia la mayoría de los ríos mantuvieron sus niveles por debajo del promedio histórico, algunos incluso alcanzando niveles más bajos al mínimo histórico durante la temporada de lluvias (AMM, 2023).

1. Balance hídrico anual

La disponibilidad anual de recursos hídricos en el país es de 93,658 millones de m³, que representa una disponibilidad per cápita de 5,322 millones de m³/año, valor por encima de los 1,700 m³ por habitante por año considerado internacionalmente como el límite de estrés hídrico. Un aspecto relevante de la oferta anual es su distribución temporal y espacial, pues este promedio enmascara la disminución de caudales durante los meses sin lluvia, en los cuales se requiere el mayor volumen de agua para riego, que es el principal usuario de agua (BID; GWP Centroamérica & CONAGUA, 2024).

Esta situación generó la reducción de los volúmenes de agua para los distintos usos y aprovechamientos, principalmente para riego, agroindustria, industria, consumo humano, y generación de hidroelectricidad, respectivamente.

Este capítulo sintetiza la información de la situación de los recursos hídricos en el 2023 y perspectivas para que sean tomadas como referencia para la toma de decisiones a futuro. Se describe primero el balance hídrico de un año promedio en el país, que incluye la disponibilidad de recursos hídricos con que se cuenta (oferta), así como la demanda, es decir, los volúmenes de agua que se usan y aprovechan anualmente. Y segundo, se describe el impacto de los efectos de la fase El Niño en los recursos hídricos y en los principales usos y aprovechamientos en el año 2023.

La demanda consuntiva total de agua para los distintos usos en el país es de alrededor de 5,143.46 millones de m³, que representa sólo el 5.5% de la oferta total anual. El riego usa alrededor de 3,955.32 millones de m³, que representa el 76.9% de la demanda consuntiva total anual de agua. El restante 23.1% de la demanda consuntiva es repartido en actividades agroindustriales e industriales y el abastecimiento para el consumo humano. La demanda no consuntiva de agua es alrededor de 5,000 millones de m³ para la producción de energía hidroeléctrica (BID; et. al., 2024). En la figura 3.1 se muestra la demanda consuntiva de agua en el país, donde el uso para agricultura (riego) representa más de tres cuartas partes del total.

Demanda consuntiva total en Guatemala

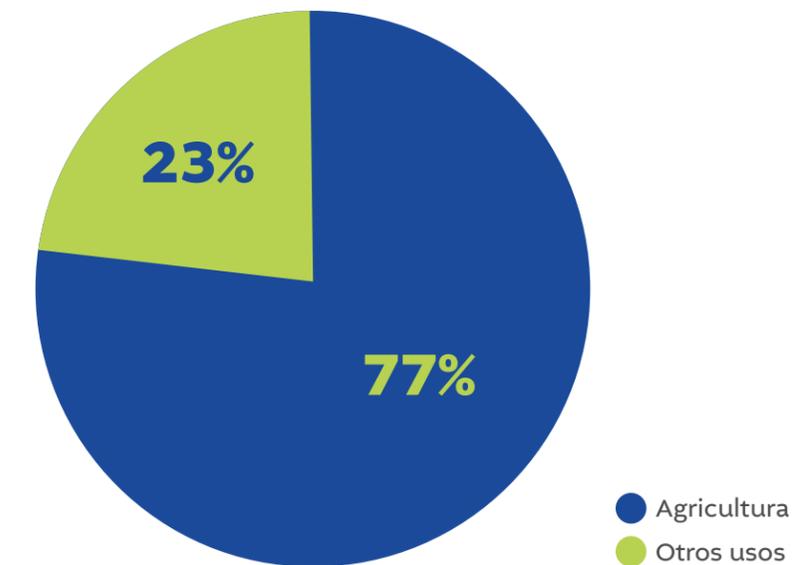


Figura 3.1. Demanda consuntiva total en Guatemala (BID; et. al., 2024).

La temporada 2023-2024 reportó una de las sequías más fuertes de los últimos años, con una temporada de lluvias con mínimos en al menos 15 años para la mayor parte de la costa sur. Esta sequía, asociada a un fenómeno de El Niño fuerte, mantuvo las condiciones de menos lluvia de lo normal hasta finales de mayo de 2024. Esta combinación de escasas lluvias en 2023 y un regreso tardío de la época lluviosa en 2024 trajeron como consecuencia caudales mínimos históricos para toda la costa sur (ICC, 2024).

El ICC realiza mediciones semanales y mensuales de caudales desde 2017 a la fecha en 77 ríos de 12 cuencas hidrográficas, desde cotas de 400 metros sobre el nivel del mar hasta la desembocadura en el océano Pacífico, como un compromiso acordado entre los diversos actores de las Mesas Técnicas para la coordinación y el uso racional del recurso hídrico en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021. Esto puede servir como apoyo a la coordinación y las mejoras en los sistemas de riego utilizados actualmente, entre otros usos. Estas mediciones permiten elaborar balances hídricos mensuales para los meses críticos de estiaje.

INSIVUMEH realiza mediciones en ríos del país. En el año 2023, el 55% de 17 ríos de la vertiente del Pacífico, estuvieron por debajo del nivel normal; en 7 ríos en la vertiente del Caribe, fue el 85%; y, en 13 ríos de la vertiente del Golfo de México, el 30% estuvieron en un nivel bajo. Situación similar se observó en el período 2017 - 2018, cuando también hubo déficit de lluvia por la presencia del fenómeno de El Niño (Ola, 2024).

2. Impacto de los efectos de la fase El Niño en los recursos hídricos y sus usos

Se hace aquí una descripción de los efectos de El Niño en el año 2023 en los principales usos y aprovechamientos, agricultura y generación de energía. Además, se describe el efecto de El Niño en el abastecimiento de agua para consumo humano en la ciudad de Guatemala.

2.1. Agricultura

Sectores agrícolas reportaron pérdidas o bajos rendimientos por efectos de El Niño en sus cultivos y por ende en la producción, debido a la falta de lluvia en una época del año 2023, pero también inundaciones en otras temporadas de este mismo año. La producción agrícola experimentó un clima muy seco durante la mayor parte del año 2023, condiciones que aún se registraron al inicio del 2024 (Bolaños, 2024).

En el país existen tres zonas de déficit hídrico bien diferenciadas: la costa sur con menor déficit; la región media que corresponde al Corredor Seco, que es la de mayor déficit hídrico; y el norte que es más estable.

En Guatemala, hay 0.460 millones de hectáreas con infraestructura de riego, de los cuales 0.065 millones de hectáreas cuentan con sistemas de riego invertidos por el Estado durante 67 años (13.5% del total). Pero existen 3.9 millones de hectáreas de superficie cultivable en las que podría desarrollarse agricultura con riego. Cinco cultivos de exportación utilizaron alrededor del 75% del total del agua de riego en el año 2023; la caña de azúcar utilizó el 43.3%, el banano el 13.7%, y la palma el 12.4%. Además, el 54% de la superficie de riego es por aspersión, sobre todo la caña de azúcar, el banano y la palma; el 30% es por surcos o inundación, el 10% por goteo y el 6% restantes por otros sistemas (Álvarez, 2023).

A continuación, se reflexiona sobre el impacto que tuvo la variabilidad climática en los mercados de los sectores productores de granos básicos, hortalizas, azúcar y aceite de palma (Bolaños, 2024).

2.1.1. Impacto en el cultivo de los granos básicos

La Asociación Nacional de Granos Básicos -ANAGRAB-, reporta en el año 2023 pérdida de hectáreas de cultivos y bajo rendimiento de producción. Las pérdidas en los cultivos de maíz y frijol durante 2023 se estimaron en 70 mil 926 hectáreas, de las cuales el 75.93% fue por sequía y el 24.07% por lluvias, según información de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR- en el sitio electrónico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. De esto, por sequía el 99.4% fueron en el cultivo del maíz y el restante 0.6% en el frijol. No se reportan daños por lluvias en el cultivo de frijol, solo en el maíz (Bolaños, 2024).

2.1.2. Impacto en el cultivo de la caña de azúcar

Respecto al impacto del fenómeno de El Niño, la Asociación de Azucareros de Guatemala -ASAZGUA-, expuso que el año 2023 se caracterizó por altos niveles de radiación solar y lluvias escasas, y que para la concentración de azúcar en la caña es importante que haya niveles adecuados de luz solar y agua. Derivado de ello se detectó que hubo un impacto en el área litoral del Pacífico, con una reducción de rendimiento; pero que el resto de las áreas cultivadas tienen los resultados esperados e incluso por encima del desempeño normal. Explican que se registró un aumento del 0.9% en la cantidad de caña de azúcar producida por hectárea, aunque en las áreas de menos de 40 metros sobre el nivel del mar, se registró un leve impacto (Bolaños, 2024).

En la temporada de zafra al inicio del año 2024 y según el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-, se registró en 83,620 hectáreas cosechadas, un rendimiento promedio de 11.06 toneladas de azúcar por hectárea (924,837.2 toneladas), lo cual está dentro de lo proyectado (Bolaños, 2024). La predicción de la zafra del año 2023 que finaliza en mayo indicaba una disminución promedio de ocho quintales de azúcar por hectárea y en zonas más críticas la reducción de 17 quintales por hectárea (Paredes y Bolaños, 2024).

2.1.3. Impacto en el cultivo de palma de aceite

La Gremial de Palmicultores de Guatemala -GREPALMA- reportó que la producción total de aceite crudo de palma cultivada en alrededor de 180,000 hectáreas fue de 1 millón 100 mil toneladas métricas, cifra de 15% por debajo de lo previsto para el 2023. Las afectaciones se registraron principalmente en el último trimestre del 2023 por bajas temperaturas en el norte del país y por los efectos de El Niño (Bolaños, 2024).

Al considerar que en el país el 80% de las plantaciones de palma dependen de agua de lluvia, y ante las condiciones climáticas de temperatura y lluvias erráticas, y efectos de El Niño, se estima que se afectó el peso de los racimos y, por ende, hubo una reducción en la producción de aceite de palma (Bolaños, 2024).

Los efectos para la palma por sequía también son más a largo plazo, y dos años después se observan reducciones en la productividad, esto debido a que surge gran cantidad de inflorescencias masculinas como respuesta fisiológica de la palma ante la adversidad climática (estrés hídrico), lo que resulta en menos racimos y menos cantidad de aceite por tonelada de fruta de palma (Bolaños, 2024).

2.1.4. Impacto en las hortalizas

La Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala -FASAGUA- no mencionó datos, pero refirió que de junio a septiembre del 2023 fue bajo el nivel de lluvia y afectó mucho esos cultivos, pero a mediados de septiembre hasta finales de octubre, subió el nivel de lluvia y los acuíferos se recuperaron. Y, de noviembre al final del año y principios del 2024, los productores que tienen ese sistema empezaron a usar riego, pero el resto no siembra en esta época (Bolaños, 2024).



2.2. Hidroenergía

La Organización Meteorológica Mundial -OMM- anunció el 4 de julio de 2023 que todas las condiciones climáticas indicaban el inicio de un episodio de El Niño¹, y que Guatemala y el Sistema Nacional Interconectado -SIN- estarían siendo afectados por este evento (AMM, 2023).

El recurso hídrico es fundamental para las centrales hidráulicas y la escasez de este limita la producción de energía hidroeléctrica, lo que obliga a recurrir a otras tecnologías basadas en combustibles fósiles. Esto encarece la capacidad de satisfacer la demanda eléctrica de nuestro país, específicamente el precio de la energía en el mercado de oportunidad o de corto plazo (AMM, 2023).

El impacto del fenómeno El Niño se hizo tangible al analizar el caso de la central Chixoy durante el año 2023 único embalse de regulación anual en el país (figura 3.2). Esta central representa aproximadamente un 15% del total de la energía eléctrica generada a nivel nacional, por lo que su importancia en la matriz de generación es innegable. Durante el año 2023 se presentaron caudales en el río directamente relacionados a los déficits de lluvia originados por el fenómeno El Niño (AMM, 2023).

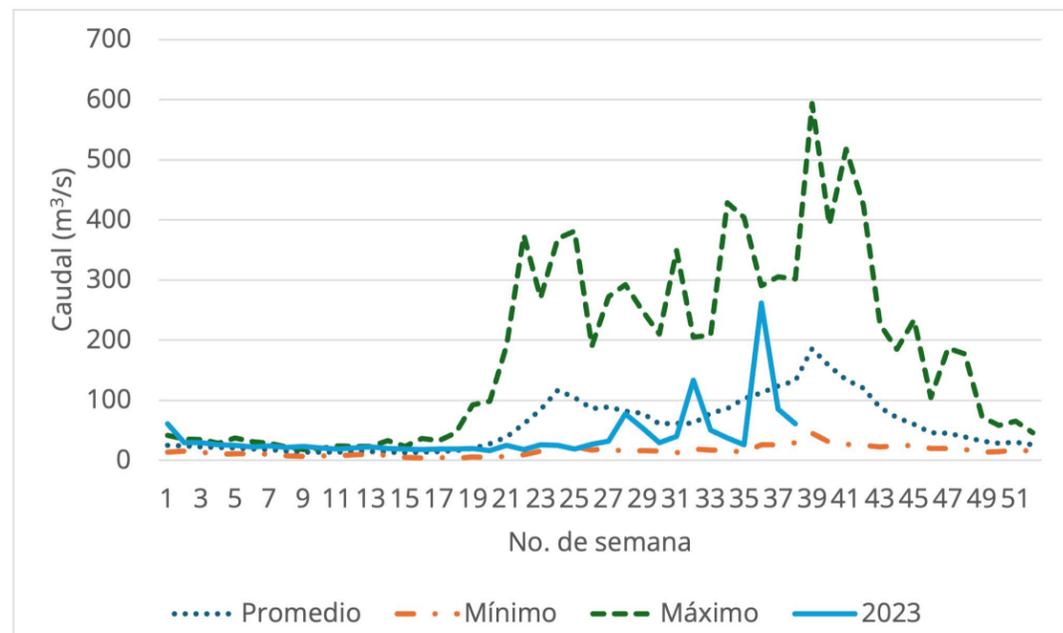


Figura 3.2. Comportamiento del caudal entrante en la hidroeléctrica Chixoy de 1999 al 2023. Los valores de caudal promedio, máximo y mínimo se consideran para los años 1999 a 2022 (AMM, 2023).

Durante los años 2020, 2021 y 2022, se experimentaron condiciones de La Niña que, como es habitual, propiciaron escenarios favorables para la formación de eventos hidrometeorológicos extremos que tuvieron como resultados excedentes de lluvia y a su vez un aumento en la producción de energía hidroeléctrica. Simultáneamente puede incrementar la vulnerabilidad de las centrales hidroeléctricas debido a la posibilidad de crecidas repentinas de ríos, arrastres de sedimentos y derrumbes, lo cual puede afectar las operaciones de estos generadores.

En el año 2019 se reportó un porcentaje de la generación hidroeléctrica del total aún menor que en el 2023 (33% y 39%, respectivamente), como se muestra en la figura 3.3. En el año 2019 se incrementó la utilización de carbón y búnker en la producción de energía y en el 2023 se aumentó la importación de energía y uso de búnker para suplir la demanda.

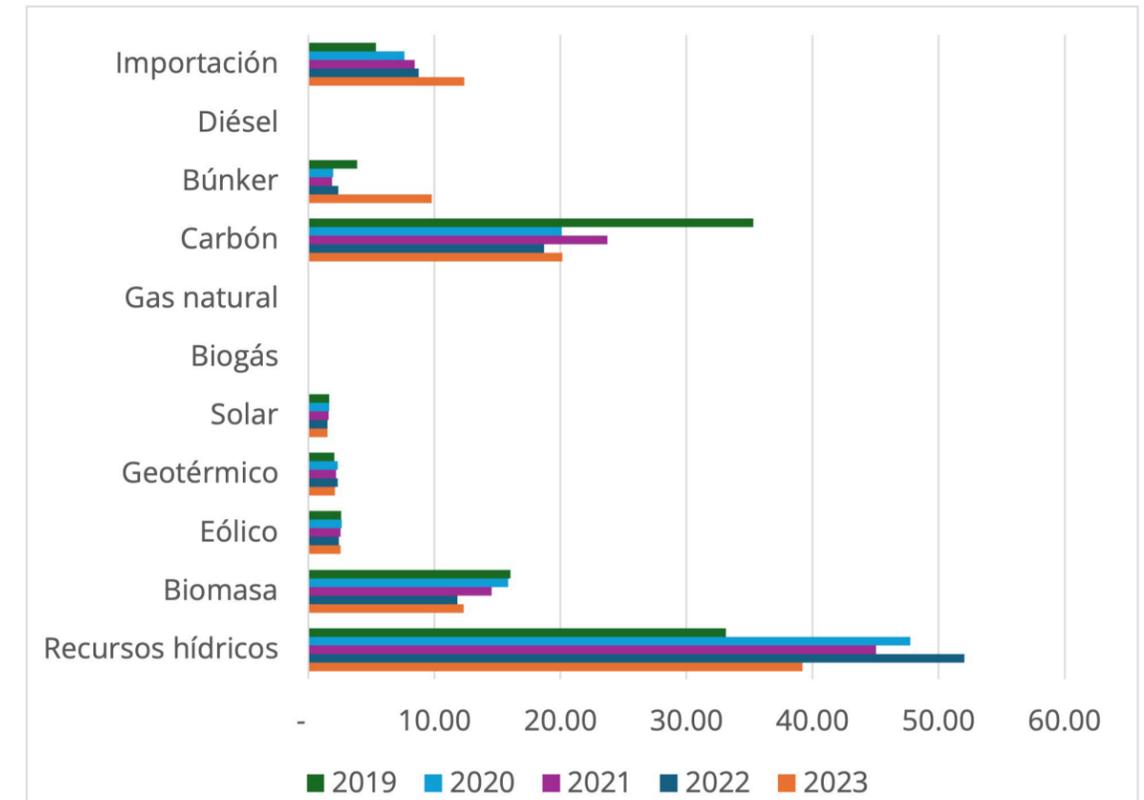


Figura 3.3. Producción de energía por tipo de recurso del 2019 al 2023 (Informes anuales AMM de 2019 a 2023).

El impacto del fenómeno La Niña en el año 2022 fue especialmente favorable para la generación hidroeléctrica. El informe estadístico anual del Administrador del Mercado Mayorista -AMM- reportó un aporte del 51.40% de la producción total de energía para el 2022. En los meses de junio, julio y agosto de 2022, se tuvo un aporte de generación hidroeléctrica por arriba del 75% del total generado. Para el último trimestre de 2022, se tuvo una generación hidroeléctrica en el SIN de 1,980.63 GWh (AMM, 2023).

Sin embargo, en el año 2023, esta proporción disminuyó significativamente. El informe estadístico anual de la AMM reportó un aporte del 39.30% de la producción total de energía para el 2023 (12.1% menos que lo producido en el 2022). En los meses de junio, julio y agosto de 2023, se tuvo un aporte de generación hidroeléctrica por arriba del 43.69% del total generado, mostrando la reducción de la disponibilidad del recurso hídrico para el año 2023 (31.31% menos que lo reportado en el año 2022) (figura 3.4) (AMM, 2023).

¹ Los episodios de El Niño y La Niña suelen tener una duración de nueve a doce meses, incluso años en algunas ocasiones. Los eventos de El Niño y La Niña ocurren cada dos a siete años, en promedio, aunque no ocurren con una periodicidad regular concreta. (NOAA, s.f.)

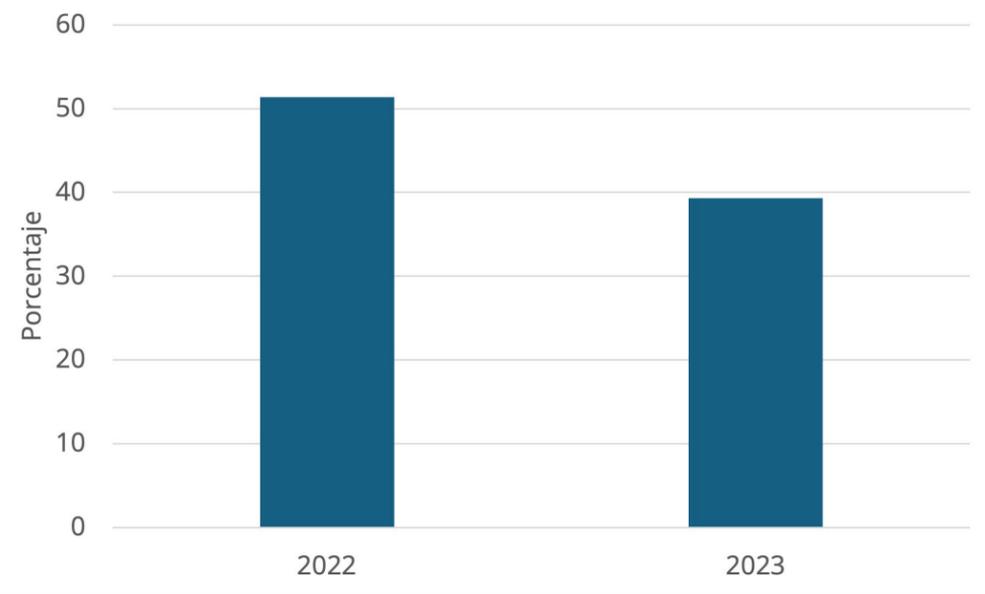


Figura 3.4. Porcentaje de producción de energía a base del recurso hídrico, 2022 y 2023 (AMM 2023).

En síntesis, en el año 2023, los efectos del fenómeno El Niño en la generación de energía eléctrica se manifestó con una disminución de alrededor del 25% de la producción en comparación con el año 2022.



2.3. Abastecimiento Humano

Las memorias de labores de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala -EMPAGUA- de los años 2021, 2022 y 2023 muestran los efectos de la fase El Niño en la producción de agua potable proveniente de aguas superficiales (figura 3.5) y aguas subterráneas (pozos y del Ojo de Agua/Diamante) (figura 3.6). La producción de agua potable proveniente de aguas superficiales en el 2023 disminuyó 7.36 millones de metros cúbicos, que representó una reducción de alrededor del 15% del total producido en el año 2022. Y, la producción de agua potable proveniente de aguas subterráneas (Ojo de Agua) en el 2023 disminuyó 3.81 millones de metros cúbicos, que representó una reducción de alrededor del 20% del total producido en el año 2022.

Esta reducción en la producción de agua en el año 2023 significó para EMPAGUA, similar a lo ocurrido en la generación de energía eléctrica, incrementar la extracción de agua a través de pozos propios o la compra de agua en bloque.

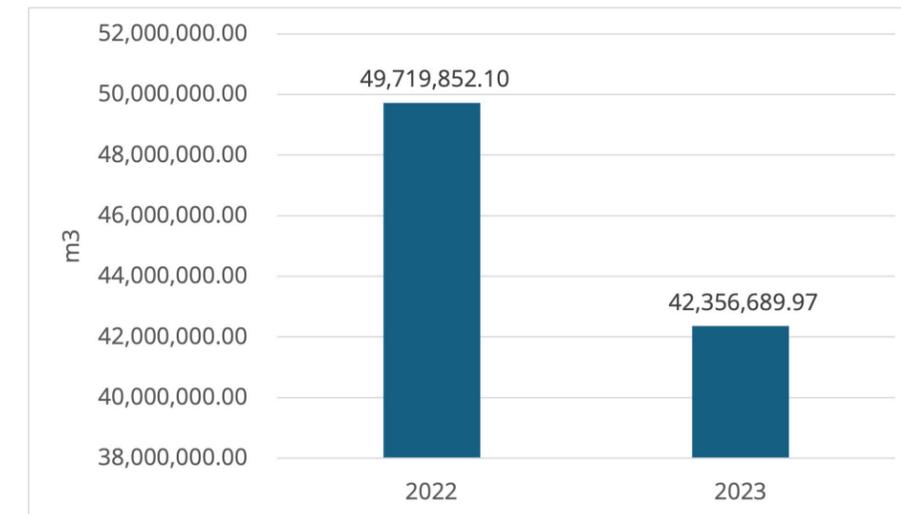


Figura 3.5. Producción de agua (superficial) en plantas que abastecen a la ciudad de Guatemala, 2022 y 2023 (Memoria de labores EMPAGUA 2022 a 2023)

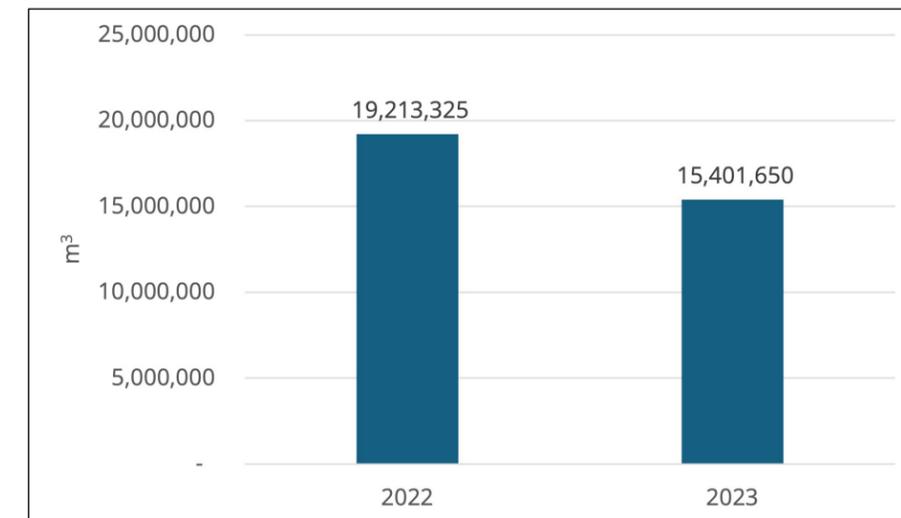


Figura 3.6. Producción de agua potable en el sistema "Ojo de Agua" que abastece a la ciudad de Guatemala, 2022 a 2023 (Memoria de labores EMPAGUA 2022 a 2023)

Capítulo 4

Situación actual del recurso forestal en Guatemala

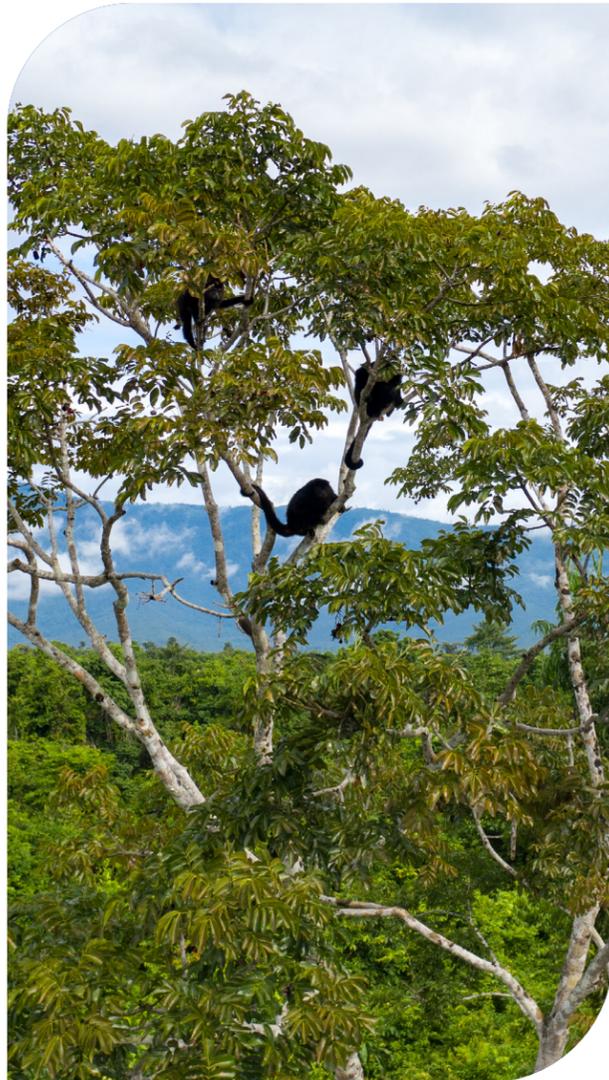
Mensajes Clave

- Los resultados del segundo inventario forestal realizado entre los años 2020 y 2023, indican que las tierras forestales ocupan el 37.9% del total del territorio (4,121,729 hectárea). En el período de 2016-2020 se estimó una pérdida total de 244,395 ha, sin embargo, durante ese período de tiempo se recuperaron 191,658 ha lo que se traduce en una pérdida aproximada de 13,184 ha por año.
- El total de bosques naturales protegidos y manejados en el 2023, fue de 208,809 hectáreas; con una inversión del Estado en manejo de bosques naturales con los incentivos de Q 384,376,025.
- Los incendios forestales cada vez son más intensos y recurrentes debido en gran parte al comportamiento variado de las condiciones climáticas con altas temperaturas, baja humedad relativa y periodos prolongados sin lluvias. Según los registros, el 99% de los incendios forestales son producto de la acción humana
- A nivel nacional el 54.4% de los hogares usan leña para cocinar; al analizar los datos por departamento, se observa que al menos en 10 departamentos más del 70% siguen usando leña en sus hogares.

1. Administración del bosque

En Guatemala la gestión administrativa y productiva de las tierras forestales y bosques fuera de áreas protegidas está a cargo del Instituto Nacional de Bosques (INAB), mientras que el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) tiene la responsabilidad de la administración de los bosques dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) (INAB, 2021). El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN como ente rector de los recursos naturales del país también tiene un papel central en asegurar que los territorios con cobertura forestal mantengan el equilibrio ecológico que manda la ley.

En el sector forestal, se han identificado 277 actores interesados, a los cuales se les ha atribuido un rol participativo en el sector, ya sea positivo o de impulso a la actividad, o bien negativo, es decir, de freno a la actividad (Maas y Solórzano, 2010); de esa cuenta las instituciones rectoras del sector forestal deben estar coordinando su trabajo con diferentes grupos de actores, según la dinámica de la producción y conservación forestal de las diferentes regiones del país.



Dentro de los principales logros para el 2023 derivado de los programas de incentivos forestales se puede destacar:

- El total de bosques naturales protegidos y manejados en el 2023, fue de 208,809 hectáreas; con una inversión del Estado en manejo de bosques naturales con los incentivos de Q 384,376,025.
- El total de plantaciones y sistema agroforestales (SAF), manejados con los programas de incentivos forestales fue de: 19,131 hectáreas con una inversión del Estado en el establecimiento y mantenimiento de plantaciones y SAF de Q. 54.32 millones, con los que se benefició a 22,109 familias.

2. Cobertura forestal

Los resultados del segundo inventario forestal realizado entre los años 2020 y 2023, indican que las tierras forestales ocupan el 37.9% del total del territorio (4,121,729 hectárea). Las tierras forestales en Guatemala se subdividen en bosques latifoliados, coníferos, mixtos, bosque manglar y bosque seco. El bosque natural latifoliado ocupa la mayor superficie en las tierras forestales con 2,698,292 ha, siguiendo el bosque natural mixto con una superficie de 778,364 ha, el bosque seco con una superficie de 220,867 ha, el bosque natural de coníferas con 153,506 ha y por último el bosque de mangle con una superficie de 39,818 ha (figura 4.1). Al comparar el área de bosque entre el primer inventario forestal (2003) y el segundo inventario forestal (2023), se tiene, que el bosque latifoliado ha disminuido en un 5.8% y el bosque de coníferas un 2.2%. Mientras que el bosque mixto ha incrementado en un 4.2% (INAB, 2024).

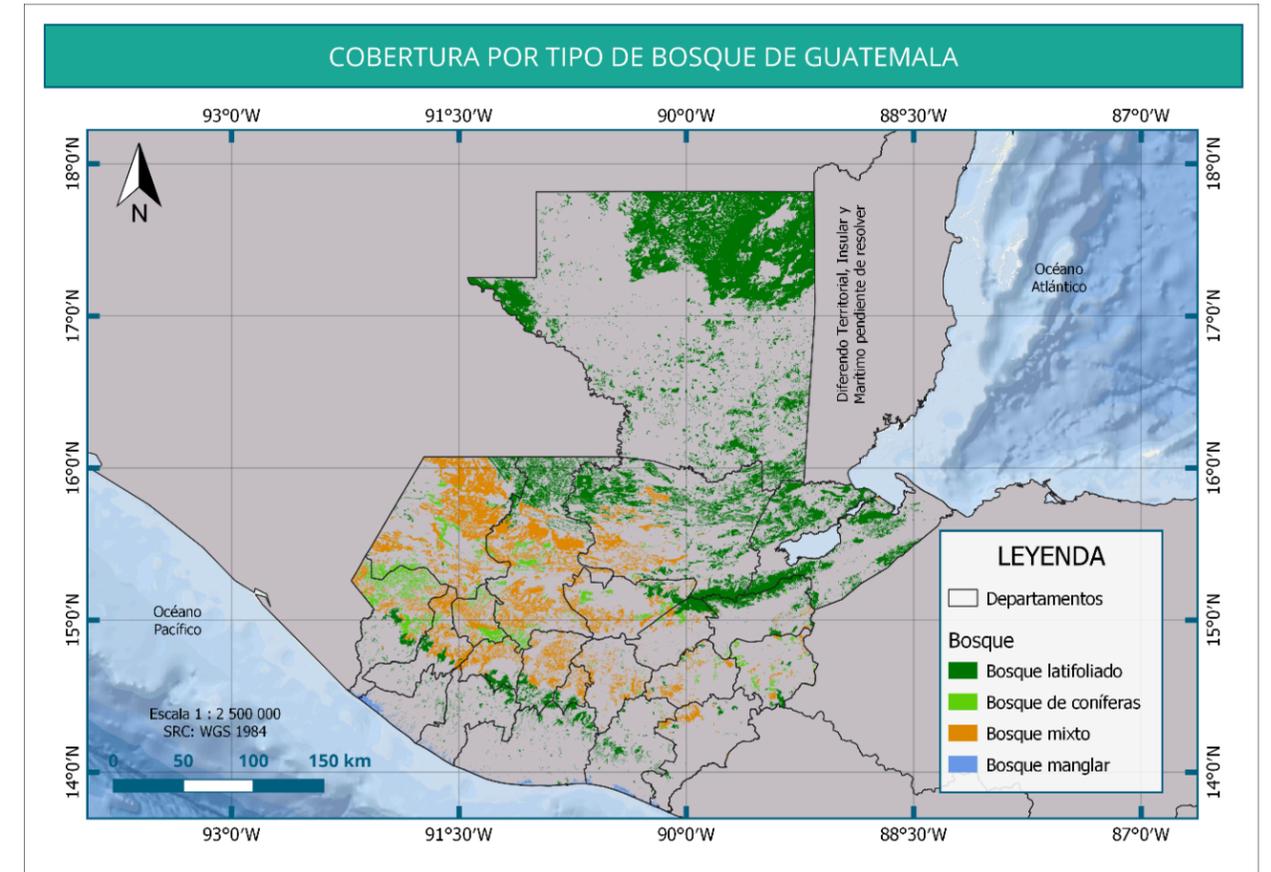


Figura 4.1. Cobertura por tipo de bosque. Fuente: MAGA, 2021

3. Pérdida y recuperación de los bosques

En el período de 2016-2020 se estimó una pérdida total de 244,395 ha, sin embargo, durante ese período de tiempo se recuperaron 191,658 ha, por lo que se obtuvo una pérdida neta de 52,737 ha en ese período de cuatro años. Esto se traduce en una pérdida aproximada de 13,184 ha por año según el último dato disponible para 2022 (INAB, 2024).

Las mayores reducciones de cobertura forestal en el período 2016-2020 se observaron en ocho departamentos del país, siendo estos en orden: Alta Verapaz, Petén, Izabal, Quiché, Huehuetenango, Escuintla, Chimaltenango y Baja Verapaz, en donde se concentró el 91% de las pérdidas (222,565 hectáreas). Aunque en estos mismos departamentos se observó una recuperación de cobertura de 162,544 hectáreas que corresponden al 85% del total de ganancias (INAB 2024).

El análisis comparativo de las pérdidas y ganancias de cobertura forestal para cuatro períodos diferentes evidencias una reducción en las pérdidas de cobertura forestal, marcando una tendencia gradual en la estabilización de la cobertura forestal existente, como se muestra en la figura 4.2. Esta situación es producto de las acciones realizadas para la protección de los bosques naturales, a través del fomento del manejo forestal sostenible, así como el fomento de plantaciones forestales y de la regeneración natural, apoyada principalmente por los programas de incentivos forestales, así como la concientización sobre la importancia de los bosques y las implicaciones del cambio climático. Se ha buscado la integración de usuarios particulares o institucionales a los diferentes esfuerzos que tanto INAB como CONAP y otros actores del país realizan en favor del sector forestal (INAB 2024).

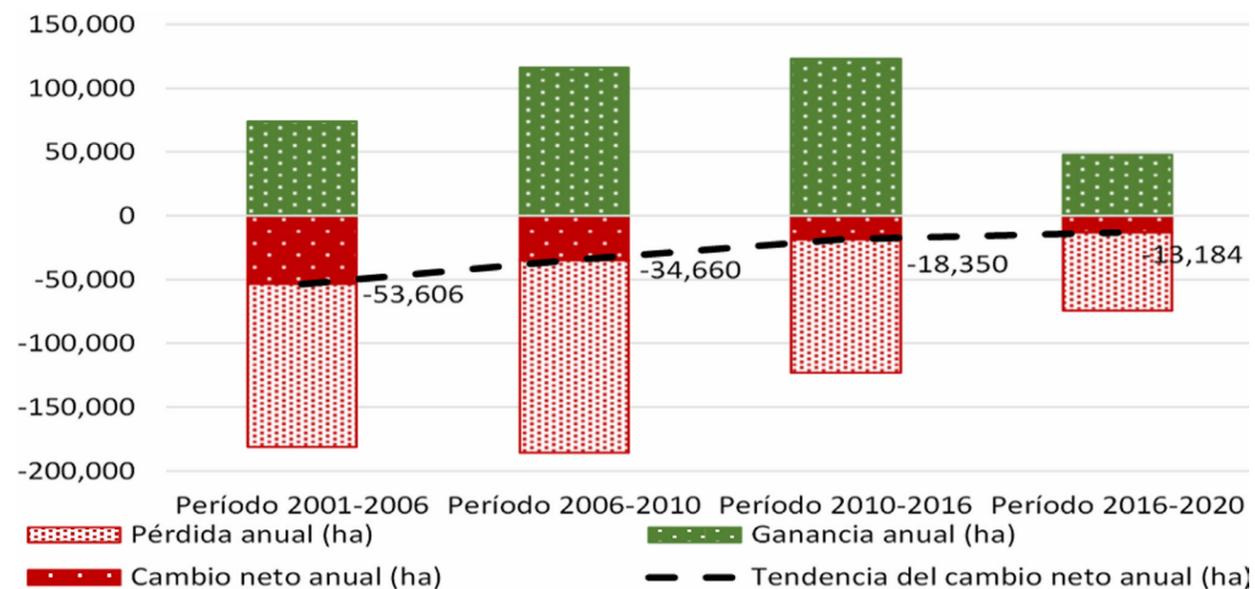


Figura 4.2. Tendencia en la tasa neta de deforestación período 2001-2020 (INAB 2024)

Según el marco de la Mesa de Ambiente de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) realizada en 2019, los principales factores que influyen en la degradación y pérdida de cobertura boscosa en el país son:

- **Cambio de uso del suelo:** producción agrícola de subsistencia, agricultura extensiva y expansión urbana.
- **Consumo de leña:** recurso principal de generación de energía como fuente de alimentación y calor en el área rural y sector industrial.
- **Incendios, plagas y enfermedades forestales.**
- **Conflictos sociales por tenencia de la tierra:** disputas entre poblaciones que viven dentro o en los alrededores de las áreas forestales o invasión de áreas de valor estratégico.
- **Deficiencia en la cultura forestal y de biodiversidad y las instituciones forestales rectoras:** poca o nula valoración de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas y débil conservación de áreas protegidas (INAB, 2024).

La pérdida de cobertura forestal en el país a raíz de la influencia de los factores anteriores, en términos ambientales, provoca la destrucción de la biodiversidad y reducción de los servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima y la calidad del aire. Esto contribuye con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el incremento de temperatura y cambios en los microclimas locales. Además, reduce la fertilidad del suelo, afectando directamente la disponibilidad hídrica, lo cual en conjunto con otros factores fomenta las condiciones de sequía. Desde un enfoque socioeconómico, se reduce la disponibilidad de materia prima como bienes maderables, esenciales para la subsistencia de las comunidades locales, conllevando a la migración forzada y deterioro de los mercados económicos relacionados.



4. Incendios forestales

En Guatemala los incendios forestales cada vez son más intensos y recurrentes debido en gran parte al comportamiento variado de las condiciones climáticas, que escapa del promedio anual, provocado por altas temperaturas, baja humedad relativa y periodos prolongados sin lluvias, que sumado a la acumulación de materia orgánica seca en los bosques, facilitan el inicio de una ignición y propagación de incendios forestales, que según la estadística institucional el 99% son producto de la acción humana (INAB 2024).

Según datos del INAB (figura 4.3), se tiene una media de 28,438 hectáreas de cobertura forestal y no forestal afectada por incendios (promedio 2001-2023). Los años 2003,2005, 2007, 2008, 2019, 2020 y 2023 se ubican por arriba de la media en relación con hectáreas afectadas.

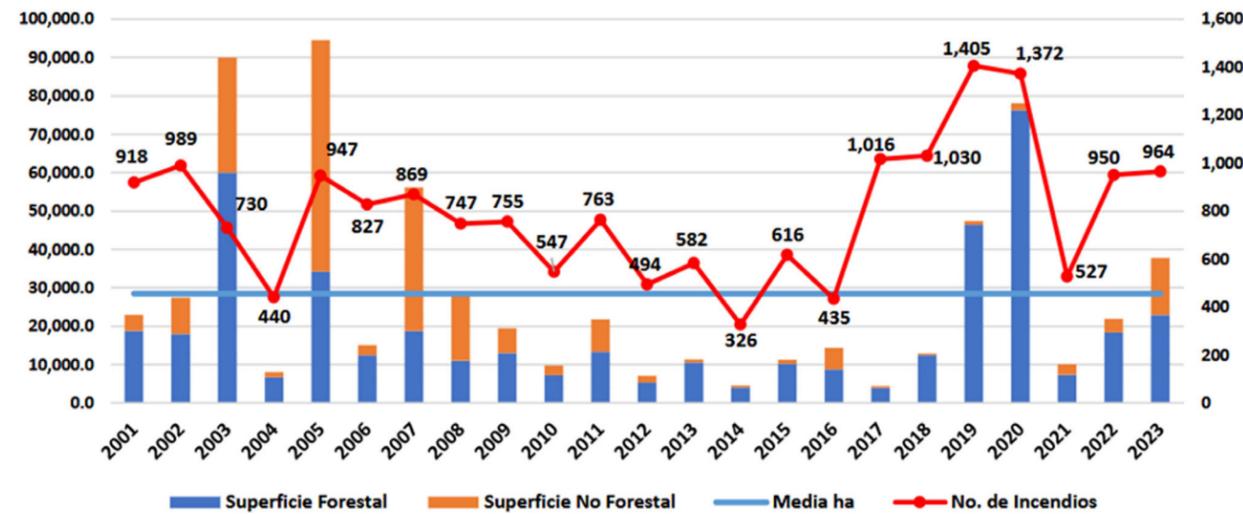


Figura 4.3. Tendencia en la ocurrencia de incendios forestales 2001-2023 (INAB 2024)

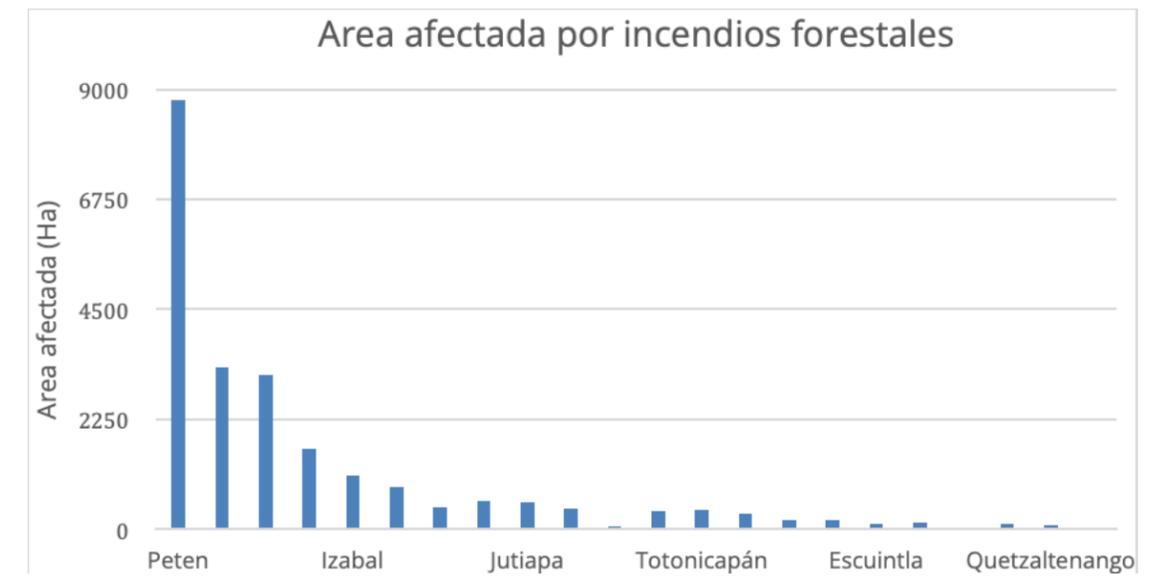


Figura 4.4. Área afectada por incendios. Elaboración propia con base en puntos viirs de la NASA.

Asimismo, se presenta un mapa que muestra la ocurrencia de incendios en el bosque de Guatemala para el año 2023 (figura 4.5).

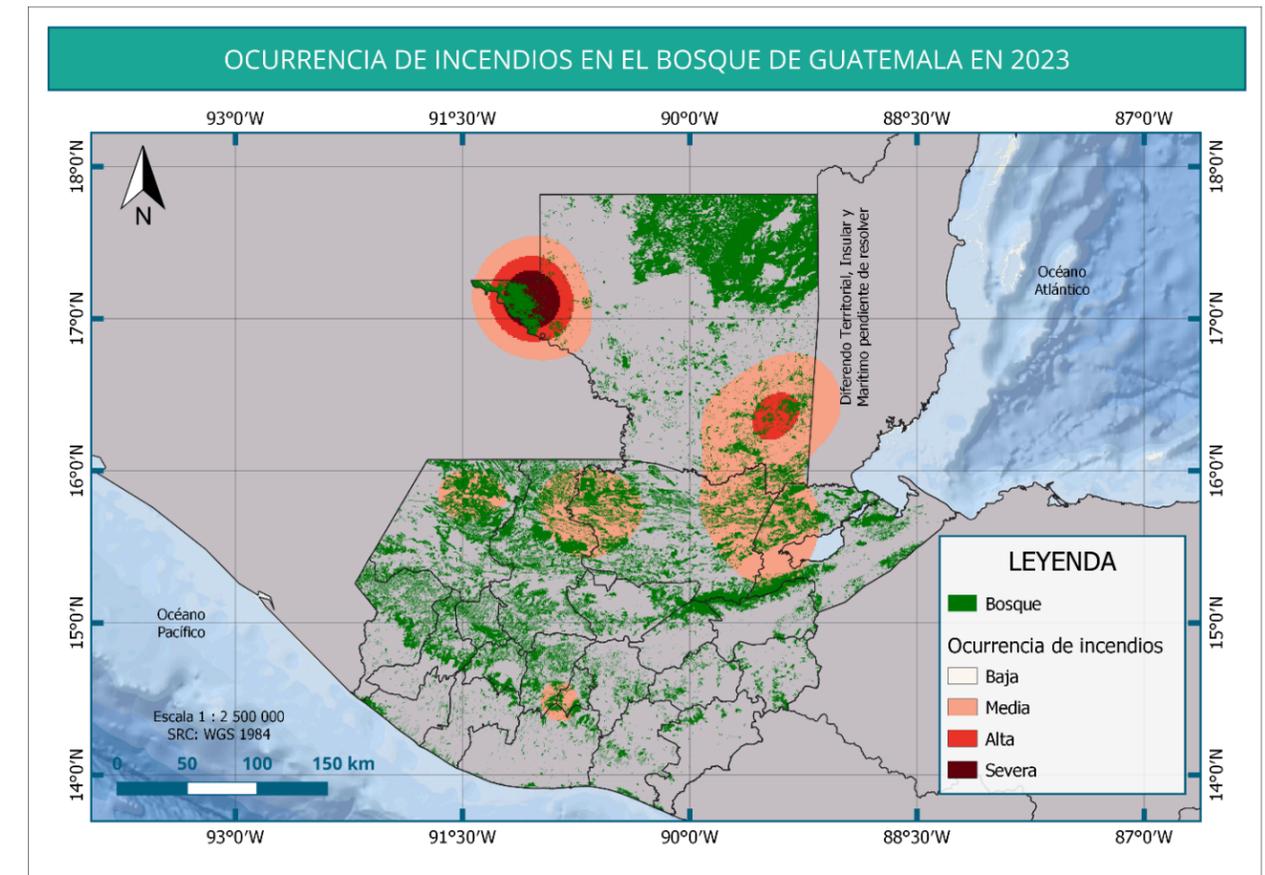


Figura 4.5. Ocurrencia de incendios forestales durante el 2023. Elaboración propia con base en los datos viirs de la NASA y el shapefile de cobertura forestal del MAGA, 2021.



5. Demanda y oferta de leña

El consumo de leña en Guatemala es significativo y desempeña un papel importante en la vida cotidiana de muchas personas, especialmente en áreas rurales donde la electricidad y otras formas de energía pueden ser limitadas o inaccesibles para ciertas comunidades. A nivel nacional el 54.4% de los hogares usan leña para cocinar, en los últimos censos se ve una tendencia de disminución al consumo de leña para cocinar a nivel nacional (figura 4.6). Sin embargo, es un valor que se encuentra enmascarado por la población urbana de las grandes ciudades, ya que, al analizar los datos por departamento, se observa que al menos en 10 departamentos más del 70% siguen usando leña en sus hogares (INE, 2019).

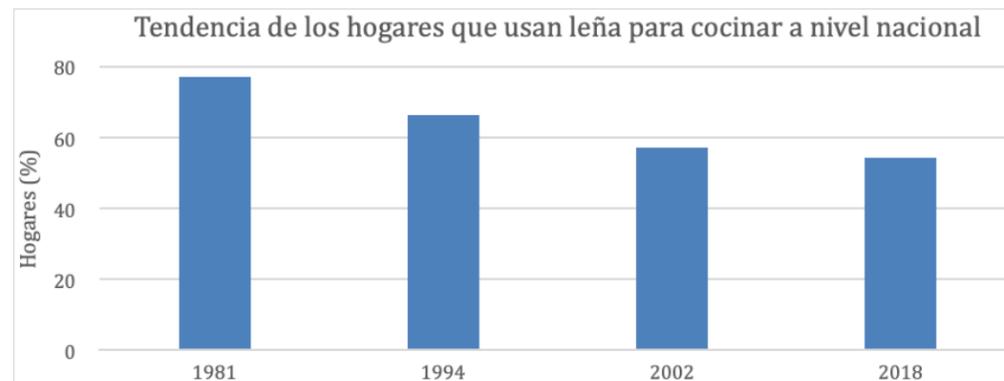


Figura 4.6. Tendencia de los hogares que usan leña para cocinar a nivel nacional (INE, 2019)

Los resultados del censo (INE, 2019) muestran que los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Totonicapán, Sololá, Huehuetenango, San Marcos, Baja Verapaz, Petén y Jalapa son los departamentos con más del 70 % de los hogares que usan leña para cocinar (figura 4.8).

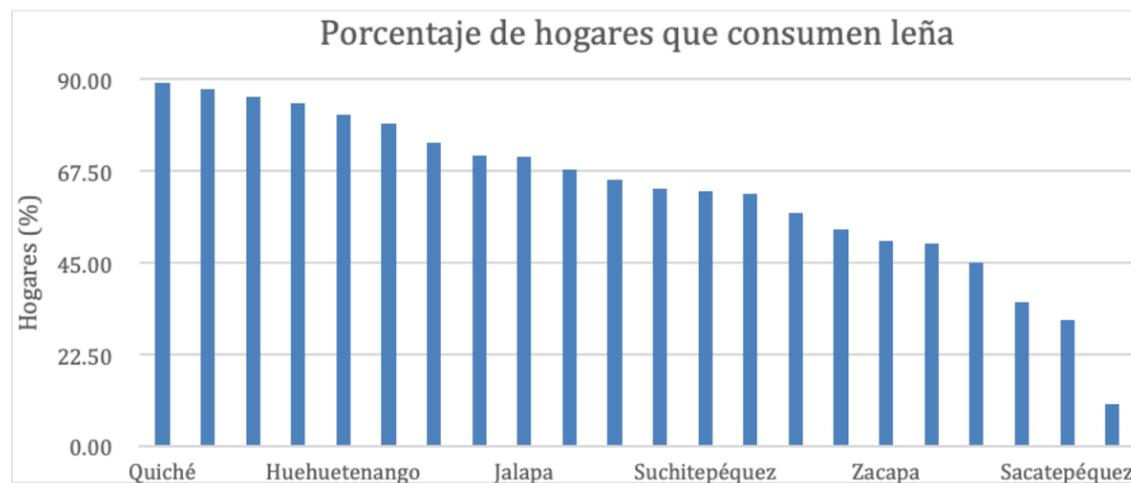


Figura 4.8. Porcentaje de hogares que consumen leña por departamento (INE, 2019)

Al menos 187 municipios utilizan más del 70% de sus hogares leña para cocinar, la mayoría de ellos se centra en las zonas de bosque de Guatemala, lo que significa que existe una fuente potencial para la deforestación. El siguiente mapa muestra los hogares que usan leña para cocinar por municipio (figura 4.8).

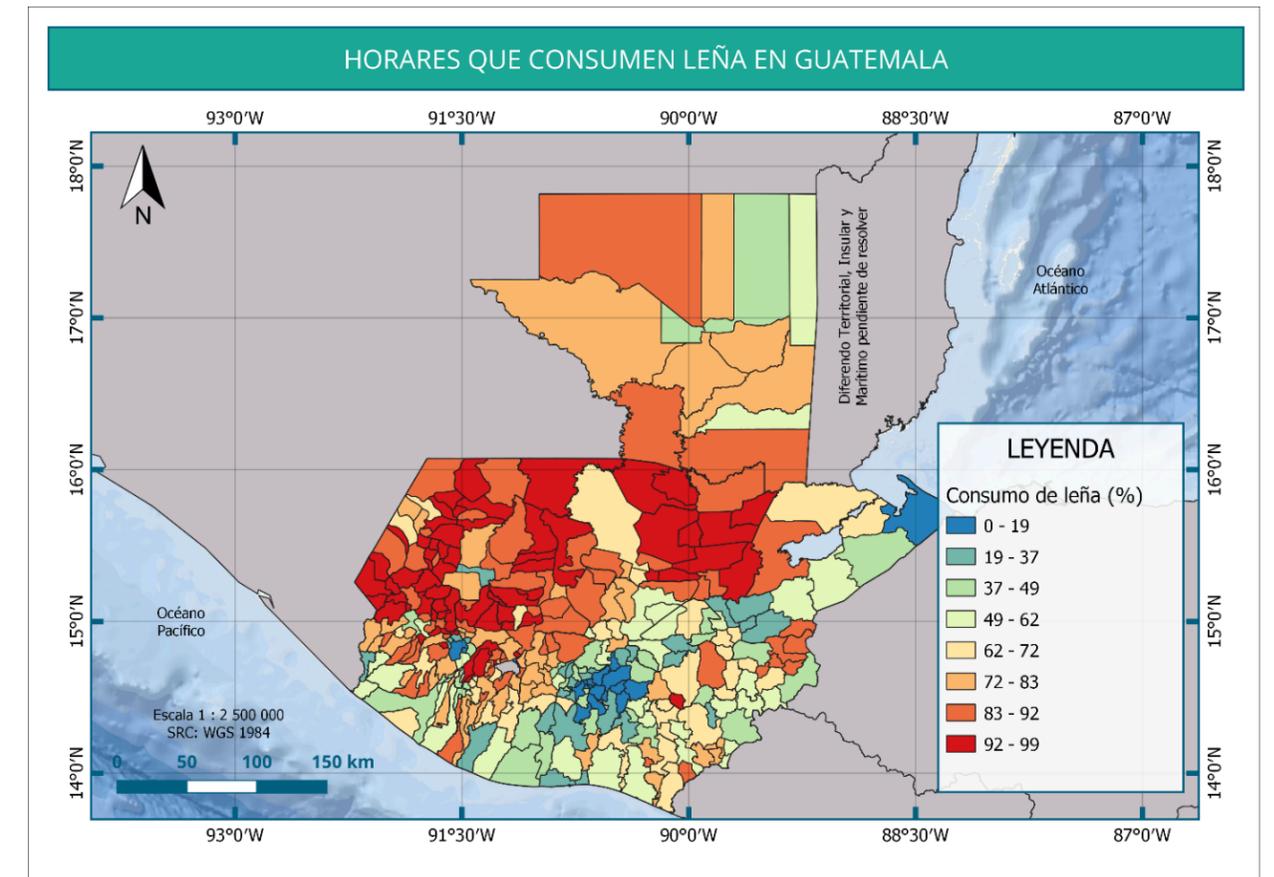


Figura 4.8. Porcentaje de hogares que consumen leña para cocinar por municipio. Fuente: Censo, 2018

El resultado del segundo inventario forestal indica que se tiene una oferta de leña en los bosques de 172,700,445 m³ y fuera de bosque de 50,077,065 m³. El rendimiento de leña por tipo de bosque es el siguiente: bosque natural latifoliado se estimó una existencia de leña de 52 m³/ha, para el bosque natural de coníferas un 15.9 m³/ha, para bosque natural mixto 27.3 m³/ha, para bosque seco un 15.1 m³/ha y para las plantaciones forestales de latifoliado se estimó una existencia de 19.9 m³/ha y 7.2 m³/ha para plantaciones forestales de coníferas (INAB, 2024).



6. Reservorio de biomasa y carbono en bosques

El bosque cuenta con la mayor biomasa total, representando aproximadamente 686,267,879 toneladas (cuadro 4.1). El 60.9 % de la biomasa está arriba del suelo, el 25% es la biomasa subterránea, el 4.9 % la conforma la madera muerta caída y tocones, y el 9.2% la hojarasca.

Reservorio de biomasa	Toneladas de Biomasa
Biomasa aérea	417,943,321
Biomasa subterránea	171,876,099
Madera muerta caída y tocones	33,386,005
Hojarasca	63,062,454
Total de biomasa en tierras forestales	686,267,879

Fuente: Datos del segundo inventario forestal (2023)

Cuadro 4.1. Contenido de biomasa en los diferentes componentes de los bosques del país.

El carbono que se encuentra fijado en los bosques se estima en 655,767,084 toneladas (cuadro 4.2), el 30% del carbono se encuentra en el componente arriba del suelo de los bosques, el 12.3 % conforma las raíces de los bosques, el 2.1% corresponde a árboles muertos o tocones, le 4.5% corresponde a hojarasca y el 51.1 se encuentra en el suelo como materia orgánica.

Reservorio de carbono	Toneladas de carbono
Carbono aérea	196,606,473
Carbono subterránea	80,785,888
Carbono en madera muerta caída y tocones	13,601,706
Carbono en hojarasca	29,676,449
Carbono en el suelo (0-30 cm)	335,096,568
Total de carbono en tierras forestales	655,767,084

Fuente: Datos del segundo inventario forestal (2023)

Cuadro 4.2. Contenido de carbono de los componentes de los bosques del país.



Mensajes Clave

- Se espera a mediano plazo una reducción de la lluvia debido a los efectos de la variabilidad y el cambio climático y un aumento en la demanda de agua debido al crecimiento poblacional y las actividades agrícolas. Esta situación se puede contrarrestar con acciones que mejoren nuestro manejo del recurso agua, que incluyen:
- Más información periódica sobre caudales de ríos: La sistematización de la oferta y demanda de agua en épocas secas y el uso de estaciones hidrométricas automáticas para monitorear los ríos.
- Crear nuevas Mesas Técnicas en cuencas hidrográficas prioritarias: La creación de Mesas Técnicas para la gestión del agua y la coordinación entre diferentes usuarios e instituciones en las principales subcuencas y cuencas del país. Se cuenta con 13 Mesas Técnicas conformadas y la sistematización de las lecciones aprendidas de estas deben de tomarse muy en cuenta en las nuevas que se implementen.
- Replicar las buenas prácticas de la gestión integral del recurso hídrico en la infraestructura: La construcción de reservorios para la cosecha de agua de lluvia, el uso de tecnologías avanzadas para el riego, y el uso eficiente del agua debe ser abordado por parte de todos los usuarios.
- Para los bosques, las medidas de adaptación deben de enfocarse en la creación de mecanismos eficientes de coordinación interinstitucional para mejorar la administración y gobernanza de las áreas protegidas y ecosistemas y para el fortalecimiento de programas de incentivos y concesiones comunitarias.
- Entre las acciones prioritarias, está la implementación de acciones de restauración ecológica y paisaje forestal, así como la implementación de un sistema de alerta temprana para la detección y control de incendios forestales.

Capítulo 5

Medidas implementadas y recomendadas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático en los sectores hídrico y forestal

Guatemala es un país vulnerable ante el cambio climático debido a su ubicación geográfica y las condiciones socioeconómicas actuales. Por lo cual, es de suma importancia la aplicación de medidas de reducción de vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático buscando aumentar nuestra capacidad de adaptarnos y el desarrollo sostenible de los guatemaltecos.

El Estado de Guatemala responde a la demanda de soluciones ante la problemática del cambio climático desarrollando varios instrumentos de política pública a nivel nacional y generando informes y compromisos a nivel internacional derivados de la ratificación del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Un instrumento central de ese proceso lo constituye la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC por sus siglas en inglés) que es el documento que muestra los compromisos que el país asume en términos de mitigación (reducción de emisiones de gases contaminantes) y adaptación a los impactos del cambio climático. La NDC está en proceso de revisión y actualización y deberá presentarse un nuevo compromiso para el año 2025.

En la NDC actualizada de Guatemala se identificaron las medidas que son costo-efectivas y que además puedan generar resultados de reducción de la vulnerabilidad a corto y mediano plazo. Algunas de las medidas propuestas para los sectores principales son (Cuadro 5.1):

 <p>Agricultura y ganadería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas de incentivos. • Prácticas de conservación de suelos. • Sistemas de captación y almacenamiento de agua para cultivos. • Sistemas de información climática. 	 <p>Bosques, ecosistemas y áreas protegidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura forestal estratégica. • Prevención y reducción de incendios forestales. • Sistemas agroforestales en zonas vulnerables. • Sistemas de medición, monitoreo y verificación de diversidad biológica.
 <p>Gestión de riesgos y vulnerabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas de adaptación y manejo de riesgo en planes municipales. • Programas de manejo de los recursos hídricos. • Diseño e implementación de planes de uso del suelo municipal. • Infraestructura verde en municipalidades. 	 <p>Zonas marino-costeras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir y operar infraestructura gris para el manejo de desechos sólidos. • Arquitectura tradicional para viviendas adaptadas a inundaciones y temperaturas extremas. • Restauración de zonas de manglar. • Recuperar áreas de bosque seco.

Cuadro 5.1. Medidas de adaptación sectoriales identificadas en la NDC actualizada de Guatemala

1. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

El principal enfoque de la gestión de recursos hídricos está en la aplicación de medidas que aseguren la disponibilidad de agua ante la variabilidad climática, esto para la prevención y accionar ante diversos escenarios como la reducción de la precipitación, el aumento de la población, el crecimiento de actividades productivas y otros aspectos que disminuyan su disponibilidad en todo el territorio nacional. Desde la Constitución Política de la República se reconoce la gran importancia del recurso hídrico; sin embargo, no existe actualmente un instrumento que permita integrar la gestión del recurso hídrico creando la problemática de tener normativas distribuidas por subsectores

en distintas instituciones nacionales y de gobiernos municipales.

En el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) se estableció como indispensable el revertir la degradación de las zonas de recarga hídrica y de las fuentes de agua, promoviendo acciones de ordenamiento de usos para una mejora en la eficiencia de la gestión del recurso hídrico, su tratamiento pre y post consumo dentro de la cuenca hidrográfica, presentando un total de 40 acciones de las cuales 30 son medidas de adaptación y 10 de carácter transversal.

Algunas de estas acciones son:

- Fortalecimiento de la normativa nacional y municipal.
- Creación de una institución rectora en materia de la gestión y manejo del recurso hídrico.
- Elaboración de planes sectoriales para la gestión integral del agua.
- Establecimiento de acciones para la adaptación a la problemática actual de escasez de agua por el cambio climático.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo, evaluación y reporte (MER).
- Diseño e implementación de un programa de investigación referente al recurso hídrico.

Por la falta de una ley específica del agua, los mecanismos no están limitados en una entidad particular sino que se tienen responsabilidades compartidas en diferentes roles de la gestión, donde el MARN desempeña el papel central de coordinación entre entidades públicas y privadas respecto a la gestión del recurso y los aspectos relacionados con el manejo de cuencas. El MAGA establece el agua y saneamiento en programas relacionados con la regulación, captación, almacenamiento, aprovechamiento y riego en el sector agropecuario. El MSPAS vela por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua potable y que se cumpla con los estándares de calidad para consumo humano. El MEM regula el uso y aprovechamiento de los cuerpos de agua relacionados con la generación de energía eléctrica, y las Municipalidades en la atención de los servicios públicos de agua y saneamiento local.

Las acciones más recientes se destacan con los esfuerzos por recuperación de las cuencas hidrográficas, humedales y ecosistemas claves para la recarga hídrica como el acuerdo gubernativo 19-2021. Además, las iniciativas comunitarias de gobernanza del agua han permitido promover la participación comunitaria para el manejo sostenible del recurso hídrico local. La problemática en torno al agua en el país se relaciona con una pobre distribución espacio temporal entre las áreas con mayor demanda y aquellas de mayor oferta de agua, agravada por una ineficiente gestión y contaminación del recurso.

A nivel local, destacan los esfuerzos para la implementación de sistemas de gobernanza comunitaria, que incluyen mesas técnicas para abordar problemáticas específicas en sectores vulnerables como la Costa Sur. También se han promovido proyectos de agua y saneamiento con un total de 875 proyectos municipales entre 2016-2019, planes de gestión de riesgo por inundaciones o áreas susceptibles en las partes bajas de las cuencas, y medición de propagación de crecidas, lo cual ha impulsado la creación de investigaciones y proyectos de desarrollo de zonas de inundación (MARN 2021).

1.1 Perspectivas para la toma de decisiones a futuro en el sector hídrico

El Consejo Económico y Social de Guatemala -CES- en el 2024 publicó la hoja de ruta de las “salidas” políticamente consensuadas, técnicas viables y social y económicamente productivas para Guatemala al 2050. El estudio pretende clarificar las tendencias dominantes, en tres escenarios posibles, probables y siempre modificables: i) de aislamiento y mantenimiento del status quo, ii) de incertidumbre y riesgos y iii) de fortalecimiento institucional y cohesión social. Entre las trece variables analizadas, cuatro están vinculadas directamente a lo tratado en este informe: i) el manejo del recurso hídrico; ii) la adaptación y resiliencia al cambio climático; iii) la capacidad del Estado central de brindar servicios básicos; y, iv) las capacidades del gobierno local para gestionar recursos y servicios (CES, 2024).

En el escenario de fortalecimiento institucional y cohesión social (escenario optimista al 2050), el país se adapta y se prepara para los retos del desarrollo, con el involucramiento de las autoridades de gobierno, sector empresarial, sociedad civil, academia y medios de comunicación. De los diez y ocho aspectos claves que se proponen en este escenario, siete están estrechamente vinculados con la temática del informe: i) necesidad de coordinación institucional; ii) desarrollo de infraestructura; iii) reducción de la brecha rural – urbana; iv) fortalecimiento de la gobernanza hídrica; v) adaptación al cambio; vi) sostenibilidad ambiental; y, vii) descentralización y fortalecimiento de los gobiernos locales para administrar recursos y brindar servicios básicos (CES, 2024).

De los siete aspectos indicados, hay tres claves para que sean tomados como referencia para la toma de decisiones a futuro: 1) el fortalecimiento de la gobernanza hídrica, mediante una política pública específica y, derivado de ella, una legislación clara y mecanismos de gobernanza que aseguren el acceso equitativo y sostenible al recurso hídrico para todos los sectores de la sociedad; 2) la adaptación al cambio climático con un enfoque especial en la protección de las economías rurales y cultivos familiares; y, 3) la sostenibilidad ambiental para asegurar un desarrollo sostenible a largo plazo (CES, 2024).

El seguimiento del progreso del indicador 6.5.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en el país, realizado en el año 2023 y también en el 2017 y 2020, evidenció que la meta propuesta al 2030 es muy alta, y se deben establecer metas nacionales. En la dimensión del entorno propicio para implementar la GIRH la puntuación es baja (27 puntos sobre 100), en la dimensión instituciones y participación, instrumentos de gestión y financiación, la puntuación es medio – bajo (entre 34 y 35 puntos sobre 100) (GWP, 2024). Estos resultados muestran que, aunque las dimensiones de la GIRH se han institucionalizado y se están implementando, hay retos a superar para avanzar a un nivel en el cual se tenga una capacidad adecuada para implementar las dimensiones a través de programas a largo plazo.

1.2 Medidas implementadas y recomendadas en el sector hídrico

A continuación, se hace una breve descripción de algunas medidas implementadas y recomendadas para el abordaje del cambio climático en el sector de recursos hídricos de las tres “i” (información, instituciones e infraestructura) para alcanzar la seguridad hídrica.

Más información periódica sobre caudales de ríos

La sistematización de la oferta de agua en las épocas secas en algunos de los ríos en el país ha permitido planificar la disponibilidad ante los efectos de El Niño y prevenir conflictos. La inestabilidad en los caudales hizo de la temporada 2023-2024 especialmente compleja desde la gestión del agua, requiriendo aumentar las coordinaciones entre usuarios y la cantidad de información (ICC, 2024).

Los datos generados por el ICC del 2017 a la fecha en 77 ríos en 12 de las 36 cuencas del país han permitido el uso racional del agua, a través de la coordinación de actores (gobierno, comunidades, empresas e instituciones de apoyo), evidenciando que la información es esencial para lograrlo, cumpliéndose uno de los compromisos principales acordados entre los actores locales en las Mesas Técnicas (Acuerdo Gubernativo 19-2021): “que los ríos llegaran a su desembocadura” (ICC, 2024).

Una de las medidas recomendadas a corto plazo para el abordaje del cambio climático en el sector de recursos hídricos es aumentar la periodicidad de medición de caudales en ríos que ya presentan estrés hídrico en la época de estiaje, y a mediano plazo instalar estaciones hidrométricas automáticas.



Crear nuevas Mesas Técnicas en cuencas hidrográficas prioritarias

El MARN promulgó el acuerdo gubernativo 19-2021 que crea las Mesas Técnicas y a la fecha hay trece funcionando, once están en la vertiente del océano Pacífico; una en la vertiente del Golfo de México (cuenca del río La Pasión); y una en la vertiente del Mar Caribe.

El sistema de información de los ríos de la costa sur, administrado por el ICC desde su creación en 2016, ha sido un componente vital para el manejo de los ríos en la época seca al proveer información actualizada y confiable sobre el estado de los ríos en la disponibilidad de agua (oferta) y en la verificación de los compromisos ante las Mesas Técnicas. El cumplimiento de estos compromisos, basado en información con rigor científico, ha permitido disminuir la tensión y conflictividad en torno al recurso gracias a las coordinaciones entre los diferentes usuarios e instituciones involucradas (ICC, 2024). Además, el informe anual del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- sobre los niveles de los ríos en las tres vertientes del país muestra los cambios de los caudales en los ríos ante los efectos de El Niño y La Niña.

Replicar las buenas prácticas de la GIRH en la infraestructura

De acuerdo con la política nacional de riego 2024, el país necesita atender 45,000 hectáreas más, para lo que se requiere un plan de irrigación para el período 2024-2033 y requerirá Q3,000 millones en los próximos cuatro años. La nueva política nacional de riego prioriza territorios estratégicos que presentan altos niveles de pobreza, mucho potencial agrícola y una brecha de eficiencia y tecnología, por lo que se iniciará en las áreas del Corredor Seco, pero también Las Verapaces y parte del Occidente del país (BID et al., 2024).

La construcción de reservorios para la cosecha de agua de lluvia y, en algunos casos abastecidos además por ríos cercanos durante la época de lluvia, es una práctica que ya se utiliza en el país para el riego durante la época seca. El uso de tensiómetros para determinar la humedad del suelo y aplicar la lámina de riego que necesita el cultivo es una práctica que también se utiliza. Además, se utilizan aguas residuales tratadas para riego ("más riego y mejor riego") (Álvarez, 2023).

2. Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas

El manejo sostenible de los recursos forestales y ecosistemas es fundamental para la adaptación climática, ya que proveen bienes y servicios que coadyuvan el desarrollo sostenible comunal y la captación de CO₂ como parte de un mecanismo de mitigación. Además, albergan una alta biodiversidad, siendo áreas cruciales para el desarrollo sostenible comunal y nacional. Las medidas de adaptación deben enfocarse en la creación de mecanismos eficientes de coordinación interinstitucional para mejorar la administración y gobernanza de los bosques, áreas protegidas y ecosistemas y para el fortalecimiento de programas de incentivos y concesiones comunitarias. Entre las acciones prioritarias, está la implementación de acciones de restauración ecológica y paisaje forestal, así como la implementación de un sistema de alerta temprana para la detección y control de incendios forestales.

Las instituciones responsables de la implementación de estas medidas en el sector forestal son INAB, CONAP, MAGA y MARN que se coordinan a través del Grupo de Coordinación Interinstitucional GCI. Las políticas principales relacionadas con este sector son la ley de áreas protegidas, la ley forestal, ley PROBOSQUE y PINPEP todas fundamentadas con base a los principios de los convenios internacionales suscritos por el país: Convenio de Diversidad Biológica (CBD), Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El INAB tiene a su cargo dos mecanismos de alta relevancia para el tema de la adaptación al cambio climático en este sector: programas de incentivos forestales y mecanismos de compensación o pago por servicios ambientales. Los programas de incentivos forestales PROBOSQUE Y PINPEP, han permitido el manejo sostenible de bosques naturales, plantaciones forestales y sistemas agroforestales, abarcando más de 250,000 ha entre 2007-2020 a partir de una inversión mayor a los Q1,922 millones. Por otro lado, los mecanismos de compensación se concretan a través de arreglos voluntarios entre entidades que poseen o protegen un área boscosa y sus servicios ecosistémicos.

Los mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques son acuerdos voluntarios que establecen la transferencia de recursos económicos o en especie, entre los usuarios y los proveedores de los servicios ambientales, con el objetivo de promover actividades sostenibles por parte de los propietarios o poseedores de bosques que proporcionan un servicio ambiental definido (Reglamento PROBOSQUE). Durante el año 2023 se establecieron 4 mecanismos de compensación beneficiando a un total de 19 comunidades y 4670 familias, con un área total de 2279 hectáreas (INAB 2024).

Por su parte, las concesiones forestales comunitarias, las cuales están ubicadas en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya (RBM), son un modelo que ha permitido revertir las tendencias de deforestación y generar beneficios socioeconómicos para las comunidades. Este modelo consiste en el otorgamiento de un derecho por parte del Estado a comunidades legalmente constituidas para el aprovechamiento y manejo de los productos forestales de un bosque, con el objetivo de promover la conservación de la cobertura boscosa y la diversidad biológica del área.

Referencias bibliográficas

Álvarez, L. (2023). El riego agrícola requiere inversión y tecnología para ser sostenible. Prensa Libre P8 a13.

AMM. (2019). Informe estadístico. Administrador del Mercado Mayorista. 34 p. Disponible en: https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2019/INFEST20190101_01.pdf

AMM. (2020). Informe estadístico. Administrador del Mercado Mayorista. 40 p. Disponible en: https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2020/INFEST20200101_01.pdf

AMM. (2021). Informe estadístico. Administrador del Mercado Mayorista. 38 p. Disponible en: [https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2021/INFEST20210101_01\(FINAL_PDF\).pdf](https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2021/INFEST20210101_01(FINAL_PDF).pdf)

AMM. (2022). Informe estadístico. Administrador del Mercado Mayorista. 14 p. Disponible en: [https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2022/INFEST20220101_01\(FINAL_PDF\).pdf](https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2022/INFEST20220101_01(FINAL_PDF).pdf)

AMM. (2023). El impacto de El Niño en el Sistema Nacional Interconectado. Revista digital [en línea]. Administrador del Mercado Mayorista. Consultado el 20 de noviembre de 2024. Disponible en: <https://rd.amm.org.gt/2023/09/29/impacto-el-nino-sni-gt/>

AMM. (2023). Informe estadístico. Administrador del Mercado Mayorista. 14 p. Disponible en: [https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2023/INFEST20230101_01\(FINAL_PDF\).pdf](https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2023/INFEST20230101_01(FINAL_PDF).pdf)

Bardales, W., Castañón, C., & Herrera, J. (2019). Clima de Guatemala: tendencias observadas e índices de cambio climático. En J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo, Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala (págs. 20-39). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.

Basterrechea, M., & Guerra Noriega, A. (2019). Recursos hídricos. 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. 86-107). Guatemala: Editorial Universitaria UVG

BID; GWP Centroamérica & CONAGUA. (2024). Informe Subregional: Centroamérica y México. Proceso Regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2024. Banco Interamericano de Desarrollo. Asociación Mundial para el Agua de Centroamérica. Gerencia de Cooperación Internacional del Agua. 80 p.

Blunden, J., & Boyer, T. (2024). State of the Climate in 2023. Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society, 105(8). doi: <https://doi.org/10.1175/2024BAMSStateoftheClimate.1>

Bolaños, R.M. (2024, febrero 29). La agricultura está esperando dos impactos climáticos. Mundo Económico. Prensa Libre. P 10.

Boyer, T., J. Blunden, and R. J. H. Dunn, 2024: Introduction [in "State of the Climate in 2023"]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 105 (8), S1-S11, https://doi.org/10.1175/2024BAMSStateoftheClimate_Intro.1.

Castellanos, E.J. (2013) ¿Cómo estará el entorno ambiental en Guatemala en las siguientes décadas? Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. Núm. 26, pp. 51-55.

CES. (2024). Guatemala 2050: Estudio prospectivo para el diseño de políticas públicas. Resumen ejecutivo. Consejo Económico y Social de Guatemala. 11 p.

CNCC (Consejo Nacional de Cambio Climático). (2018). Plan de acción nacional de cambio climático, segunda edición.

EMPAGUA (Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala). (2021). Memoria de labores 2021. Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala. Guatemala. 64 p.

EMPAGUA. (2022). Memoria de labores 2022. Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala. Guatemala. 63 p.

EMPAGUA. (2023). Memoria de labores 2023. Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala. Guatemala. 85 p.

GWP (Global Water Partnership). (2024). Implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en Guatemala. Indicador 6.5.1 de los ODS al 2023. <http://iwrmdataportal.unepdhi.org>

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). (2024). Resumen Meteorológico 2023. Resultados del Sistema Meteorológico del ICC. Guatemala 80 p.

ICC. (2024). Síntesis del sistema de información de los ríos de la costa sur de Guatemala: promedios de caudales comparativos en la temporada seca de los años 2017-2024. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Santa Lucía Cotzumalguapa, Guatemala. 47p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques). (2024). Informe de labores 2023. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques. Obtenido de https://www.inab.gob.gt/images/memoria_de_labores/MEMORIA%20DE%20LABORES%2023_Final.pdf

INAB. (2024). Plan Operativo Anual 2024. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques. Obtenido de https://www.inab.gob.gt/images/planeacionestretetica/3planesoperativosanuales/POA_INAB_2024_REPROGRAMADO_SEGEPLAN_DTP.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2019). Resultados del XII Censo Nacional de Población 2018. <https://www.ine.gob.gt/censo-poblacion/>

INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). (2018). Variabilidad y cambio climático en Guatemala. Guatemala: Departamento de Investigación y Servicios Climáticos.

INSIVUMEH. (2024). 2023 Estado del Clima en Guatemala. Guatemala.

Maas, R.; Solórzano, A. (2010). Mapeo de Actores del Sector Forestal. Guatemala: FAO

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2021). Determinación de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1: 50,000 de la República de Guatemala 2020. Guatemala.

MARN, SGCCC, & PNUD. (2021). Tercera comunicación nacional sobre cambio climático de Guatemala. Editorial Universitaria UVG. https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_de_Cambio_Climtico

MARN. 2024. Guatemala 2030: Un futuro más resiliente y sostenible.

Mckee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993) The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 179-184.

Morales Samayoa, J. I. (2013). Descenso Del Nivel Freático En La Parte Norte Del Acuífero Metropolitano En El Valle De Guatemala. Agua, Saneamiento & Ambiente, 8(1), 53-58. <https://doi.org/10.36829/08ASA.v8i1.1487>

NASA (National Aeronautics and Space Administration). (2024). Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIRRS). Disponible en: Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) – Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System. Distributed Active Archive Center (LAADS-DAAC), <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>

NOAA. (agosto de 2024). Reportando sobre el Estado del Clima del 2023. Obtenido de El informe internacional confirma que los gases de efecto invernadero, el nivel global del mar y el calor del océano alcanzaron niveles récords en el 2023: <https://www.ncei.noaa.gov/news/reportando-sobre-el-estado-del-clima-del-2023>

OMM (Organización Meteorológica Mundial). (2024): Estado del clima en América Latina y el Caribe en 2023 (OMM-N°1031), Ginebra.

Ola, A.L. (2024, marzo 27). Dos años de El Niño afecta caudales de ríos. Prensa Libre. P13.
Paredes, C. & Bolaños, R. (2024, marzo 23). Buscan soluciones a la crisis hídrica. Prensa Libre. P12.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). (2006). Política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos y de la estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos. Guatemala.

UNESCO e IANAS (2018). Calidad del agua en Las Américas. Riesgos y Oportunidades. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Interamerican Networking of Academies of Sciences. 671 p.

USAID Guatemala (2010). Impacto del cambio climático en la biodiversidad y bosques de Guatemala, Guatemala. Recuperado de pdf.usaid.gov/pdf_doc



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

7 avenida 03-67, zona 13. Ciudad de Guatemala.
PBX: (502) 2423-0500
info@marn.gob.gt

Síguenos en:

