



# TENDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LA SALUD EN LOS PAÍSES ANDINOS



The background of the image is an aerial photograph of a river winding through a mountainous region, likely the Andes. The water is a deep blue, and the surrounding terrain is a mix of green and brown. Overlaid on this image are several large, semi-transparent blue triangles pointing in various directions, creating a geometric pattern. In the center, there is a white rectangular box containing the title text in bold, white, uppercase letters.

**TENDENCIAS DEL  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y SU IMPACTO EN  
LA SALUD EN LOS  
PAÍSES ANDINOS**

CATALOGACIÓN REALIZADA POR EL ORGANISMO ANDINO DE SALUD – CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

Tendencias del Cambio Climático y su Impacto en la Salud en los Países Andinos/  
Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue, 2019.

184 p.;ilus,tab

TENDENCIAS/CAMBIO CLIMÁTICO/SALUD/SUBREGIÓN ANDINA/Amenazas climáticas/  
IMPACTO/Gestión del Riesgo/Escenarios

Lima, Perú

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2019-11000

### COMITÉ EDITORIAL

Dra. Nila Heredia Miranda, *Secretaria Ejecutiva*

Dr. Jorge Jemio Ortuño, *Secretario Adjunto*

Dr. Luis Beingolea More, *Coordinador del PASAFRO y Áreas Temáticas*

Soc. Bertha Luz Pineda Restrepo, *Esp. Mag© Desarrollo Sostenible y Programas Sociales*

Ing. Guillermo Eduardo Armenta, *MSc. Meteorología. Consultor Responsable del Estudio*

### COORDINADORA DE PUBLICACIÓN

Lic. Yaneth Clavo Ortiz, *Encargada del Área de Comunicaciones*

© ORGANISMO ANDINO DE SALUD – CONVENIO HIPÓLITO UNANUE, 2019

Av. Paseo de la República N° 3832, Lima 27 – Perú

Telf.: (00 51-1) 422-6862 / 611 3700

<http://www.orasconhu.org>

[contacto@conhu.org.pe](mailto:contacto@conhu.org.pe)

**Tiraje: 200 ejemplares**

Impreso en agosto de 2019, en Arbel Gráfica Integral SAC Jr. Las Moras 276, Independencia

Primera Edición, 2019

---

Esta publicación ha sido realizada por el Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue, y financiada por el Programa Subregional para América del Sur de la Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS.

El contenido de este documento puede ser reseñado, resumido o traducido, total o parcialmente sin autorización previa, con la condición de citar específicamente la fuente y no ser usado con fines comerciales.

Derechos reservados conforme a Ley.



## ORGANISMO ANDINO DE SALUD – CONVENIO HIPÓLITO UNANUE 2019

---

**Dra. Lilly Gabriela Montaña Viaña**  
Ministra de Salud de Bolivia

**Dr. Jaime Mañalich Muxi**  
Ministro de Salud de Chile

**Dr. Juan Pablo Uribe Restrepo**  
Ministro de Salud y Protección Social de Colombia

**Dra. Catalina Andramuño Zeballos**  
Ministra de Salud Pública del Ecuador

**Dra. Elizabeth Zulema Tomas Gonzáles**  
Ministra de Salud del Perú

**Dr. Carlos Humberto Alvarado González**  
Ministro del Poder Popular para la Salud de Venezuela

---

### SECRETARÍA EJECUTIVA

**Dra. Nila Heredia Miranda**  
Secretaria Ejecutiva

**Dr. Jorge Jemio Ortuño**  
Secretario Adjunto

## COMITÉ ANDINO DEL CAMBIO CLIMÁTICO, GESTIÓN DEL RIESGO PARA EMERGENCIAS Y DESASTRES Y OTRAS ENTIDADES DE LOS PAÍSES ANDINOS

---

### MINISTERIO DE SALUD DE BOLIVIA

**Dr. Gabriel Alejandro Machicao Clavijo**

Jefe de la Unidad de Gestión de Riesgos en Salud Ambiental, Emergencias y Desastres

**Dr. Henry Roberto Tarqui Pérez**

Responsable del Programa de Gestión de Riesgos de Desastres en Salud

**Dr. Edwin Franz Colque Titirico**

Responsable del Programa de Vigilancia y Control de Desastres (2018)

**Ing. Daniel Cruz Fuentes**

Responsable del Programa Nacional de Gestión de Salud Ambiental

### AUTORIDAD PLURINACIONAL DE LA MADRE TIERRA DE BOLIVIA

**Ing. Rocío Maldonado de Chazal**

Directora del Mecanismo de Mitigación

**Lic. Juana Elvira Gutiérrez Barrón**

Directora del Mecanismo de Adaptación

**Ing. Carmen Sotomayor Landa**

Profesional en Soberanía Alimentaria

---

### MINISTERIO DE SALUD DE CHILE

**Dra. Paola Pontoni Zúñiga**

Jefe Departamento de Gestión de Riesgos en Emergencias y Desastres  
Gabinete Ministra

**Dr. Julio Monreal**

Coordinador Ejecutivo  
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud

## MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL DE COLOMBIA

**Dr. Luis Fernando Correa**

Jefe de la Oficina Gestión Territorial, Emergencias y Desastres

**Téc. José Luis Cuero León**

Técnico administrativo del Grupo para la Gestión del Riesgo de Desastres en Salud, Oficina Gestión Territorial, Emergencias y Desastres

## SUBDIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL COMISIÓN TÉCNICA NACIONAL INTERSECTORIAL PARA LA SALUD AMBIENTAL - CONASA MESA DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

**Dra. Adriana Estrada Estrada**

Subdirectora de Salud Ambiental

**Dra. Lina Marcela Guerrero Sánchez**

Profesional especializada Subdirección de Salud Ambiental

**Biol. Diego Moreno Heredia**

Profesional especializado Subdirección de Salud Ambiental

---

## MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR

**Mgs. Santiago Tarapues**

Director Nacional de Gestión de Riesgos

**Espc. Freddy Roberto Nieto Guayasamín**

Director Nacional de Gestión de Riesgos (2018)

**Mgs. Carolina Alexandra Jaramillo Castelo**

Analista de Preparación y Respuesta  
Dirección Nacional de Gestión de Riesgos

**Ing. José Mosquera**

Dirección Nacional de Ambiente y Salud

**Ing. Diego Aliaga**

Dirección Nacional de Ambiente y Salud

## MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ

**Dra. Mónica Meza García**

Directora General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional

**Dra. María Victoria Salazar Orrillo**

Responsable del COE Salud

Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en  
Salud

## SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ (SENAMHI)

**PhD. Ken Takahashi Guevara**

Presidente Ejecutivo

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

**Ing. Gabriela Teófila Rosas Benancio**

Directora de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica  
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

---

## MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

**Dra. Maribel Coromoto Mejía de Romero**

Directora de la Comisión Nacional de Atención y Gestión de Riesgos,  
Emergencias y Desastres.  
Viceministerio de Salud Integral

# ABREVIATURAS Y SIGLAS

## **AASANA**

Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación del Estado Plurinacional de Bolivia

## **CACCGRED**

Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres

## **CMIP5**

Proyecto de inter-comparación de modelos de clima acoplados (CMIP en sus siglas en inglés, Coupled Model Intercomparison Project)

## **CMNUCC**

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

## **CO<sub>2</sub>**

Dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro compuesto por un átomo de carbono y dos de oxígeno

## **CONAMA**

Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile

## **ETCCDI**

Equipo de expertos detección e índices de cambio climático (ETCCDI en sus siglas en inglés, Expert Team on Climate Change Detection and Indices)

## **GEI**

Gases de efecto invernadero

## **GTM-NDC**

Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el Perú

## **IDEAM**

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

## **INAMHI**

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador

## **IPCC**

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

## **M.S.N.M.**

Metros sobre el nivel del mar

## **MAE**

Ministerio del Ambiente del Ecuador

## **NDC**

Contribuciones previstas determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés, Nationally determined contributions).

## **OMS**

Organización Mundial de la Salud

## **OPS**

Organización Panamericana de la Salud

## **ORAS-CONHU**

Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue

## **PNUD**

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

## **PPM**

Partes por millón. Forma de medir concentraciones pequeñas. 300 ppm equivalen a 0,03%

## **RCP**

Caminos de Concentración de Representantes (RCP, en sus siglas en inglés, Representative Concentration Pathways)

## **REMSAA**

Reunión de Ministros y Ministras de Salud del Área Andina

## **SENAMHI**

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Estado Plurinacional de Bolivia

## **SENAMHI**

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Estado Plurinacional de Perú

## **ZCIT**

Zona de Confluencia Intertropical

# TABLA DE CONTENIDO

Pág. 12	<b>PRESENTACIÓN</b>	
Pág. 13	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
Pág. 17	<b>1. CONTEXTO GLOBAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	
Pág. 18	1.1	CONCEPTOS CLAVE
Pág. 18	1.1.1	Tiempo Atmosférico
Pág. 18	1.1.2	Clima
Pág. 18	1.1.3	Variabilidad climática
Pág. 18	1.1.4	Cambio Climático
Pág. 18	1.1.5	Escenarios de Cambio Climático
Pág. 20	1.1.6	Amenazas climáticas
Pág. 21	1.2	CAMBIOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA CLIMÁTICO A NIVEL GLOBAL
Pág. 25	<b>2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA</b>	
Pág. 27	2.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA
Pág. 28	2.2	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
Pág. 37	2.3	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 38	2.4	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 41	2.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
Pág. 45	<b>3. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE</b>	
Pág. 47	3.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN
	3.2	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA
Pág. 50	3.3	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
Pág. 55	3.4	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 56	3.5	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 60	3.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
Pág. 65	<b>4. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA</b>	
Pág. 67	4.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA
Pág. 73	4.3	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Pág. 77	4.4	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 94	4.5	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 97	4.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pág. 101 **5. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECUADOR**

Pág. 103	5.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA
Pág. 108	5.3	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
Pág. 114	5.4	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 121	5.5	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 123	5.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pág. 127 **6. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN PERÚ**

Pág. 129	6.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA
Pág. 134	6.2	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
Pág. 141	6.3	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 143	6.4	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 148	6.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pág. 153 **7. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN VENEZUELA**

Pág. 155	7.1	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA
Pág. 159	7.2	TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
Pág. 161	7.3	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Pág. 169	7.4	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD
Pág. 171	7.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pág. 175 **8. CONCLUSIONES GENERALES**

Pág. 176	• BOLIVIA
Pág. 177	• CHILE
Pág. 178	• COLOMBIA
Pág. 179	• ECUADOR
Pág. 180	• PERÚ
Pág. 181	• VENEZUELA

# PRESENTACIÓN

Los múltiples efectos que sobre el planeta y todos los seres vivos va produciendo el Cambio Climático, y que los grandes emisores de gases contaminantes han decidido obviar, a pesar de la magnitud de la evidencia científica y los daños que sobre la salud de todos los seres vivos se va mostrando de manera incuestionable, obliga a todas las organizaciones, gobernantes y ciudadanos a realizar aportes significativos que incidan en el cuidado de los ecosistemas y su restitución.

El Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue (ORAS – CONHU), cuyo objetivo es contribuir, estimular y promover políticas y planes regionales, considera de enorme importancia aportar evidencias científicas que muestren a los Estados miembros, los riesgos a los que las personas se ven y se verán expuestas por los factores que contribuyen a la destrucción del medio ambiente y a la contaminación del agua, la tierra y el aire, con graves consecuencias inmediatas y mediatas en la salud.

La recurrencia y severidad de los desastres y la generación de condiciones de riesgo como una construcción social, consecuencia del manejo imprudente e irresponsable de la naturaleza ha dejado de ser una excepción o una casualidad y cada vez más,

las poblaciones se ven expuestas a ellas, de esta manera la función principal de los Ministerios de Salud no consiste únicamente en atender a las personas afectadas, sino en avanzar en la prevención, la vigilancia, la mitigación del riesgo y preparación de recursos humanos, infraestructura y servicios capaces de contener y mitigar los riesgos de las emergencias y desastres.

El estudio Tendencias del Cambio Climático y su Impacto en la Salud en los Países Andinos, es parte de los cinco estudios iniciales que el ORAS - CONHU ha realizado, a partir de un abordaje intersectorial, cuyos resultados se han tenido en cuenta en la formulación del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, que tiene como propósito, a partir de procesos de cooperación, fortalecer las capacidades y condiciones de los países andinos para una adecuada gestión del cambio climático, haciendo mayor énfasis en las implicaciones de este fenómeno en la salud, en una senda de desarrollo sostenible con baja en producción de gases efecto invernadero y que disminuya las consecuencias negativas de este fenómeno en el bienestar.

**NILA HEREDIA MIRANDA**  
**Secretaria Ejecutiva**

Organismo Andino de Salud – Convenio  
Hipólito Unanue

# INTRODUCCIÓN

El Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue (ORAS - CONHU) es un organismo de integración subregional, perteneciente al Sistema Andino de Integración, cuyo objetivo es coordinar y apoyar los esfuerzos que realizan los países miembros para el mejoramiento de la salud de sus pueblos. Los Ministros y las Ministras de Salud de los países andinos han considerado necesario adoptar medidas conjuntas para enfrentar el cambio climático.

- Resolución REMSAA XXXVI/513 (Caracas, 2017): Solicita a la Comisión Andina de Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres, formular el nuevo Plan Andino para el periodo 2018-2022. Encomienda al ORAS - CONHU incluir el componente del cambio climático en el Plan Estratégico 2018-2022.
- Resolución REMSAA XXXVII/527 (Quito, 2018): Aprueba el Plan Andino para la Gestión del Riesgo de Desastres en Salud 2018-2022. Solicita al Comité Andino del Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres, articular esfuerzos y sinergias con las instancias ministeriales relacionadas con el cambio climático.

El Plan Andino de Gestión del Riesgo de Desastres 2018-2022, propuso como misión:

"Fortalecer las capacidades de gestión de riesgos de desastres del sector salud en los países del área andina enfocados en el análisis y estimación del riesgo, prevención, reducción del riesgo, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción con enfoque de desarrollo sostenible, incorporando el cambio climático en todas las fases, mediante la cooperación mutua, trabajo intersectorial y articulado entre los Ministerios de Salud, con énfasis en la investigación y desarrollo del talento humano". Además, se trazó como visión "Al 2022, los países del área andina demuestran un importante avance en la reducción de riesgos, el fortalecimiento de la respuesta, la recuperación frente a sucesos peligrosos de importancia en salud debido al trabajo intersectorial, articulado y coordinado, para la disminución del impacto en la salud de la población, así como en la continuidad de los servicios esenciales de salud, lo que les ha permitido que se consoliden como una región solidaria, organizada y efectiva, constituyéndose en un referente de la gestión de riesgos de salud".

En virtud de lo anterior, se definieron los ejes estratégicos, objetivos y resultados esperados, cuya síntesis puede verse en el siguiente cuadro, el sexto objetivo es la gestión del cambio climático.

**Ejes estratégicos, objetivos y resultados esperados  
del Plan Andino de Gestión del Riesgo de Desastres 2018-2022**

EJE ESTRATÉGICO	OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS
<b>1. Actualización de la normatividad:</b> Formular, revisar y actualizar la normatividad de la Gestión del Riesgo de Desastres en salud en los países del ámbito Andino.	Contar con marco legal actualizado de Gestión de Riesgo de Desastres en salud que se aplique en los países andinos.	Cada país de la Región Andina cuenta con un marco legal actualizado que articula las acciones de gestión de riesgos en salud.
		Los países de la Región Andina desarrollan el Plan Quinquenal con acciones de gestión de riesgos en salud consolidado.
<b>2. Reducción del riesgo de desastres:</b> Estimar, prevenir y reducir el riesgo de desastres, en materia de salud, a nivel de los países del área andina.	Contar con una metodología o herramienta que permitan estimar el riesgo de salud en caso de desastres a nivel de los países del área andina.	Los países andinos cuentan con herramientas que permitan estimar el riesgo en salud producto de la ocurrencia de sucesos peligrosos de importancia en salud.
<b>3. Preparación y respuesta frente a emergencias y desastres:</b> Preparación y Respuesta frente a emergencias y desastres desde la perspectiva de la salud a nivel de los países andinos.	Fortalecer los mecanismos que permitan realizar un monitoreo de los sucesos peligrosos de importancia en salud y la respuesta de salud a nivel de los países andinos.	Mecanismos de monitoreo de sucesos peligrosos de importancia en salud y evolución de la respuesta de salud frente a sucesos peligrosos de importancia en salud implementado.
<b>4. Mecanismos de asistencia mutua y cooperación:</b> Facilitar los mecanismos de asistencia mutua y cooperación entre los países que conforman el área andina en la Gestión del Riesgo de Desastres desde la perspectiva de la salud.	Reforzar mecanismos que permitan brindar asistencia humanitaria y cooperación técnica para el desarrollo de la gestión de riesgos de salud entre los países que conforman el área andina.	Los países de la Región Andina cuentan con herramientas que contribuyen la Asistencia humanitaria y Cooperación técnica para la gestión de riesgos de salud.
<b>5. Capacidades y competencias del talento humano:</b> Generación y fortalecimiento de capacidades y competencias del talento humano en la Gestión del Riesgo de Desastres desde una perspectiva de Salud en los países de área andina.	Contar con talento humano capacitado y entrenado en gestión de riesgos de salud con aval académico en los países del área andina.	Profesionalización del personal que hace gestión de riesgos en el ámbito de la salud que se desempeñan en los ministerios de salud de la región.
<b>6. Gestión del cambio climático:</b> Incluir el cambio climático en la gestión del riesgo de desastres en salud.	Contar con una metodología o herramienta que permita incorporar el enfoque de cambio climático en todas las fases de la gestión del riesgo de desastres en el sector salud.	Los Ministerios de Salud del área andina cuentan con información sobre los efectos del cambio climático y su impacto en la salud, la cual se analiza para ejecutar acciones tendientes a disminuir los riesgos por su efecto, contemplados en el Plan de Gestión de Riesgos de Desastres.

*Fuente: Plan Andino de Gestión del Riesgo de Desastres del Sector Salud 2018-2022.*

El Plan Andino para la Gestión del Riesgo de Desastres en Salud 2018-2022 se propuso contar con evidencias científicas y herramientas que permitan incorporar el cambio climático en todas las fases de la gestión del riesgo de desastres en el sector salud; es así que el Plan Operativo Anual establece como resultado esperado: "Se ha aportado evidencia científica para el abordaje integral y planificado de acciones sobre el cambio climático y la gestión de riesgos y desastres en la Subregión Andina", para este amplio objetivo el ORAS - CONHU, se propuso realizar cinco estudios, entre los cuales se encuentra "Tendencias de Cambio Climático y su Impacto en los Países Andinos", con el fin de, entre otros aspectos, determinar el riesgo para la presencia de enfermedades transmisibles y las producidas por los impactos que el cambio climático genera y/o puede generar (incremento de la temperatura, mayor frecuencia e intensidad de los eventos extremos, etc.) en los países andinos (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela).

El Estudio que se presenta a continuación "Tendencias del Cambio Climático y su Impacto en la Salud en los Países Andinos" ha sido elaborado, entre noviembre de 2018 y mayo de 2019, con base en la información oficial más reciente producida en los seis

países andinos, como: las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático, la información climática disponible de los servicios meteorológicos, estudios y publicaciones relacionadas con análisis de tendencias climáticas y eventos climáticos extremos, entre otros, así como la obtenida mediante la colaboración del Comité Andino y Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (CACCGRED). El trabajo logró a su vez constituir un equipo de trabajo intersectorial, conformado con personas clave de los países (de dependencias ministeriales), se realizaron alrededor de 20 reuniones grupales y por países, por medios virtuales, para obtener información de cada país y en conjunto para la presentación de avances, así mismo se obtuvo del ORAS-CONHU información de los estudios sobre cambio climático, salud y emergencias y desastres, realizados entre el 2018 y el 2019.

El presente estudio fue socializado en la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático y Gestión de Riesgos y Desastres del ORAS -CONHU (Santiago de Chile, 2 al 4 de abril de 2019) que permitió conocer percepciones, criterios y valiosas sugerencias para completar el documento que ahora se entrega para conocimiento de las autoridades y ministerios.





The background of the slide is an aerial photograph of a coastline, showing the ocean on the left and a landmass on the right. The image is overlaid with several semi-transparent, light blue geometric shapes, including triangles and polygons, which create a modern, abstract design. The text is centered in the middle of the slide.

# **1. CONTEXTO GLOBAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

## 1.1 CONCEPTOS CLAVE

A continuación, se presentan algunos conceptos clave relacionados con el cambio climático a nivel general, que facilitan entender la incidencia de este fenómeno en la salud humana.

### 1.1.1 Tiempo Atmosférico

El tiempo atmosférico se entiende como el estado actual (en el instante) de la atmósfera, y su posible evolución en cuestión de horas o algunos días.

### 1.1.2 Clima

El clima es el conjunto de condiciones predominantes de una variable climática en un lugar determinado durante un periodo prolongado de tiempo (al menos 30 años). Está determinado por factores radiativos forzantes (la radiación solar y el efecto invernadero de la atmósfera), la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático y por factores físico-geográficos (Montealegre & Pabon, 2000).

### 1.1.3 Variabilidad Climática

La variabilidad climática corresponde a cambios temporales en la interacción de los factores que determinan el clima, y que por lo tanto generan alteraciones en sus características predominantes. Estos cambios son: normales (ya que se presentan cuando hay fluctuaciones en la radiación del sol, la temperatura oceánica, el viento, entre otros) y periódicos (ya que dichas fluctuaciones se pueden presentar en escalas desde unos cuantos días hasta escalas de meses, trimestres y años). Los eventos El Niño y La Niña, por ejemplo, son fenómenos de variabilidad climática que perturban las condiciones predominantes del clima en el planeta, ocasionando principalmente alteraciones en los patrones interanuales de precipitación.

### 1.1.4 Cambio Climático

El cambio climático se refiere a una variación gradual y permanente de las condiciones predominantes y de la variabilidad del sistema climático, y el cual se mantiene durante varias décadas de manera casi constante. A pesar de que el cambio climático también está relacionado con factores naturales, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) solamente tiene en cuenta aquel que es causado por actividades humanas, las cuales llevan a un incremento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera. Entre estas actividades se encuentran los cambios en el uso de la tierra, los procesos industriales y el uso de combustibles fósiles (IPCC, 2014).

La diferencia entre variabilidad climática y cambio climático se da en la escala de tiempo. La variabilidad ocurre en escalas de tiempo de meses a años, mientras que el cambio climático considera las diferencias que ocurren en un largo periodo de tiempo. La clave para diferenciar las dos definiciones es la persistencia de la condición anómala, es decir, si no se da con mucha frecuencia y persistencia, es considerada variabilidad, pero si esta anomalía presenta recurrencias frecuentes (o en aumento) y un incremento gradual a largo plazo, se caracteriza como cambio climático (OMM, 2017).

### 1.1.5 Escenarios de Cambio Climático

Un escenario se define como una descripción coherente, internamente consistente y convincente de un posible estado futuro del mundo, y en este caso, del clima (IPCC-DDC, 2013). Como tal los escenarios no deben asumirse como pronósticos o predicciones, sino como una imagen alternativa de cómo el futuro puede mostrarse bajo determinadas condiciones en un tiempo dado. Por lo

general, se utiliza un conjunto de ellos con el fin de mostrar, de la mejor manera posible, el rango de incertidumbre en las proyecciones climáticas ante diferentes combinaciones de condiciones económicas, medioambientales, de crecimiento poblacional, políticas, entre otras (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).

Actualmente, el Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC utiliza los escenarios definidos como "Vías Representativas de Concentraciones" o RCP (Representative Concentration Pathways, por sus siglas en inglés) (Tabla 1). Estos escenarios, en

términos generales, definen los niveles de concentraciones de CO<sub>2</sub> equivalente que se tendrían hacia el año 2100, y con base en estos niveles y a partir de este año de referencia se mira hacia atrás los diferentes supuestos económicos, sociales, medioambientales, etc., que podrían llevar a esos niveles de concentración. Entre los supuestos que se tienen en cuenta para los escenarios están: desarrollos tecnológicos, uso de combustibles fósiles, energías renovables, políticas ambientales, medidas de adaptación y mitigación, control del crecimiento de la población, modelos económicos globales o regionales, entre otros.

**Tabla 1. Escenarios de cambio climático definidos en el AR5.**

Nombre	Forzamiento radiativo	Concentración	Forma del itinerario
VCR8.5	>8,5 W/m <sup>2</sup> en 2100	> ~1370 CO <sub>2</sub> -eq en 2100	En aumento
VCR6	Estabilización en ~6 W/m <sup>2</sup> a partir de 2100	~850 CO <sub>2</sub> -eq (estabilización, a partir de 2100)	Estabilización sin translimitaciones
VCR4.5	Estabilización en ~4.5 W/m <sup>2</sup> a partir de 2100	~650 CO <sub>2</sub> -eq (estabilización, a partir de 2100)	Estabilización sin translimitaciones
VCR3-CD	Máximo a ~3W/m <sup>2</sup> antes de 2100; disminución posterior	Máximo a ~490 CO <sub>2</sub> -eq antes de 2100; disminución posterior	Culminación seguida de disminución

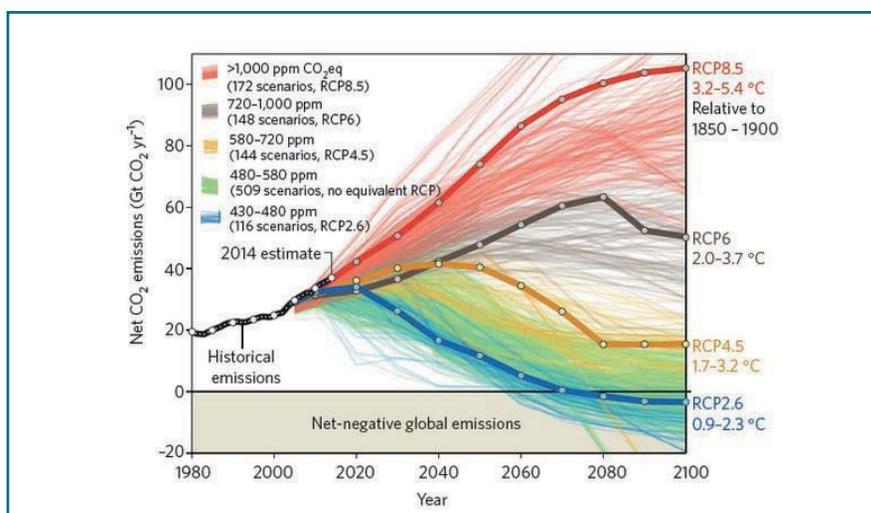
*Fuente: IPCC (2014). Quinto Reporte de Evaluación*

De acuerdo a estos supuestos y a las simulaciones realizadas con base en ellos, se definen cuatro escenarios (Figura 1). El primer escenario (RCP 2.6) es considerado un escenario "optimista", dado que el nivel máximo de concentraciones de CO<sub>2</sub> equivalente que se tendría según este escenario no sobrepasaría las 400 partes por millón (ppm), se llegaría a su valor máximo aproximadamente en el año 2020 y desde ese año se adoptan medidas fuertes, efectivas y duraderas para la reducción de

las emisiones, llevando a que con el paso del siglo XXI éstas lleguen a reducirse a un valor cercano a 0 hacia el año 2100. Los demás escenarios presentan un comportamiento de transición de las emisiones similar, sólo que con un mayor valor tope de concentraciones de CO<sub>2</sub> equivalente y que se daría en otros años dentro del siglo XXI. El RCP 4.5 presenta un valor tope aproximado de 480 ppm hacia el año 2050, y desde este periodo se tomarían acciones, medidas y políticas que harían que se reduzcan hasta un valor fijo en el año

2080, y estabilizándose en este valor a partir de este año. Por otra parte, en el RCP 6.0 el tope de las emisiones sería de 600 ppm aproximadamente y se daría hacia el año 2080, y desde allí empezarían a reducirse por las diferentes acciones y medidas que se tomen. El último escenario (RCP 8.5), es considerado

como un escenario "pesimista", ya que no sólo el tope de las emisiones se daría después del año 2100 y con valores superiores a las 1000 ppm, sino que la tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente tiende a incrementarse en una tasa muy alta a medida que transcurre el siglo XXI.



**Figura 1. Escenarios de Cambio Climático del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC: Vías Representativas de Concentraciones (RCP).** Fuente: IPCC, 2012

### 1.1.6 Amenazas climáticas

Las amenazas climáticas (o peligros) son los sucesos o tendencias físicas relacionados con el clima, o sus impactos relacionados, y que puede ocasionar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos a la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales y de servicios, trastornos sociales y económicos o daños ambientales (IPCC, 2014).

Las principales amenazas climáticas están asociadas al comportamiento de

la precipitación y la temperatura, y por lo general están asociadas a los valores atípicos de estas variables (muy por encima o muy por debajo del rango esperado para ellas). Cuando se hace referencia a estas amenazas debe tenerse la claridad de que se consideran únicamente aquellas en las que el comportamiento meteorológico o climático es el principal factor directo de impacto, y no aquellas que surgen como consecuencia del mismo y que están asociadas a otros factores (por ejemplo, las inundaciones o los deslaves).

Entre las amenazas que mayor impacto presentan en los diferentes sectores

(económicos, sociales, etc.) están las siguientes:

- **Sequías:** Se definen como la ausencia de lluvias durante un periodo prolongado de tiempo que puede ocasionar desequilibrios hidrológicos significativos. Estas sequías tienen efectos más intensos si además hay presencia de altas temperaturas durante su ocurrencia.
- **Lluvias intensas:** Se consideran lluvias intensas cuando se presentan altos volúmenes de lluvias (superiores al valor promedio) que se dan en periodos cortos de tiempo. Estas lluvias ocasionan impactos en la agricultura (pérdida de cultivos), la infraestructura (deslaves e inundaciones), entre otros.
- **Olas de Calor:** Una ola de calor se presenta cuando se dan varios días consecutivos (más de 4 días) con temperaturas máximas muy altas, lo que ocasiona impactos en la agricultura, la salud y en los ecosistemas.

- **Heladas:** Se considera una helada como la presencia de temperaturas mínimas inferiores a un umbral ( $0^{\circ}\text{C}$  en el caso de la helada meteorológica y  $3^{\circ}\text{C}$  en la helada agrometeorológica), lo que ocasiona daños principalmente en la agricultura y en los ecosistemas.

## 1.2 CAMBIOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA CLIMÁTICO A NIVEL GLOBAL

Desde mediados del siglo XX el sistema climático ha presentado cambios sin precedentes, en comparación con los registros de observaciones que se tienen desde 1850. Entre estos cambios se destacan: el marcado calentamiento de la atmósfera y el océano, con incrementos superiores a  $0,7^{\circ}\text{C}$  a nivel global y a  $0,8^{\circ}\text{C}$  en Suramérica (Figura 2); la reducción de la cantidad y extensión de las masas de hielo y nieve (Figura 3); el considerable aumento del nivel del mar en los últimos 25 años (Figura 4) y el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (Figura 5).

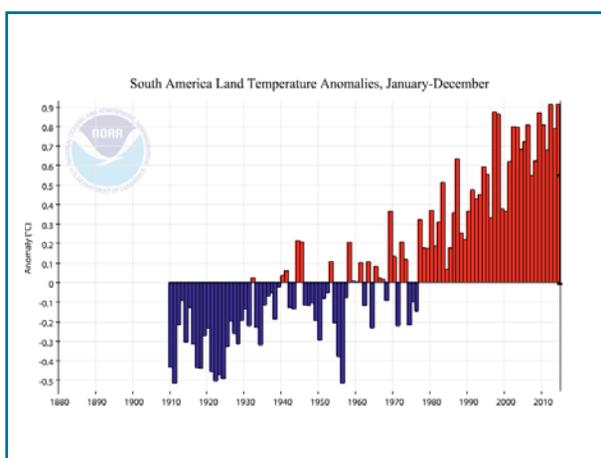
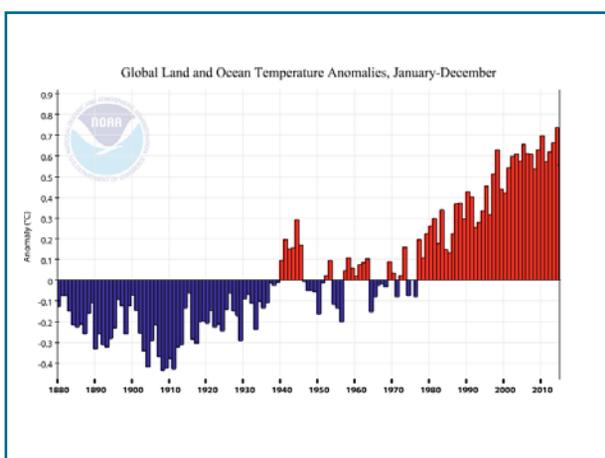
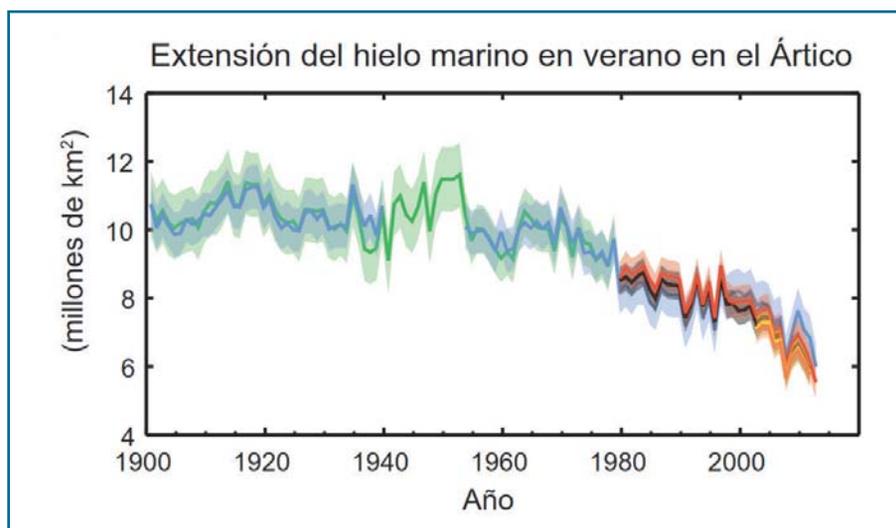
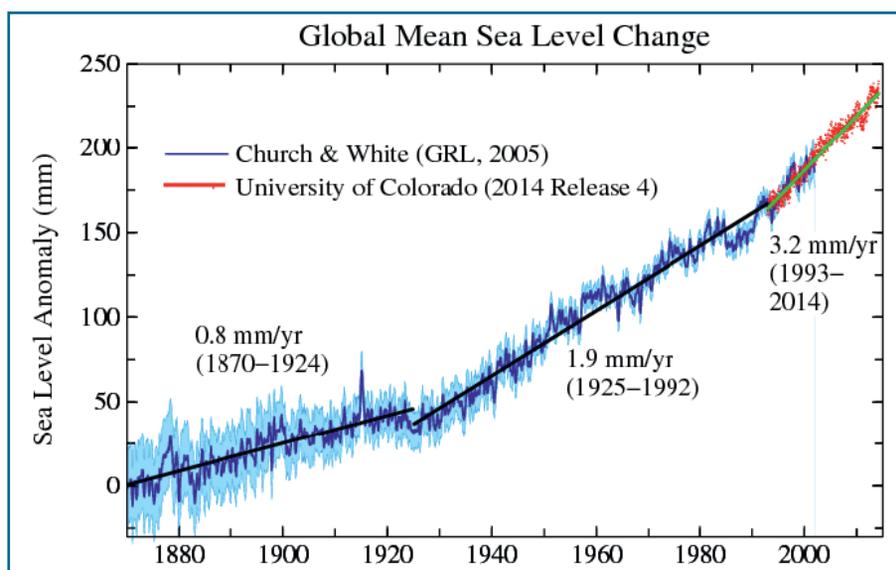


Figura 2. Anomalías observadas en la temperatura media en superficie del océano (arriba), y terrestres y oceánicas combinadas (abajo). Fuente: NOAA

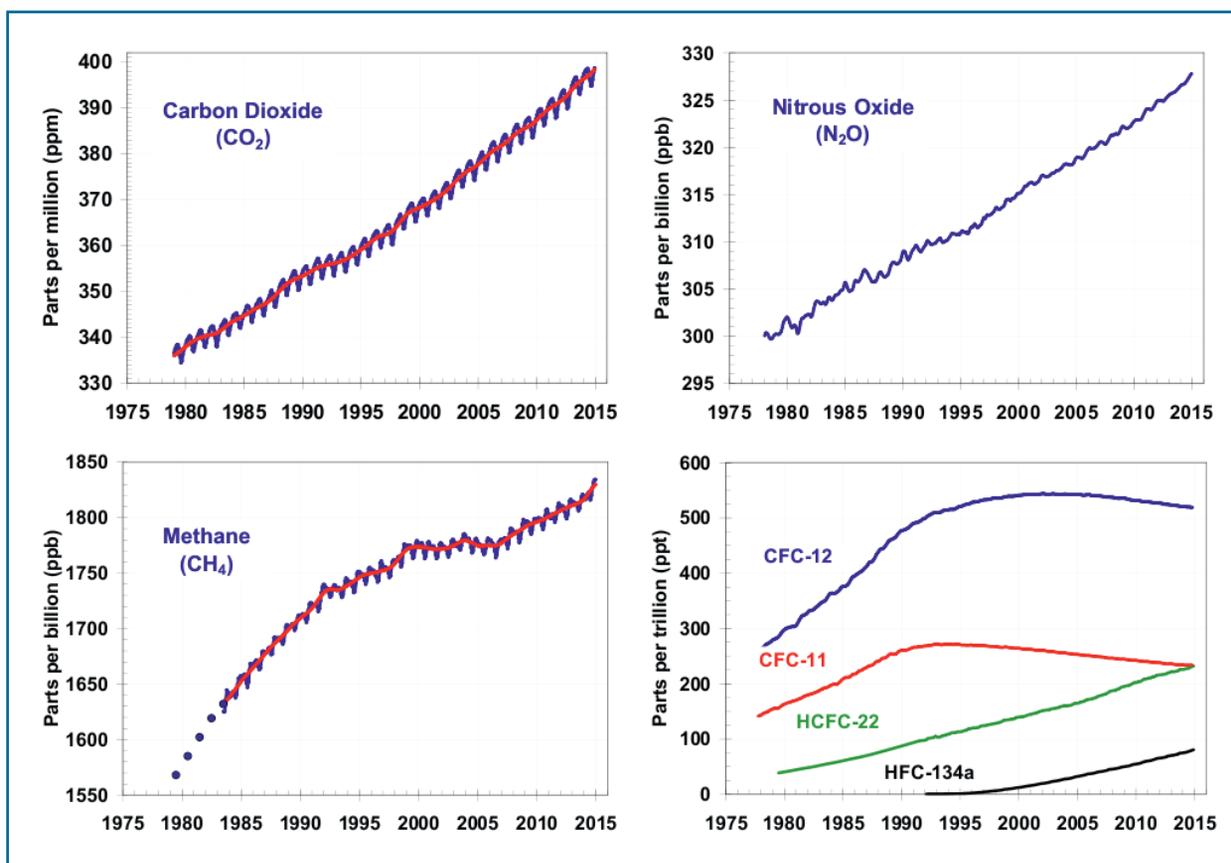


**Figura 3. Registros anuales de la extensión de hielo marino en el Ártico, medidos desde 1900.**

*Fuente: IPCC*



**Figura 4. Cambios en el nivel del mar, a partir de observaciones desde 1850. Fuente: IPCC**



**Figura 5. Concentraciones anuales de gases de efecto invernadero, medidas desde 1979.**  
Fuente: NOAA





## 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA



## 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOLIVIA

A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para Bolivia. Este análisis surge de la revisión de los documentos y geoportales oficiales recientes generados en el país en materia de clima y cambio climático, y entre los cuales se encuentran: el Geoportal de la APMT (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017) y el "Atlas - Clima y eventos extremos del Altiplano Central Perú-Boliviano 1981-2010" (Andrade, 2018).

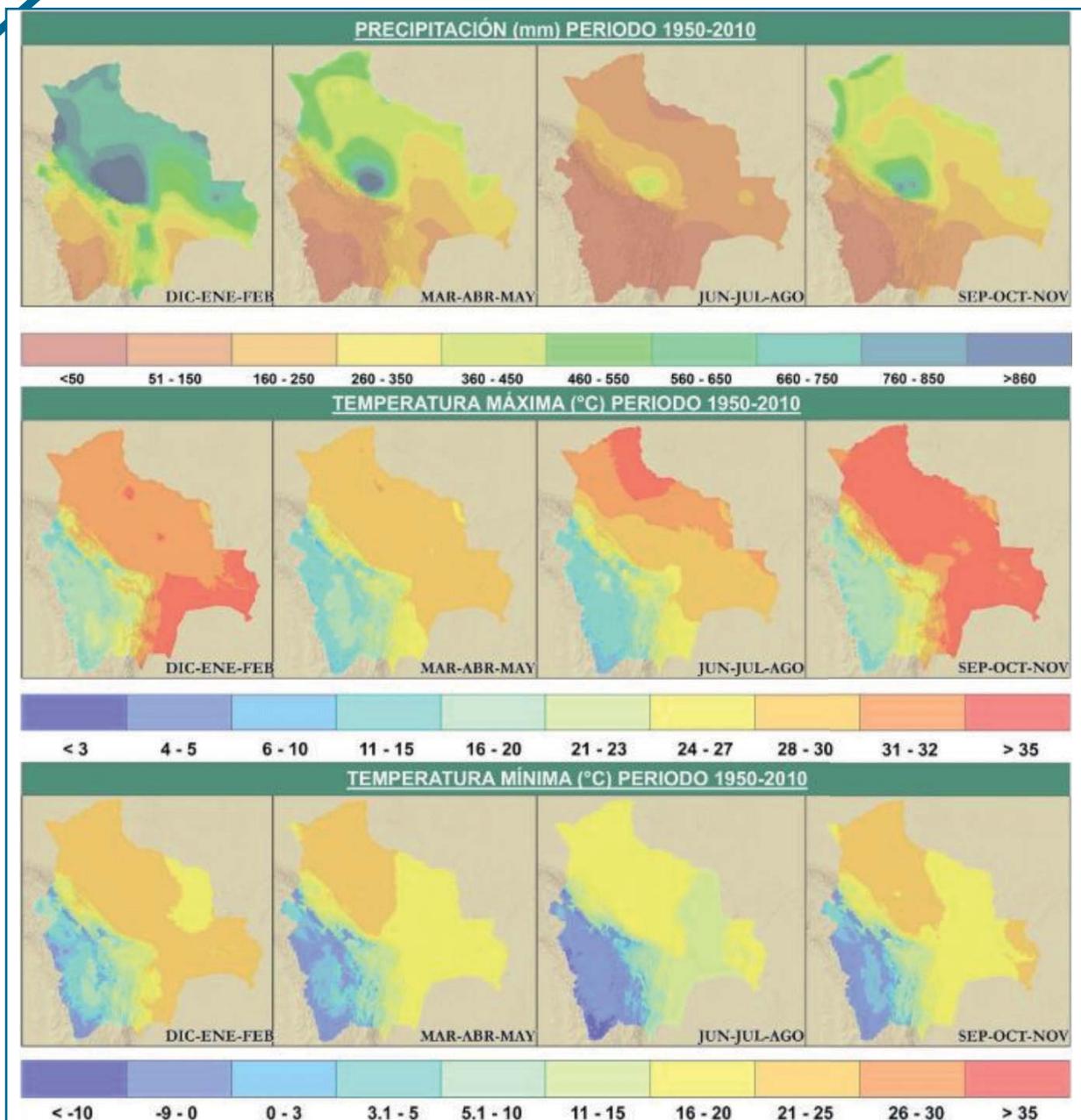
### 2.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA

Con base en los datos del WorldClim para el periodo 1950-2000 (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017) se presenta el comportamiento histórico de la precipitación. El clima de Bolivia presenta las 4 estaciones: verano (de diciembre a febrero), otoño (de marzo a mayo), invierno (de junio a agosto) y primavera (de septiembre a noviembre). En verano y primavera se presentan las mayores lluvias (con valores que sobrepasan los 500 milímetros), mientras que en invierno los valores son menores (los cuales no superan los 300 milímetros). Se aprecia una marcada diferencia en el régimen de lluvias en las distintas regiones del país (Figura 6). En el norte del territorio nacional se presentan las mayores lluvias, con valores que oscilan entre los 460 y 950 milímetros en invierno, mientras que el sur del país presenta valores menores, los cuales no sobrepasan los 100 milímetros por estación.

Las temperaturas máxima y mínima en Bolivia están influenciadas principalmente por la altitud (a menor altura mayor temperatura, y viceversa). El norte y oriente del país son

las zonas que mayor temperatura presentan, en comparación con la zona suroccidental (Figura 6). La temperatura máxima promedio oscila entre los 4°C y los 36°C; los valores mayores se presentan en primavera y los menores en otoño. Los valores más altos se dan en el norte y oriente del país (entre los 28°C y los 36°C), siendo la parte amazónica la que posee las temperaturas más altas. La zona suroccidental es la que presenta valores menores (entre 4°C y 20°C). Por otra parte, la temperatura mínima promedio oscila entre los -10°C. Al igual que la temperatura máxima, en el norte y oriente del país, la temperatura mínima presenta los mayores valores (entre 16°C y 22°C), siendo la parte norte la que posee las temperaturas mínimas más altas. La zona suroccidental es la que presenta los menores valores (entre -10°C y 10°C).



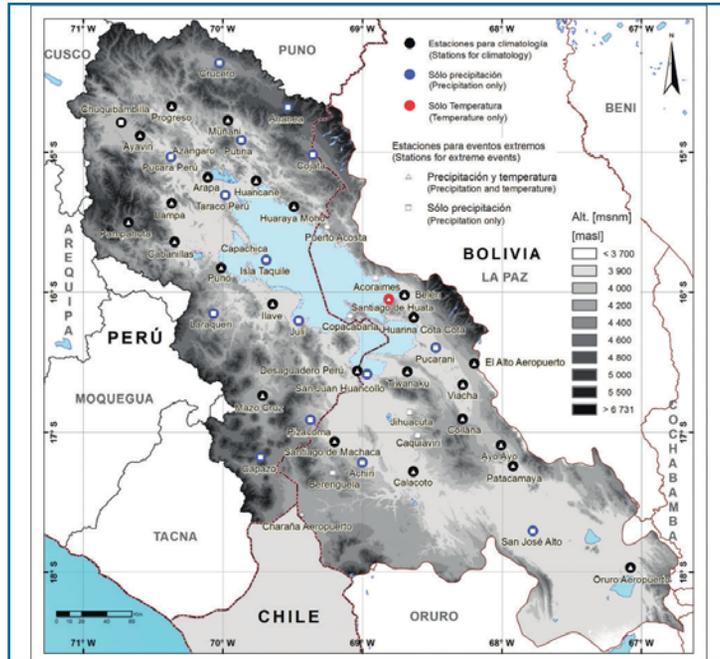


**Figura 6. Comportamiento estacional de la precipitación y las temperaturas máxima y mínima en Bolivia.**  
*Fuente: (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017).*

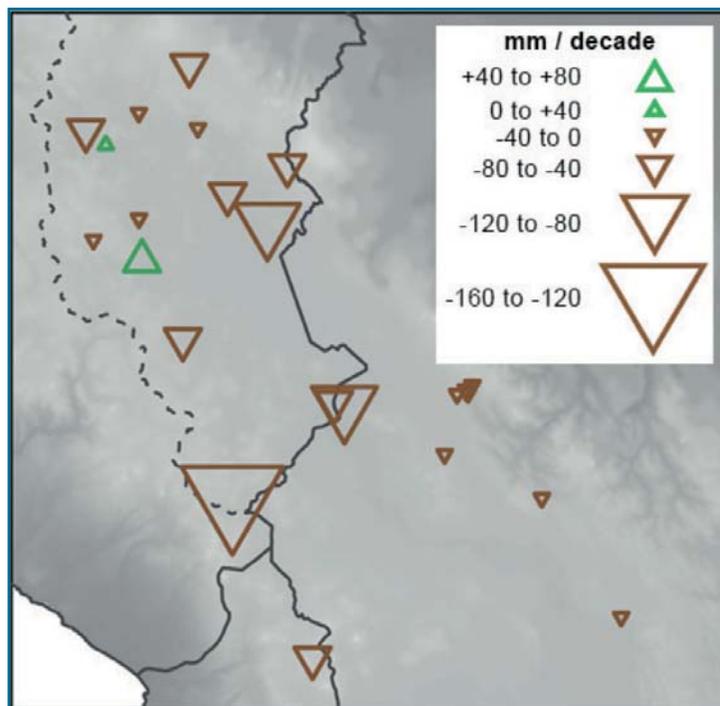
## 2.2 TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Con base en los datos observados de precipitación y temperaturas máxima y mínima del periodo 1981-2010 para 23 estaciones ubicadas en el altiplano de Bolivia (Andrade, 2018), a continuación se describen

las tendencias que han presentado estas variables. El estudio muestra, en términos generales, que la precipitación tiene una tendencia a la disminución en la mayor parte del altiplano, presentándose las mayores reducciones al occidente de la zona, con disminuciones entre 80 y 160 milímetros (Figura 8).



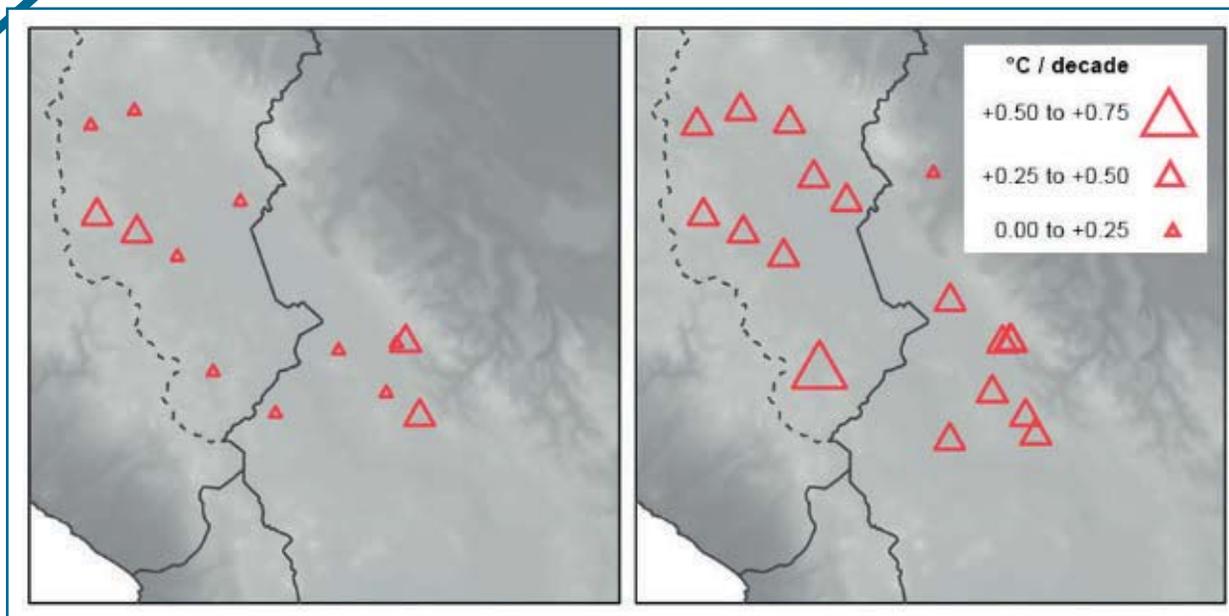
**Figura 7. Estaciones hidrometeorológicas ubicadas en el Altiplano de Perú y Bolivia. Fuente: (Andrade, 2018)**



**Figura 8. Tendencia de la precipitación anual para las estaciones ubicadas en el Altiplano de Perú y Bolivia, para el periodo 1981-2010. Fuente: (Andrade, 2018)**

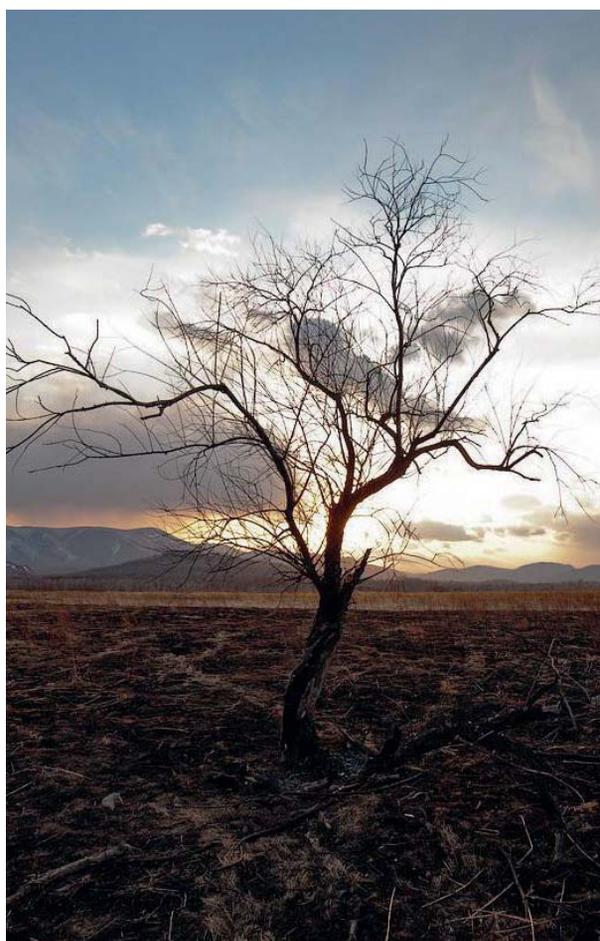
Por otra parte, las temperaturas máxima y mínima han presentado una tendencia al aumento, siendo del orden de 0,1 a 0,5 °C/

año para la temperatura mínima, y del orden de 0,25 a 0,5 °C/año para la temperatura máxima (Figura 9).



**Figura 9. Tendencias anuales de las temperaturas mínima (izquierda) y máxima (derecha) para las estaciones ubicadas en el Altiplano de Perú y Bolivia, para el periodo 1981-2010. Fuente: (Andrade, 2018)**

El análisis de los eventos climáticos extremos en Bolivia fue realizado con base en la información histórica del periodo 1981-2010 (Andrade, 2018). Dicho estudio se hizo para todo el territorio nacional sobre la base de la información diaria, observada y reportada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Estado Plurinacional de Bolivia (SENAMHI) y la Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación del Estado Plurinacional de Bolivia (AASANA), para precipitación y temperaturas máxima y mínima en este periodo de tiempo. Se analizaron las tendencias de los eventos extremos a través de índices climáticos diseñados y propuestos por el ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) (Tabla 1), quienes coordinan el desarrollo, cálculo y análisis de un conjunto de índices estándar para la evaluación y el análisis de las tendencias climáticas y los eventos climáticos extremos, de tal forma que se puedan incorporar y utilizar a nivel global (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999) (Peterson, Folland, Gruza, Hogg, Mokssit, & Plummer, 2001).



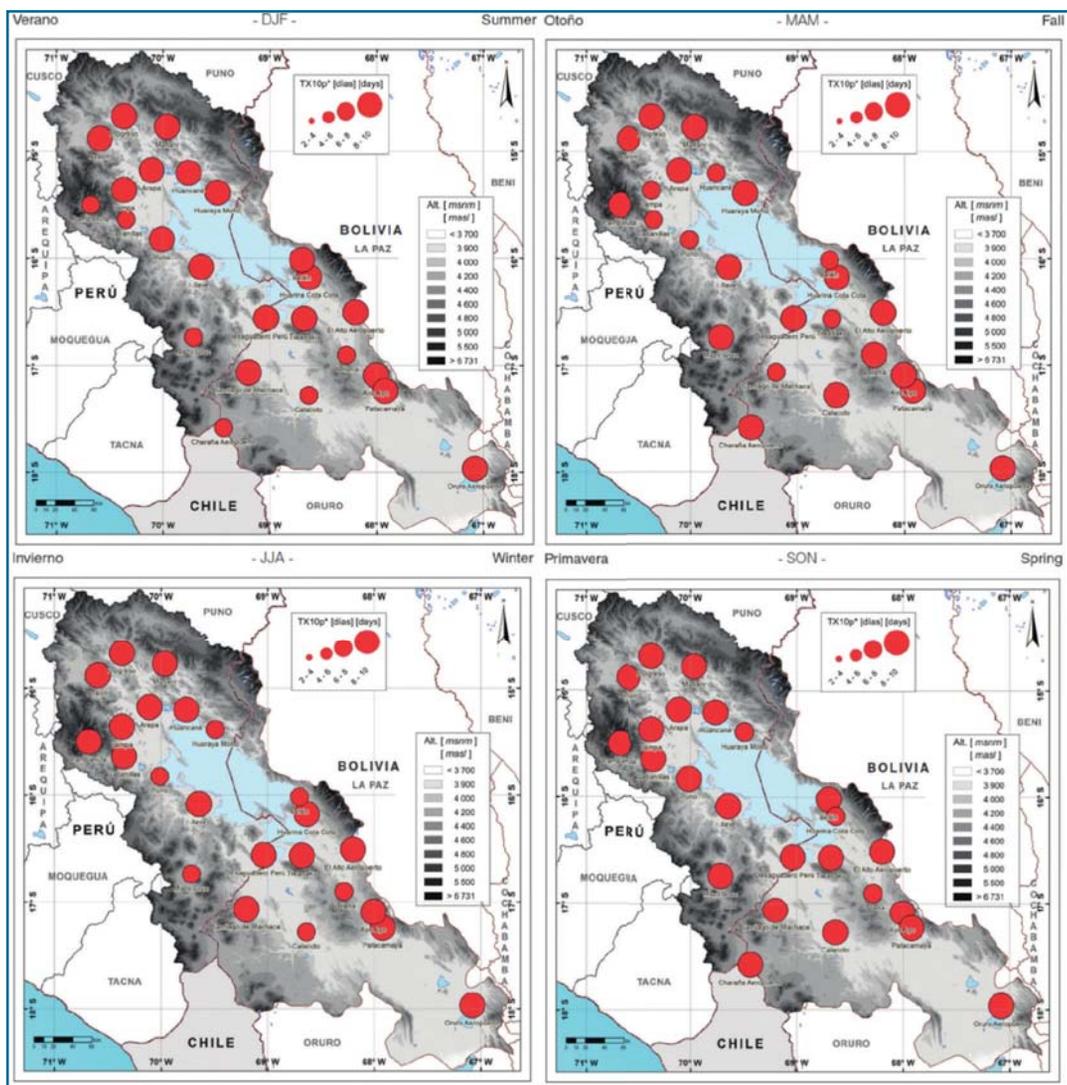
**Tabla 1. Listado de índices estándar utilizados para la evaluación y el análisis de tendencias climáticas y eventos climáticos extremos.**

CRITERIO DE AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÍNDICE
Asociados al comportamiento de la precipitación.	Mayor número de días secos consecutivos en un año.	CDD (# días)
	Mayor número de días húmedos consecutivos en un año.	CWD (# días)
	Precipitación total al año.	PRCPTOT (mm)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 10mm.	R10mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 20mm.	R20mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 95 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R95P (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 99 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R99P (# días)
	Precipitación total anual/ días con lluvia al año con precipitación > 1,0mm.	SDII (mm/día)
	Máximo mensual de precipitación en 1 día.	Rx1day (mm)
	Máximo mensual de precipitación en 5 días consecutivos.	Rx5day (mm)
Asociados al comportamiento de las temperaturas mínima y máxima	Diferencia media mensual entre la temperatura máxima y la temperatura mínima.	DTR (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura mínima (temperatura en la noche).	Porcentaje de días con temperatura mínima menor al Percentil 10 (Noches frías).	TN10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura mínima mayor al Percentil 90 (Noches calientes).	TN90p (%)
	Temperatura nocturna mínima: Valor mensual mínimo de la temperatura mínima diaria.	TNN (°C)
	Temperatura nocturna máxima: Valor mensual máximo de la temperatura mínima diaria.	TNX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura mínima (TN) < percentil 10 (duración de periodos fríos).	CSDI (# días)
	Días de heladas: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue menor a 0°C.	FDo (# días)
	Noches tropicales: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue mayor a 20°C.	TR20 (# días)
	Valor promedio de la temperatura mínima.	TMINmean (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura máxima (temperatura en el día).	Porcentaje de días con temperatura máxima menor al Percentil 10 (Días fríos).	TX10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura máxima mayor al Percentil 90 (Días calientes).	TX90p (%)
	Temperatura mínima durante el día: Valor mensual mínimo de la temperatura máxima diaria.	TXN (°C)
	Temperatura máxima durante el día: Valor mensual máximo de la temperatura máxima diaria.	TXX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura máxima (TX) > percentil 90 (duración de periodos calientes).	WSDI (# días)
	Días de verano: Número de días en un año en el que la temperatura máxima fue mayor a 25°C.	SU25 (# días)
	Valor promedio de la temperatura máxima.	TMAXmean (°C)

Fuente: (Armenta, 2016)

Entre los resultados del análisis se encontró lo siguiente:

- Para la temperatura máxima, en promedio se presentan entre 6 y 10 días fríos en el Altiplano Boliviano (Figura 10), y la mayor cantidad de estos días en la primavera. Por otra parte, la cantidad promedio de días calientes está entre 4 y 10 días, presentándose la mayor cantidad de estos días en otoño (Figura 11).



**Figura 10. Cantidad promedio de días fríos al año (TX10p) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)**

- Para la temperatura mínima, en promedio se presentan entre 6 y 10 noches frías, y la mayor cantidad de estos días son en primavera y otoño (Figura 12). Por otra parte, la cantidad promedio de noches calientes está entre 5 y 11 días, presentándose la mayor cantidad de estas noches en otoño (Figura 13).

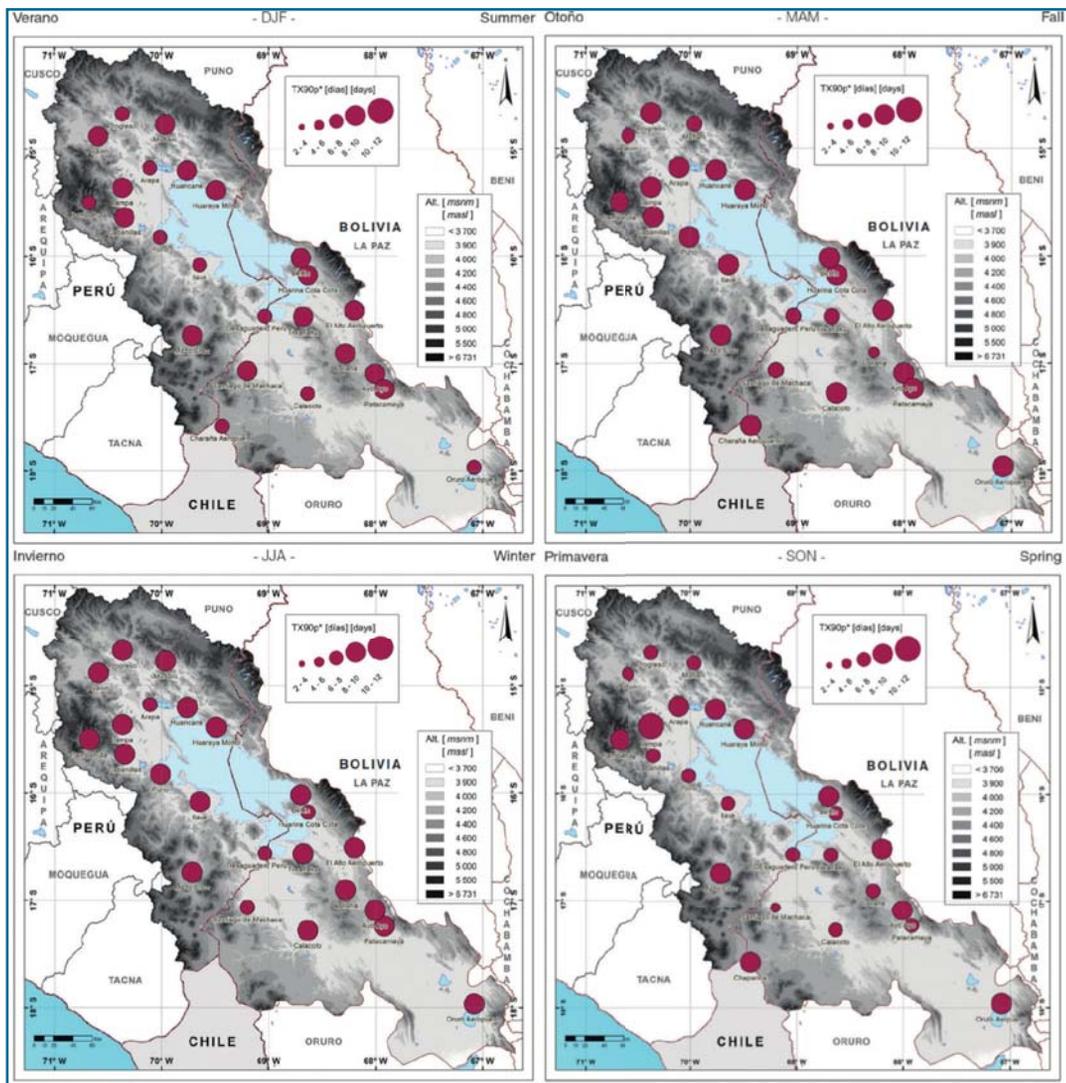
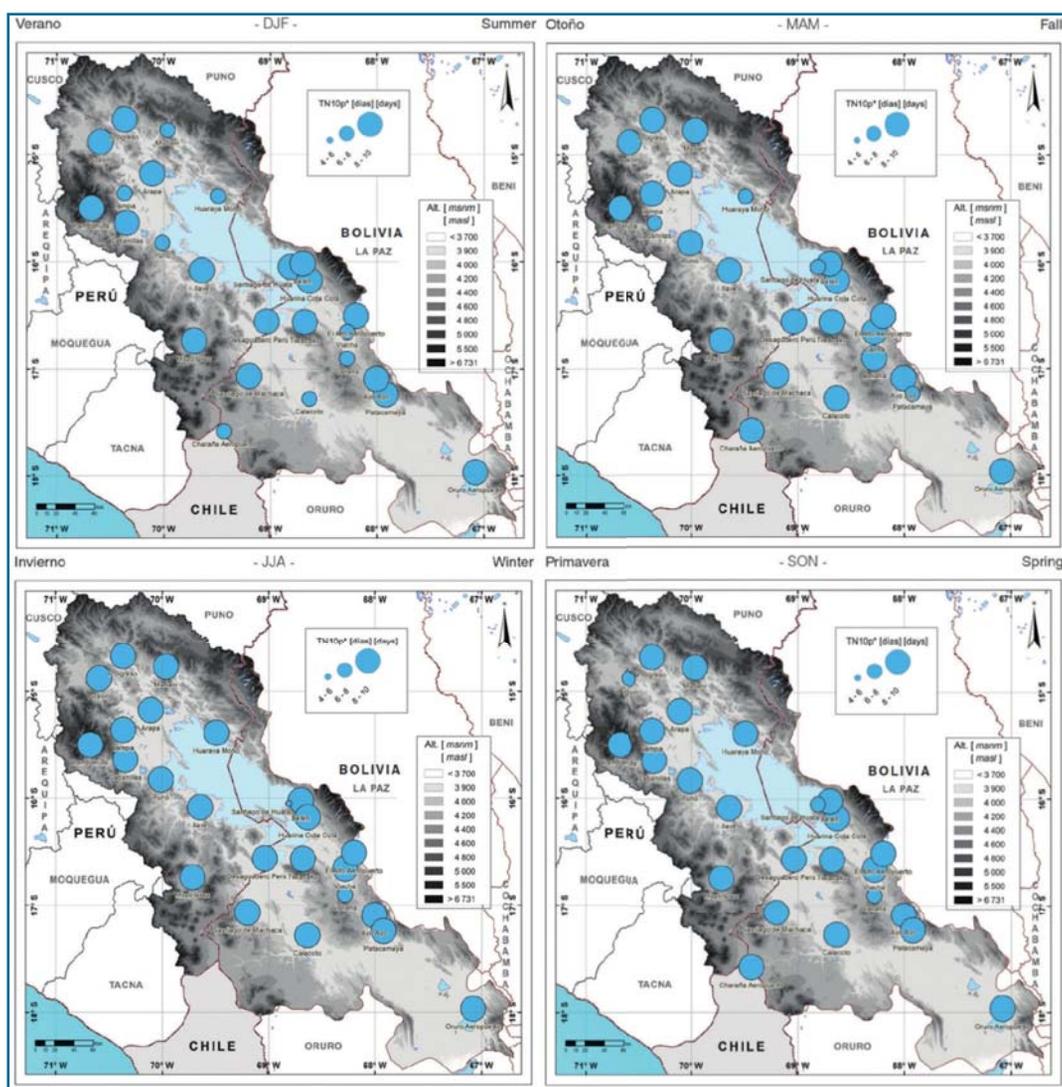


Figura 11. Cantidad promedio de días calientes al año (TX90p) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)

- Para la precipitación se presenta una mayor cantidad promedio de días secos consecutivos al año en invierno y otoño (entre 10 y 30 días), en comparación con verano y primavera (entre 3 y 7 días) (Figura 14). Por otra parte, se presenta una mayor cantidad promedio de días con lluvia en verano y primavera (de 3 a 6 días), en comparación con otoño e invierno (de 2 a 4 días) (Figura 15). Finalmente, se presenta una mayor cantidad promedio de días con lluvias extremas en verano y primavera (de 2 a 4 días), en comparación con la que se da en otoño e invierno (de 0 a 2 días) (Figura 16).



**Figura 12. Cantidad promedio de noches frías al año (TN10p) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)**

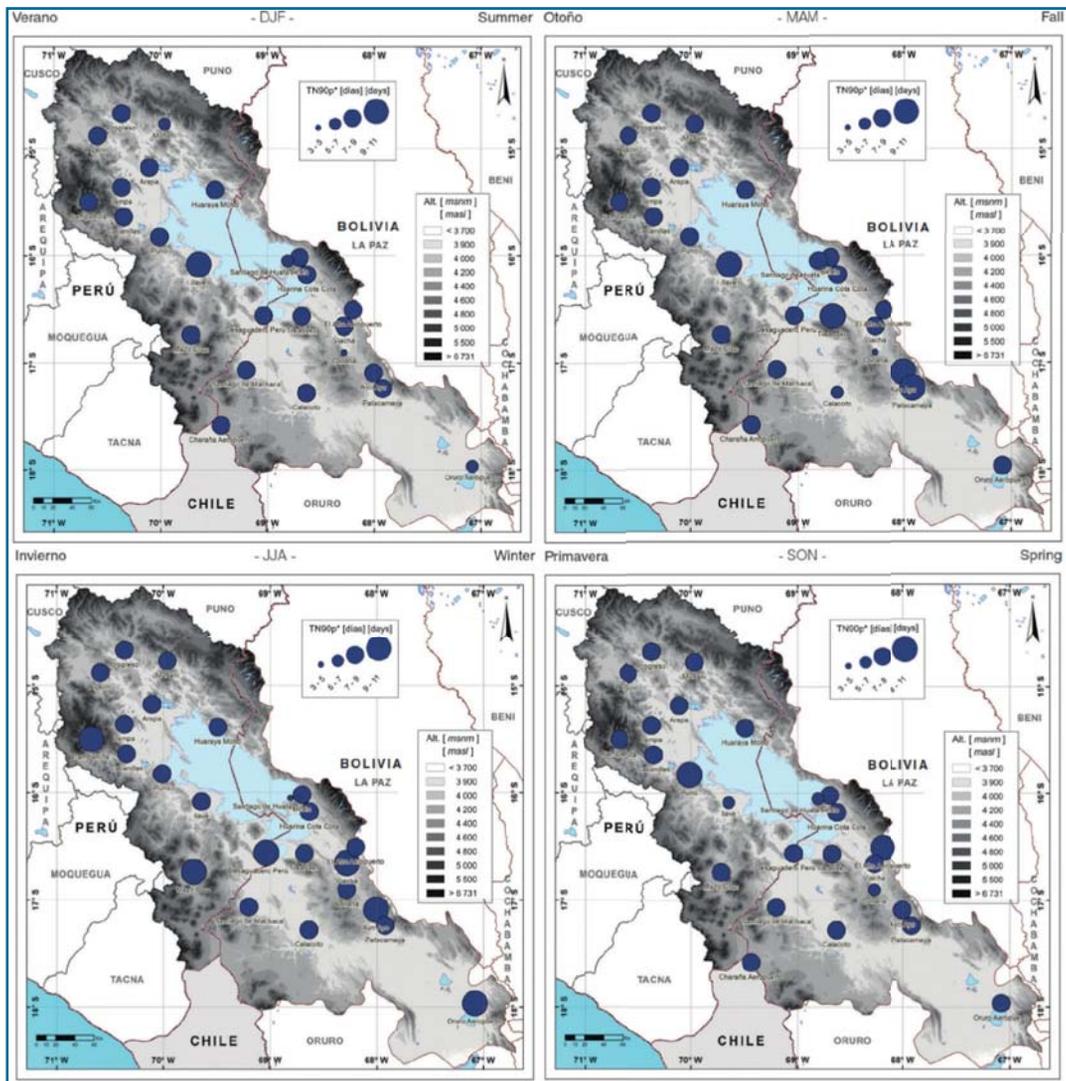


Figura 13. Cantidad promedio de noches calientes al año (TN90p) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)

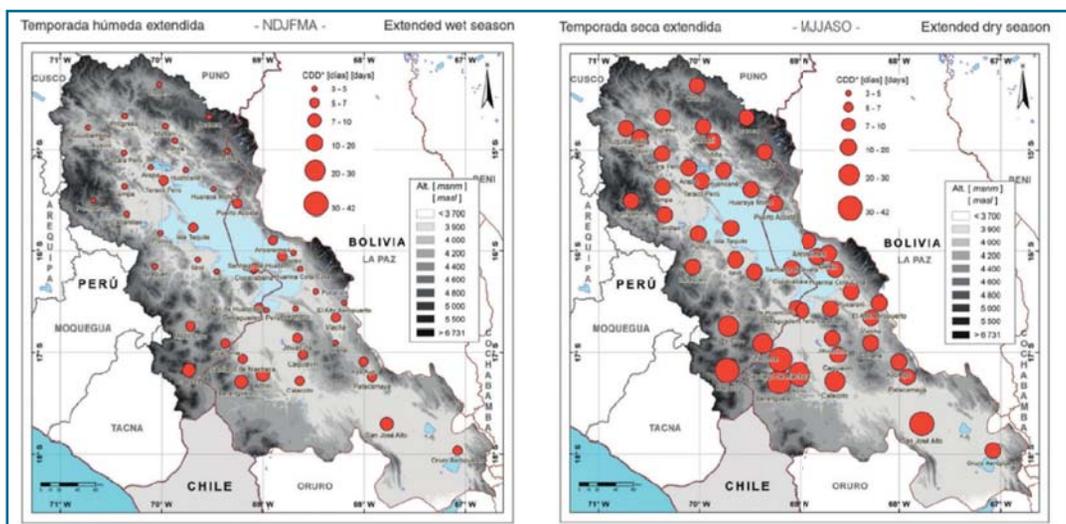
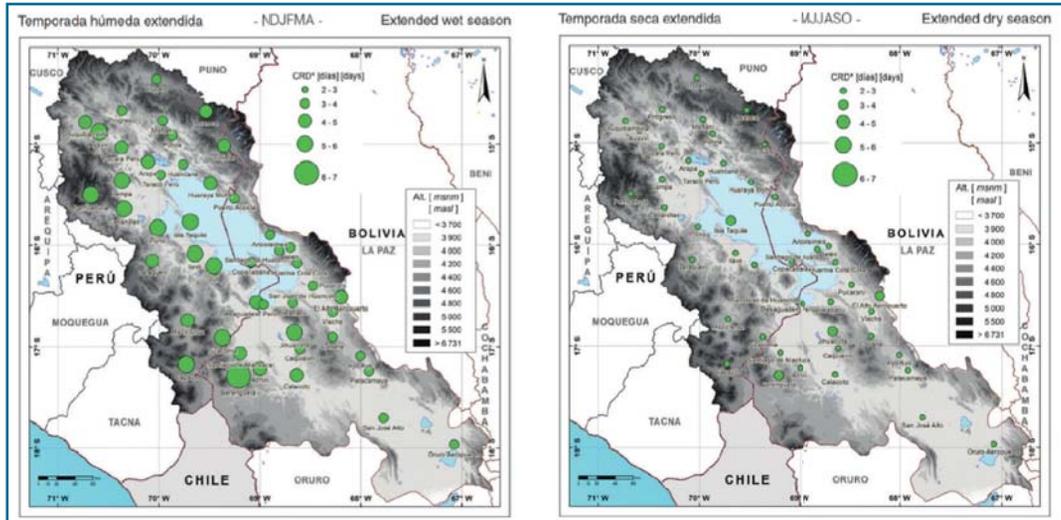
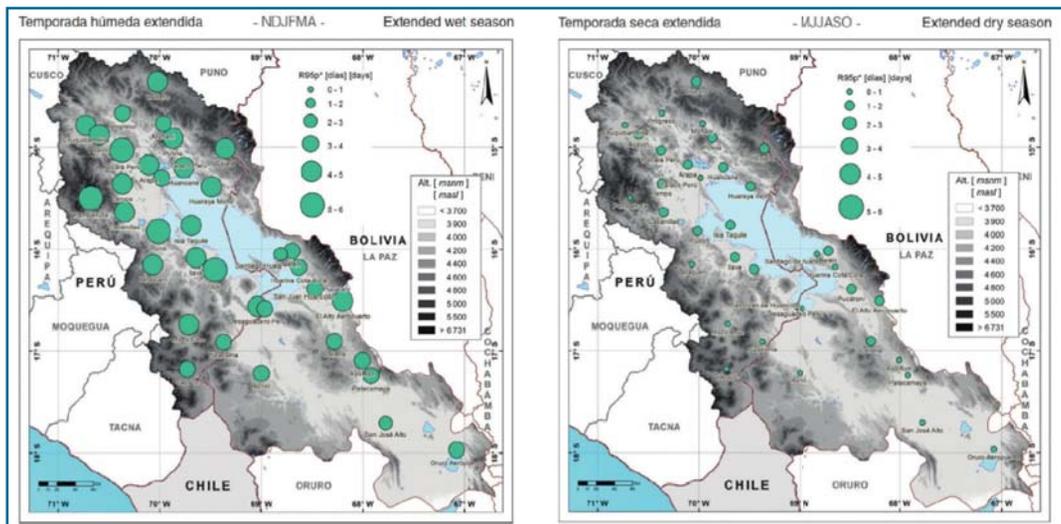


Figura 14. Cantidad promedio de días secos consecutivos al año (CDD) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)



**Figura 15. Cantidad promedio de días consecutivos al año con lluvia (CWD) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)**



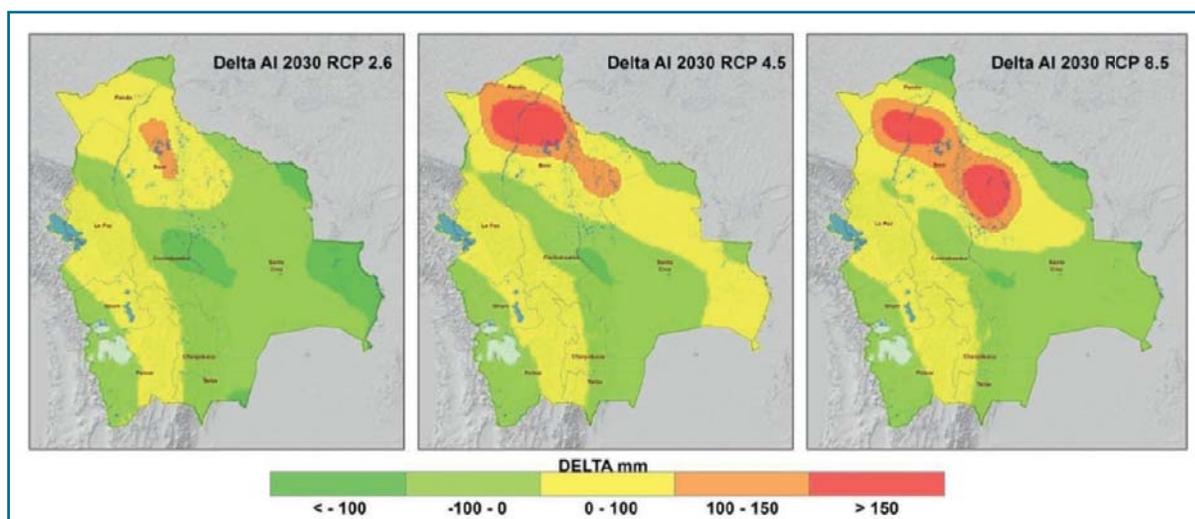
**Figura 16. Cantidad promedio de días con lluvias extremas (superiores al percentil 95) (R95p) para verano (DJF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Fuente: (Andrade, 2018)**

### 2.3 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperatura media para Bolivia (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017) se elaboraron con base en una combinación de tres escenarios (RCP 2.6 –optimista–, RCP 4.5 –intermedio– y RCP 8.5 –pesimista–) del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC (ver sección 1.1.5). Las proyecciones bajo cada uno de estos escenarios se generaron para el año 2030, tomando como periodo de referencia 1951-2000.

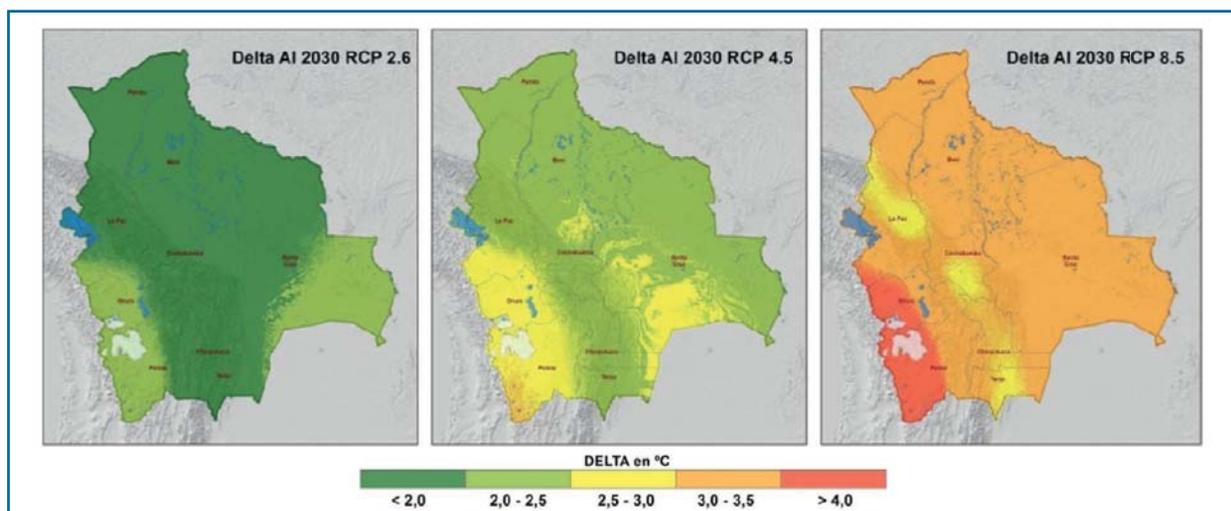
Los cambios proyectados para la precipitación muestran que, para el año 2030, habrían reducciones importantes de precipitación en el centro y occidente del país, del orden de 10 a más de 100 milímetros,

mientras que en el resto del país la tendencia es al aumento, del orden de 10 a más de 150 milímetros y presentándose los más altos en el norte del país (más de 100 milímetros) bajo el escenario “pesimista” (RCP 8.5) (Figura 17). En cuanto a la temperatura media, en el año 2030, ésta sería de 2°C a 4°C más alta en comparación con la del periodo 1951-2000 (Figura 18). Los incrementos se darían del orden de 2°C a 2,5°C bajo el escenario “optimista” (RCP 2.6), de 2,5°C a 3°C bajo el escenario “intermedio” (RCP 4.5) y de 3,5°C a 4°C en el escenario “pesimista” (RCP 8.5). Los incrementos más altos de temperatura media se darían en el suroccidente del país, llegando a superar los 4°C bajo este último escenario.



**Figura 17. Distribución espacial del cambio porcentual de la precipitación proyectado por los tres escenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 y RCP 8.5) para el año 2030, con respecto al periodo de referencia 1950-2000.**

*Fuente: (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017).*



**Figura 18. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura media proyectado por los tres escenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 y RCP 8.5) para el año 2030, con respecto al periodo de referencia 1950-2000.**

*Fuente: (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2017).*

## 2.4 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables y más gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por

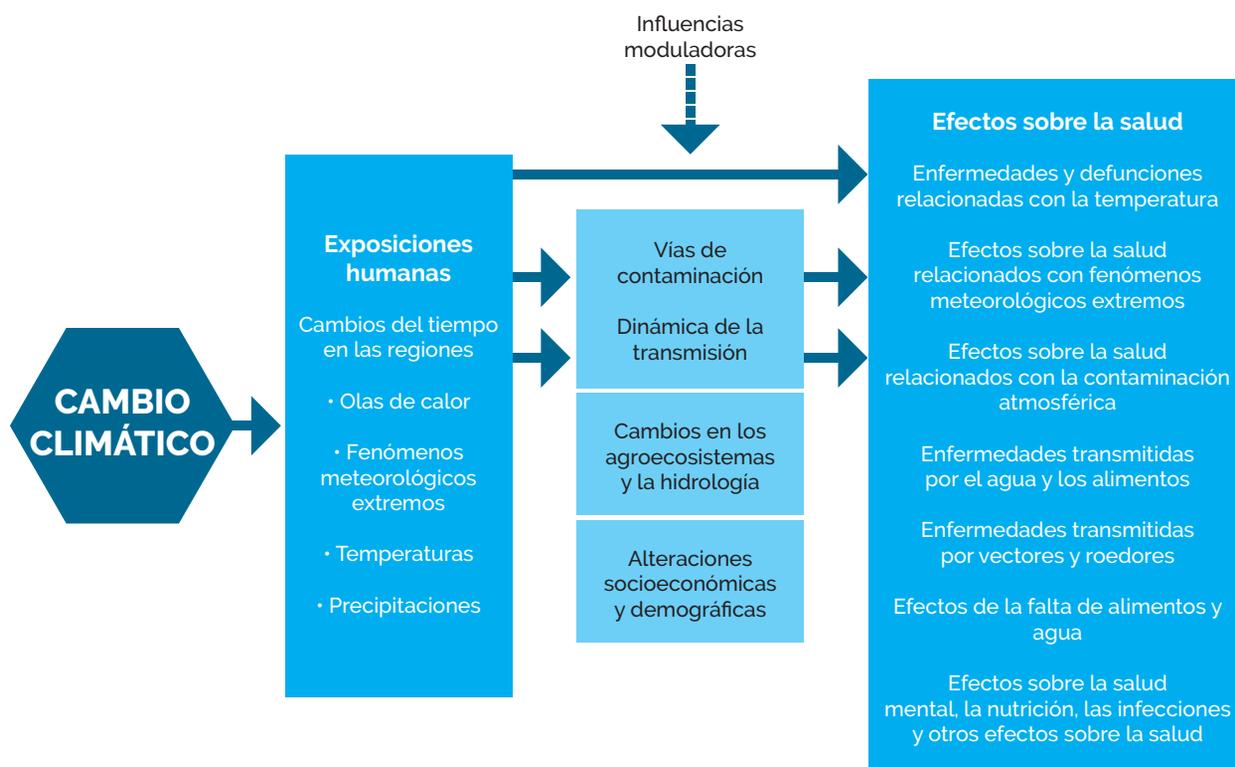
el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU, 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre 2030 y 2050 el cambio climático causará unas 250 000 muertes más al año, debido

principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor. Y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúan entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030 (OMS, 2016).

Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación, así como una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 19) (OMS, 2003). Entre los impactos que se podrían presentar se encuentran los siguientes:

- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.
- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción, lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.



**Figura 19. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana. Fuente: (OMS, 2003).**

En términos generales, para Bolivia los problemas ambientales se relacionan con varios aspectos: la contaminación del agua, suelos y aire; el excesivo crecimiento de algunas ciudades; la pérdida de áreas agrícolas por desertificación y sobrepastoreo; la deforestación; la erosión y el déficit de agua. Todo ello puede llevar a una eventual disminución del agua y alimentos. Así mismo, el aumento del CO<sub>2</sub> global ha causado un incremento de la radiación ultravioleta, lo que contribuye al aumento del cáncer de piel. El aumento de las temperaturas incrementa el riesgo de desarrollo de enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, fiebre amarilla, entre otros). También se ha vinculado el cambio climático

con el aumento de la población de roedores silvestres portadores de virus Hanta y otras enfermedades (leishmaniasis, leptospirosis, fiebres hemorrágicas virales, virus Chapare, etc.) (PNUD & PROCOSI, 2013).

En lo relacionado a los impactos del cambio climático, dado que las tendencias climáticas históricas y los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la temperatura y diversos cambios en la precipitación (reducción al occidente e incremento en el centro y norte del país), las principales afectaciones que se dan (o podrían darse) en el país son las que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Variables intermedias entre el cambio climático y sus efectos en la salud humana de Bolivia.**

VARIABLES INTERMEDIARIAS	CONSECUENCIAS EN SALUD
Cambios en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos	Muertes, traumatismos, trastornos psicológicos, daño a la infraestructura de salud pública
Efecto sobre el rango y actividad de vectores y parásitos	Cambios en rangos geográficos e incidencia de enfermedades vectoriales
Cambios ecológicos locales de agentes infecciosos transmitidos por agua y alimentos	Cambios en la incidencia de diarrea y otras enfermedades infecciosas
Cambios en la productividad de alimentos mediados por cambios climáticos y sus plagas y enfermedades asociadas	Desnutrición, hambrunas y sus consiguientes trastornos inmunitarios, en el crecimiento y desarrollo infantil
Aumento del nivel oceánico, con desplazamientos de poblaciones y daños sobre infraestructura	Reducción de terrenos cultivables, aumento del riesgo de enfermedades infecciosas y trastornos psicológicos
Impacto biológico de cambios en la contaminación del aire (incluyendo pólenes y esporas)	Asma y alergias, otros trastornos respiratorios agudos y crónicos. Muertes
Trastornos sociales, económicos y demográficos mediados por efectos sobre la economía, infraestructura y disponibilidad de recursos	Amplio rango de consecuencias en salud pública: Trastornos nutricionales y psicológicos, enfermedades infecciosas y conflictos civiles

*Fuente: (PNUD & PROCOSI, 2013)*

En Bolivia, en el año 2018 se generó el "Diagnóstico de Riesgo en Emergencias y Desastres en Salud" (Ministerio de Salud del Estado Plurinacional de Bolivia, 2018), en el cual se analizan los principales factores que generan impactos importantes en la salud humana. Entre estos factores, se aprecia que el país ha presentado afectaciones significativas a eventos extremos de lluvia, tanto por exceso (inundaciones y

deslizamientos) como por defecto (sequías). Estas afectaciones son muy marcadas en el territorio, siendo el centro y norte del país los más vulnerables ante las lluvias intensas, y el sur del mismo ante las sequías.

Las lluvias intensas han ocasionado aumentos considerables de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) y de las enfermedades diarreicas, como

consecuencia de los daños ocasionados en los sistemas de agua potable y en los cultivos. De forma similar, los eventos de sequía han ocasionado serios problemas de seguridad alimentaria y desabastecimiento de agua, ocasionando aumentos de los casos de enfermedades diarreicas y las ocasionadas por malnutrición.

## 2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el estudio de tendencias climáticas realizado para el Altiplano de Perú y Bolivia (Andrade, 2018), se aprecia que la temperatura y la precipitación presentan tendencias diferentes a lo largo de esta zona. En el caso de la precipitación, ésta presenta una tendencia a la reducción, con disminuciones de 80 a 160 milímetros por década, mientras que las temperaturas, máxima y mínima, presentan tendencias al aumento, con valores entre 0,1°C y 0,5°C por década.
- Para el comportamiento de los eventos climáticos extremos, en las estaciones intermedias (otoño y primavera) es donde se presentan la mayor cantidad de días y noches cálidas y frías. Estos datos muestran que en estas dos estaciones se presentan cambios bruscos de temperatura, lo cual se ve reflejado en el aumento de temperaturas máximas muy altas y temperaturas mínimas muy bajas. Por otra parte, para la precipitación se observa que hay más días con lluvia y con eventos extremos en las estaciones más cálidas del año (verano y primavera) en comparación con las estaciones más frías (otoño e invierno), mientras que hay más días secos en las estaciones frías en comparación con las cálidas.
- Los escenarios de cambio climático para Bolivia muestran que la precipitación presentaría reducciones en el centro y occidente del país, del orden de 10 a más de 100 milímetros, mientras que en el resto del país la tendencia es al aumento, del orden de 10 a más de 150 milímetros. Con respecto a la temperatura, ésta aumentaría en todo el país (entre 2,5°C y 4°C), y se presentarían los cambios más altos en el escenario "pesimista" (RCP 8.5). Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor. Así mismo, junto con las reducciones proyectadas de la precipitación, se incrementarían los eventos extremos asociados a las sequías, mientras que en las zonas donde se presentarían incrementos de esta variable aumentarían los eventos de lluvias extremas.
- El impacto en la salud humana en Bolivia se manifestaría principalmente con el aumento de las enfermedades infecciosas, respiratorias, diarreicas y asociadas a malnutrición, debido al impacto que tiene en la agricultura y en la seguridad alimentaria tanto los eventos climáticos extremos (lluvias y sequías intensas, olas de calor, etc.) como los impactos ocasionados por otros aspectos antropogénicos (contaminación de fuentes hídricas, desertificación, sobrepastoreo, etc.). Así mismo, el aumento de los eventos extremos asociados a lluvias intensas podría ocasionar mayores afectaciones en los suministros de agua potable, generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o a contaminación del agua (enfermedades diarreicas).
- Es importante que en el país se realicen estudios de tendencias climáticas y evidencias de cambio climático con base en la información observada de todas las estaciones hidrometeorológicas distribuidas en Bolivia. Este tipo de estudios no sólo sirven para analizar

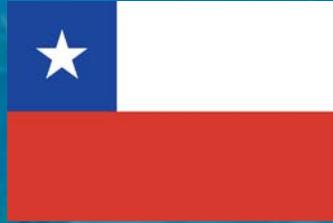
los impactos del cambio climático en la salud, sino que pueden servir de insumo para otros sectores (agricultura, ganadería, salud, entre otros).

- Frente al impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◇ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◇ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.
  - ◇ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
  - ◇ Generar alianzas, no sólo entre los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) en la cual se acordó elaborar de manera participativa el Plan Andino en Salud y Cambio Climático, y ratificó el compromiso con los documentos internacionales más importantes relacionados con el medio ambiente centrado en el fenómeno del cambio climático, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, el Acuerdo de París y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y con las políticas y planes de los países andinos referentes a la gestión del cambio climático (todos coincidentes en reconocer el cambio climático como el mayor desafío del siglo XXI, que amenaza la salud y el bienestar de la sociedad y se enmarcan en el propósito de lograr el desarrollo sostenible), es prioridad el desarrollo de dicho Plan con énfasis en generar mecanismos de intercambio de experiencias significativas de avance real en el logro de los objetivos propuestos.

# REFERENCIAS

- Andrade, M. F. (2018). Atlas - Clima y eventos extremos del Altiplano Central Perú-Boliviano 1981-2010. *Geographica Bernensia*. doi:10.4480/GB2018.N01
- Armenta, G. (2016). Análisis de Tendencias Climáticas y Eventos Climáticos Extremos para Ecuador. En MAE, & PNUD, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito. Obtenido de <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/13%20An%C3%A1lisis%20de%20tendencias%20clim%C3%A1ticas%20y%20eventos%20clim%C3%A1ticos%20extremos%20para%20Ecuador.pdf>
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. (2017). Geoportal APMT. Obtenido de <http://geo.madretierra.gob.bo/apmt/geovisor.html>
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- Karl, T., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes. Workshop summary. *Climatic Change*, 42.
- Ministerio de Salud del Estado Plurinacional de Bolivia. (2018). Diagnóstico de Riesgo en Emergencias y Desastres en Salud. La Paz, Bolivia: Visión Gráfica.
- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. Rep. WCDMP-47, WMO, World Meteorological Organization.
- PNUD & PROCOSI. (2013). Cambio climático y el desafío de la salud en Bolivia. La Paz, Bolivia. Obtenido de <http://www.bo.undp.org/content/dam/bolivia/docs/MedioAmbiente/undp-bo-salud-2014.pdf>





# 3. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE



## 3. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE

A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para Chile. Este análisis surge de la revisión de los documentos oficiales recientemente generados en el país en materia de clima y cambio climático, y entre los cuales se encuentran: el análisis de "Eventos extremos de precipitación y temperatura en Chile: proyecciones para fines del siglo XXI" (Villaruel, 2013); la "Actualización del balance hídrico nacional" (Dirección General de Aguas, 2017); y, la "Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático" (Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016).

### 3.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

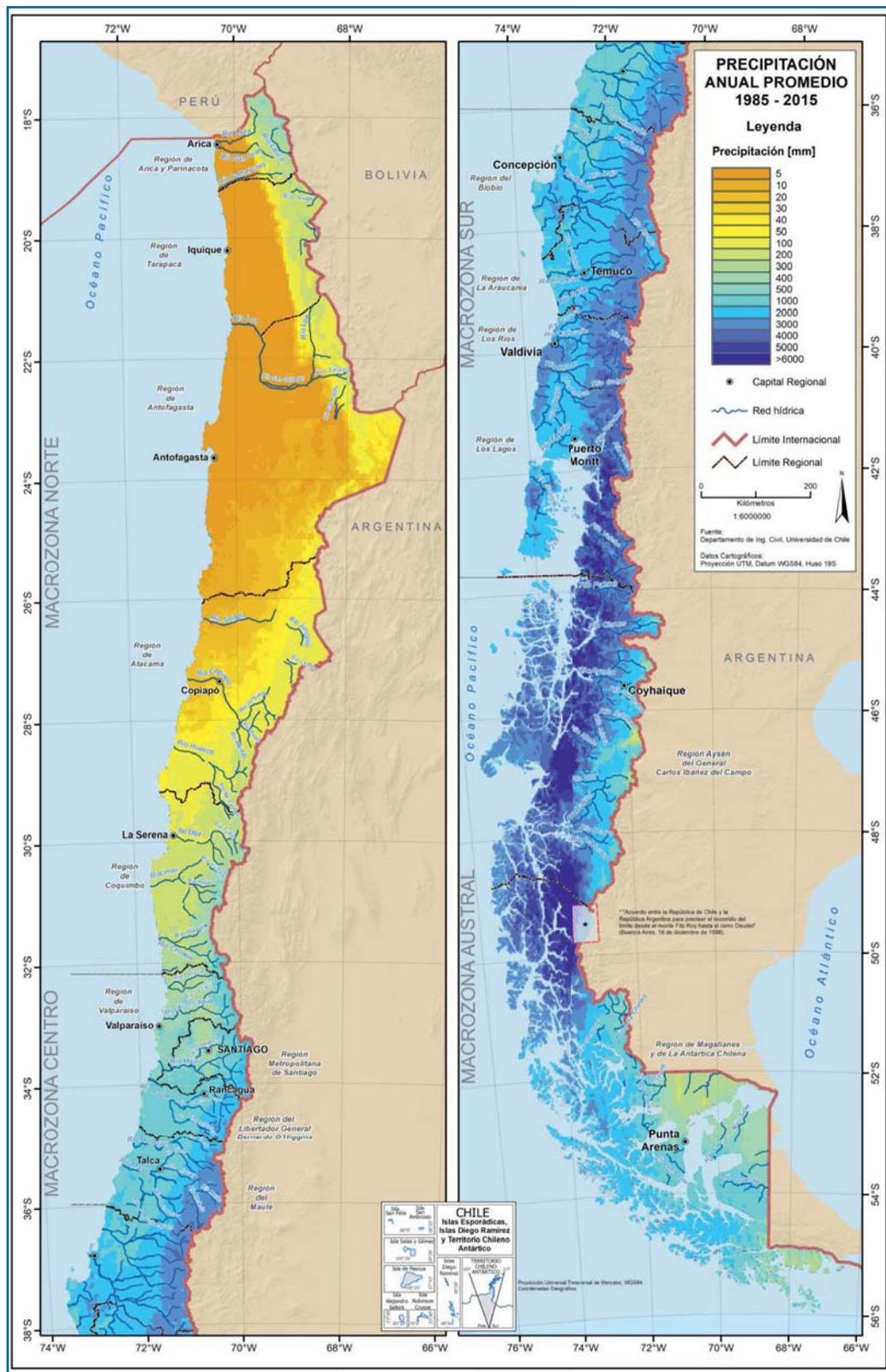
Se presenta el comportamiento histórico de la precipitación, con base en los datos del periodo 1985-2015 (Dirección General de Aguas, 2017). Chile, por su larga extensión latitudinal, se divide en 4 grandes regiones: Norte, Centro, Sur y Austral. Además, está ubicado en su mayor parte por fuera de la zona tropical, lo cual es una de las razones por las cuales el clima de Chile presenta las 4 estaciones: verano (de diciembre a marzo), otoño (de marzo a junio), invierno (de junio a septiembre) y primavera (de septiembre a diciembre). Se aprecia una marcada diferencia en el régimen de lluvias en las distintas regiones del país (Figura 6). El norte del país presenta las menores lluvias, con valores que van entre los 2 y los 200 milímetros anuales, mientras que en el sur se presentan las mayores precipitaciones, con valores que van desde los 500 hasta más de 5000 milímetros al año. Las regiones Central y Austral presentan valores intermedios de

precipitación, siendo los más altos los de la zona central (entre 500 y 2000 milímetros anuales), en comparación con los de la zona austral (donde los valores oscilan entre los 300 y los 1000 milímetros anuales).

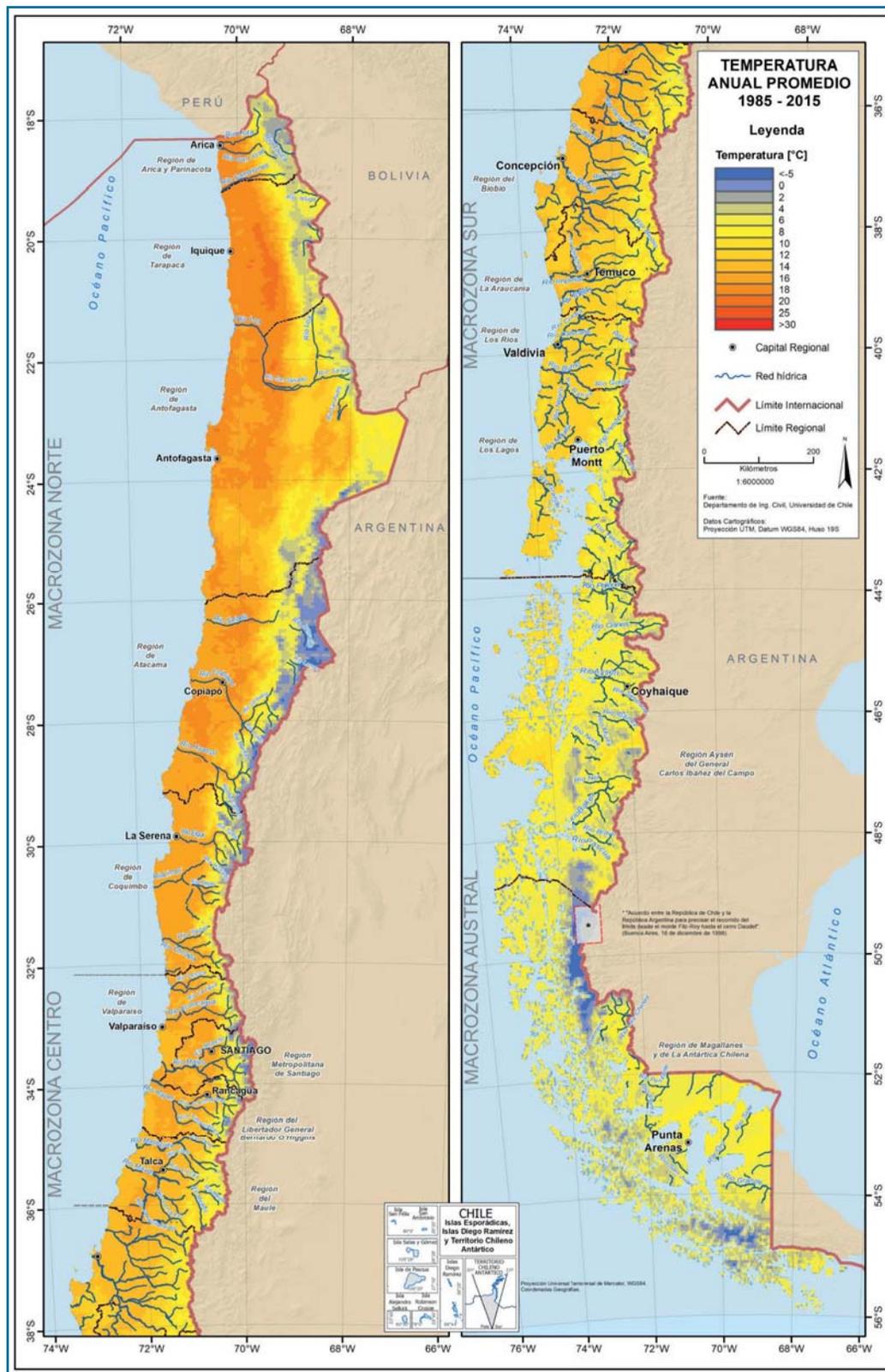
### 3.2 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

La temperatura en Chile está influenciada principalmente por dos factores: la altitud (a menor altura mayor temperatura, y viceversa) y la ubicación latitudinal (Dirección General de Aguas, 2017). La zona occidental del país (que está más cerca de la costa y cuya altitud no supera los 1000 m.s.n.m.) es la que mayor temperatura presenta, en comparación con la zona oriental, en la cual se encuentra la cordillera de los Andes, la cual tiene valores de altitud superiores a los 2500 m.s.n.m.; así mismo, el sur del país, al estar ubicado más cerca del polo sur del planeta, presenta valores bajos de temperatura, independientemente de la altitud de esta zona.

Al presentar las cuatro estaciones, a lo largo del año los mayores valores de temperatura se dan en verano (de diciembre a marzo) y los menores en invierno (de junio a septiembre) en forma diferenciada según cada región. La temperatura anual promedio presenta los mayores valores en la región Norte, entre los 16°C y los 25°C al Occidente, y entre -2°C y 6°C al Oriente de ella. Las regiones Central y Sur poseen una temperatura anual promedio entre 6°C y 12°C, presentándose los menores valores al occidente de ellas. Finalmente, la región Austral presenta los menores valores de temperatura anual promedio, con valores inferiores a los 6°C y por debajo de los 0°C en las zonas más altas y las que están ubicadas más al sur del país (Figura 7).



**Figura 6. Precipitación anual promedio en Chile para el período 1985-2015.**  
Fuente: (Dirección General de Aguas, 2017).



**Figura 7. Temperatura media anual del aire en Chile para el período 1985-2015.**  
Fuente: (Dirección General de Aguas, 2017).

### 3.3 TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Con base en los datos anuales observados de precipitación y temperatura media en Chile para dos periodos (1950-1980 y 1985-2015), a continuación se describen las tendencias que han presentado estas variables en los últimos 65 años (Dirección General de Aguas, 2017). El estudio muestra, en términos generales, que la precipitación tiene una tendencia a la disminución en la mayor parte del país, presentándose las mayores reducciones en las regiones Austral y Norte, con valores de más del 40% y llegando incluso

a valores de disminución de las lluvias de más del 60% al norte de esta última región (Figura 8). Sin embargo, en estas regiones es donde también se presentan las zonas con más altas tendencias al aumento de las precipitaciones (específicamente al sur de la región Norte y al norte de la región Austral), con incrementos de más del 40% en las lluvias anuales. Por otra parte, las regiones Central y Sur presentan un comportamiento variado, con reducciones del 15% al 30% en la mayor parte de ellas, e incrementos del mismo orden al occidente y centro de estas regiones.

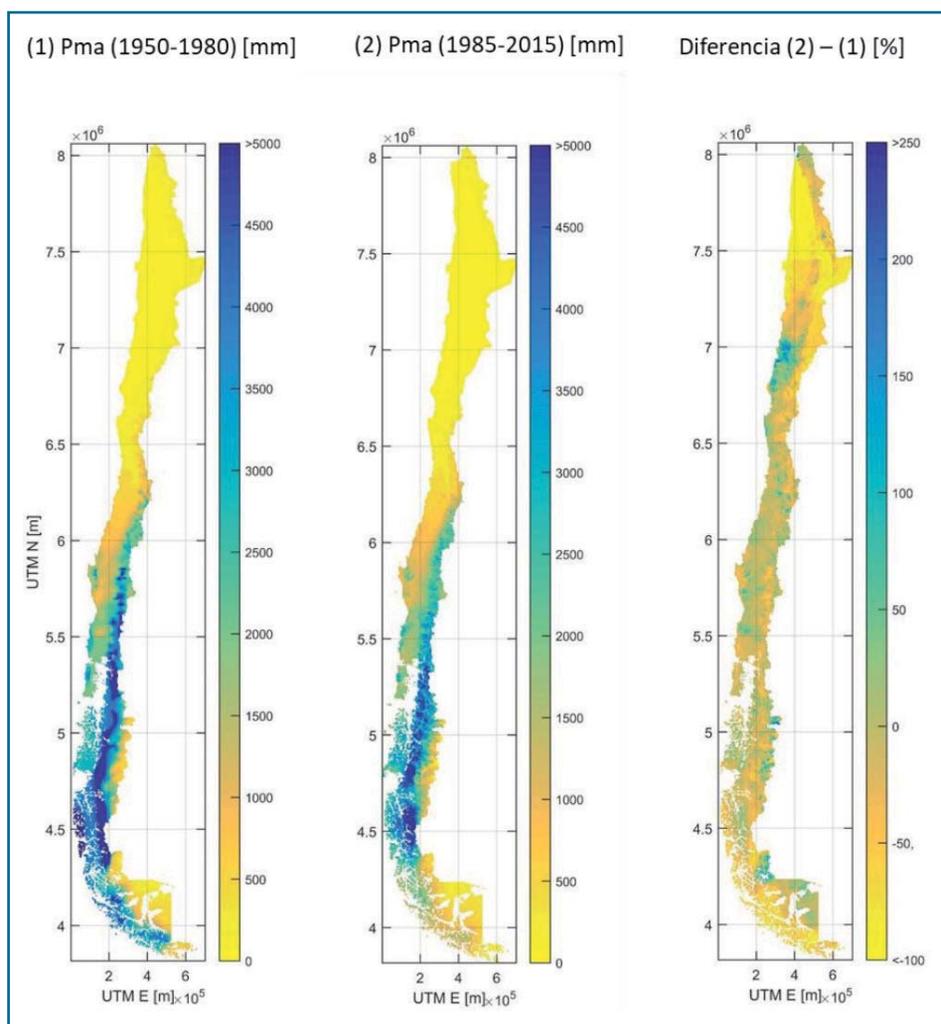
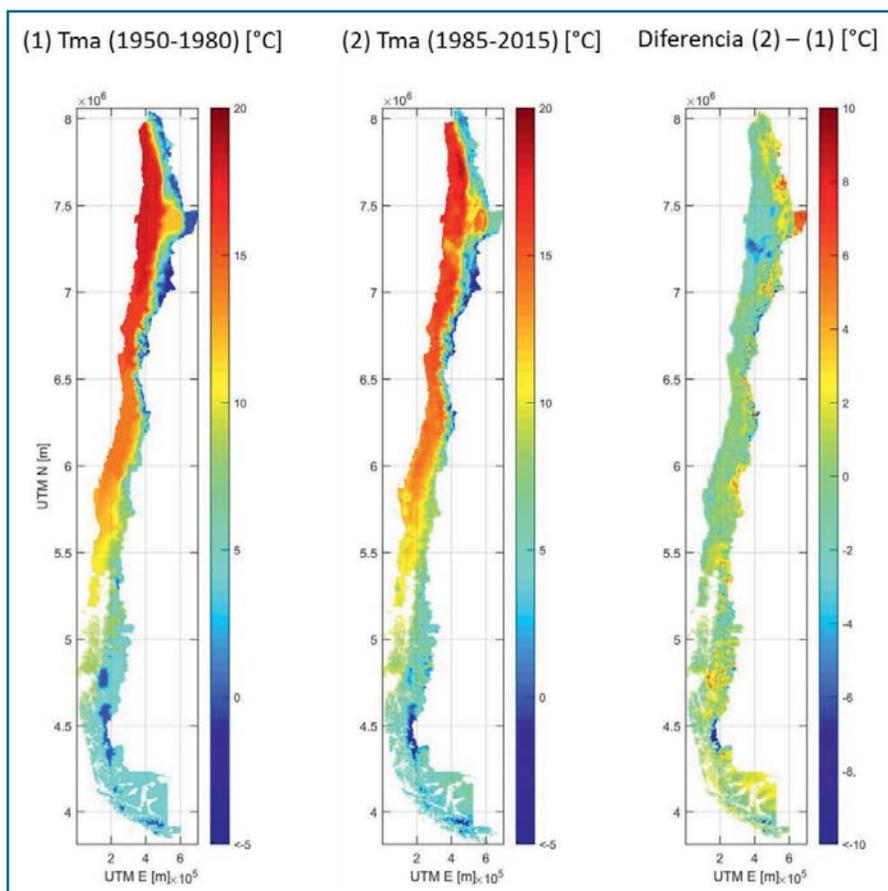


Figura 8. Cambio porcentual de la precipitación anual observada (derecha) entre los periodos de 1950-1980 (izquierda) y 1985-2015 (centro). Fuente: (Dirección General de Aguas, 2017).

La temperatura media ha presentado una tendencia bastante diferenciada en el país, manifestándose los incrementos de la misma en el oriente (particularmente sobre la zona de la cordillera de los Andes) y al sur de Chile, y reducciones de temperatura al norte y centro del mismo (Figura 9). La región

Norte es la que ha presentado una mayor tendencia a la disminución de la temperatura media anual, con anomalías del orden de  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-5^{\circ}\text{C}$ , mientras que las regiones Sur y Austral son las que mayores incrementos de temperatura han presentado, con aumentos de más de  $2^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 9. Anomalia de la temperatura media anual observada (derecha) entre los periodos de 1950-1980 (izquierda) y 1985-2015 (centro).** Fuente: (Dirección General de Aguas, 2017).

El análisis de los eventos climáticos extremos en Chile fue realizado con base en la información histórica del periodo 1961-1990 (Villaruel, 2013). Dicho estudio se hizo para todo el territorio nacional con base en la información diaria observada y reportada por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) para precipitación y temperatura máxima y mínima en este periodo de tiempo. Se analizaron las tendencias de los eventos extremos a través de índices climáticos

diseñados y propuestos por el ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) (Tabla 1), quienes coordinan el desarrollo, cálculo y análisis de un conjunto de índices estándar para la evaluación y el análisis de las tendencias climáticas y los eventos climáticos extremos, de tal forma que se puedan incorporar y utilizar a nivel global (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999) (Peterson, Folland, Gruza, Hogg, Mokssit, & Plummer, 2001).

**Tabla 1. Listado de índices estándar utilizados para la evaluación y el análisis de tendencias climáticas y eventos climáticos extremos.**

CRITERIO DE AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÍNDICE
Asociados al comportamiento de la precipitación.	Mayor número de días secos consecutivos en un año.	CDD (# días)
	Mayor número de días húmedos consecutivos en un año.	CWD (# días)
	Precipitación total al año.	PRCPTOT (mm)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 10mm.	R10mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 20mm.	R20mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 95 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R95P (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 99 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R99P (# días)
	Precipitación total anual/ días con lluvia al año con precipitación > 1,0mm.	SDII (mm/día)
	Máximo mensual de precipitación en 1 día.	Rx1day (mm)
	Máximo mensual de precipitación en 5 días consecutivos.	Rx5day (mm)
Asociados al comportamiento de las temperaturas mínima y máxima	Diferencia media mensual entre la temperatura máxima y la temperatura mínima.	DTR (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura mínima (temperatura en la noche).	Porcentaje de días con temperatura mínima menor al Percentil 10 (Noches frías).	TN10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura mínima mayor al Percentil 90 (Noches calientes).	TN90p (%)
	Temperatura nocturna mínima: Valor mensual mínimo de la temperatura mínima diaria.	TNN (°C)
	Temperatura nocturna máxima: Valor mensual máximo de la temperatura mínima diaria.	TNX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura mínima (TN) < percentil 10 (duración de periodos fríos).	CSDI (# días)
	Días de heladas: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue menor a 0°C.	FDo (# días)
	Noches tropicales: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue mayor a 20°C.	TR20 (# días)
	Valor promedio de la temperatura mínima.	TMINmean (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura máxima (temperatura en el día).	Porcentaje de días con temperatura máxima menor al Percentil 10 (Días fríos).	TX10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura máxima mayor al Percentil 90 (Días calientes).	TX90p (%)
	Temperatura mínima durante el día: Valor mensual mínimo de la temperatura máxima diaria.	TXN (°C)
	Temperatura máxima durante el día: Valor mensual máximo de la temperatura máxima diaria.	TXX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura máxima (TX) > percentil 90 (duración de periodos calientes).	WSDI (# días)
	Días de verano: Número de días en un año en el que la temperatura máxima fue mayor a 25°C.	SU25 (# días)
	Valor promedio de la temperatura máxima.	TMAXmean (°C)

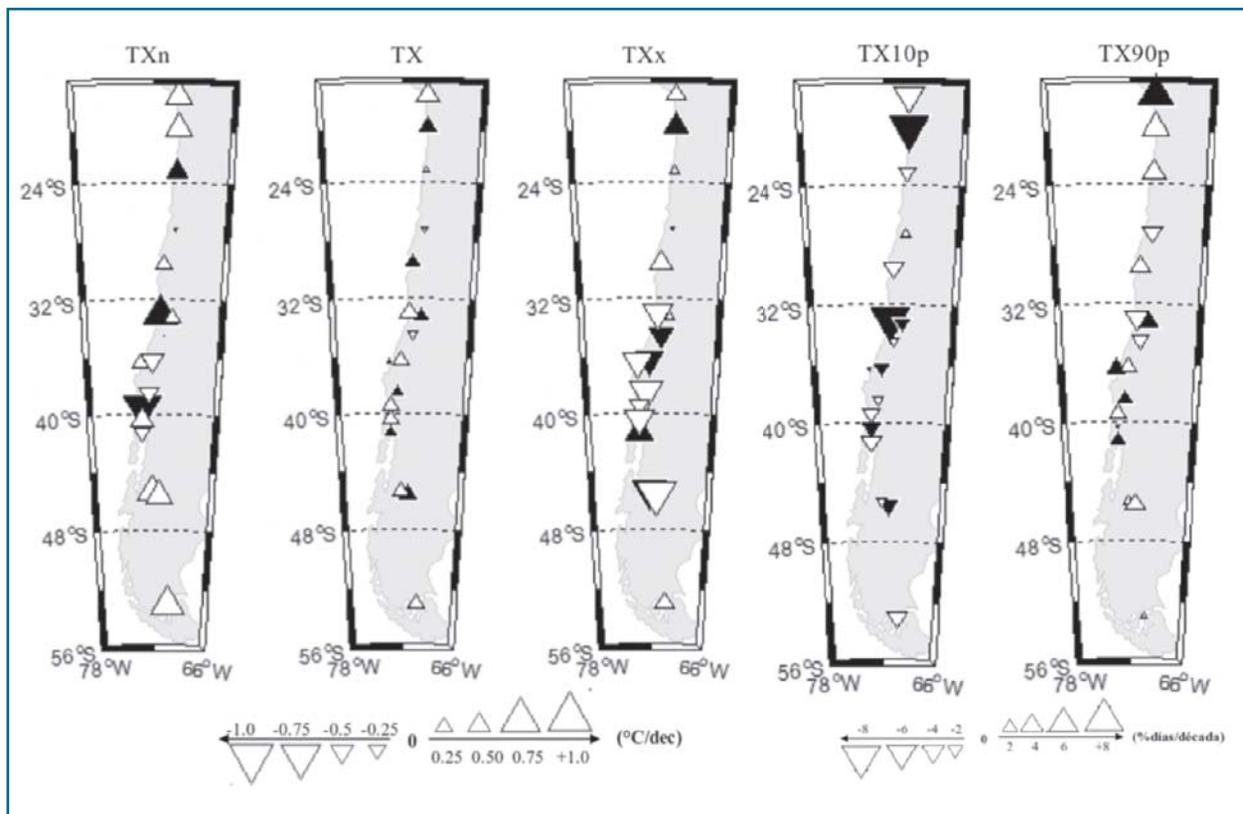
Fuente: (Armenta, 2016)

Para este estudio fueron apenas 17 estaciones que contaron con datos suficientes y confiables (con un máximo del 5% de información faltante). Entre los resultados del análisis, se encontró lo siguiente:

- La temperatura máxima presenta una tendencia al aumento de al menos 0,25°C por década, así como una tendencia al aumento de los días calientes de 2 a 4 días por década, y a la reducción de los días fríos de 2 a 6 días/década (Figura 10).
- La temperatura mínima presenta una tendencia al aumento de al menos 0,5°C por década, así como una tendencia al aumento de las noches calientes en 2 a

4 días por década y a la reducción de las noches frías en 4 a 6 días/década (Figura 11).

- La precipitación presenta una tendencia a la reducción, tanto en los valores anuales (disminuciones del orden de 3 a 12 mm/década) como en la cantidad de días con lluvia (de 2 a 6 días por década) (Figura 12). Sin embargo, el estudio muestra que la cantidad de lluvia que cae en 1 o 5 días consecutivos ha tendido a aumentar en el centro del país, lo cual indica que, si bien la precipitación total está disminuyendo, en los días en los que llueve la precipitación es más intensa, y por lo tanto hay una tendencia a que haya cada vez más días con lluvias extremas.



**Figura 10. Tendencias de la temperatura máxima: media (TX), máxima (TXx) y mínima (TXn), y de los días calientes (TX90p) y días fríos (TX10p). Fuente: (Villarreal, 2013).**

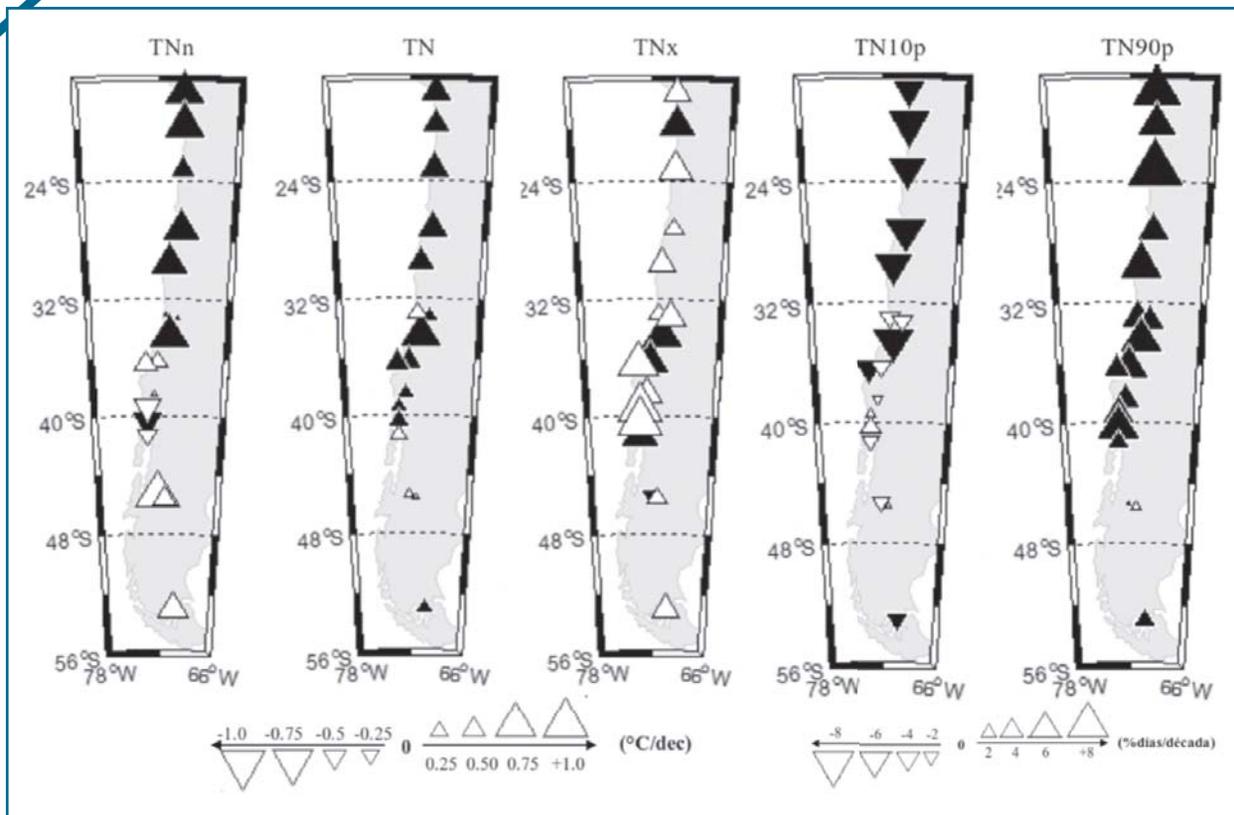


Figura 11. Tendencias de la temperatura mínima: media (TN), máxima (TNx) y mínima (TNn), y de las noches calientes (TN90p) y noches frías (TN10p). Fuente: (Villarroel, 2013).

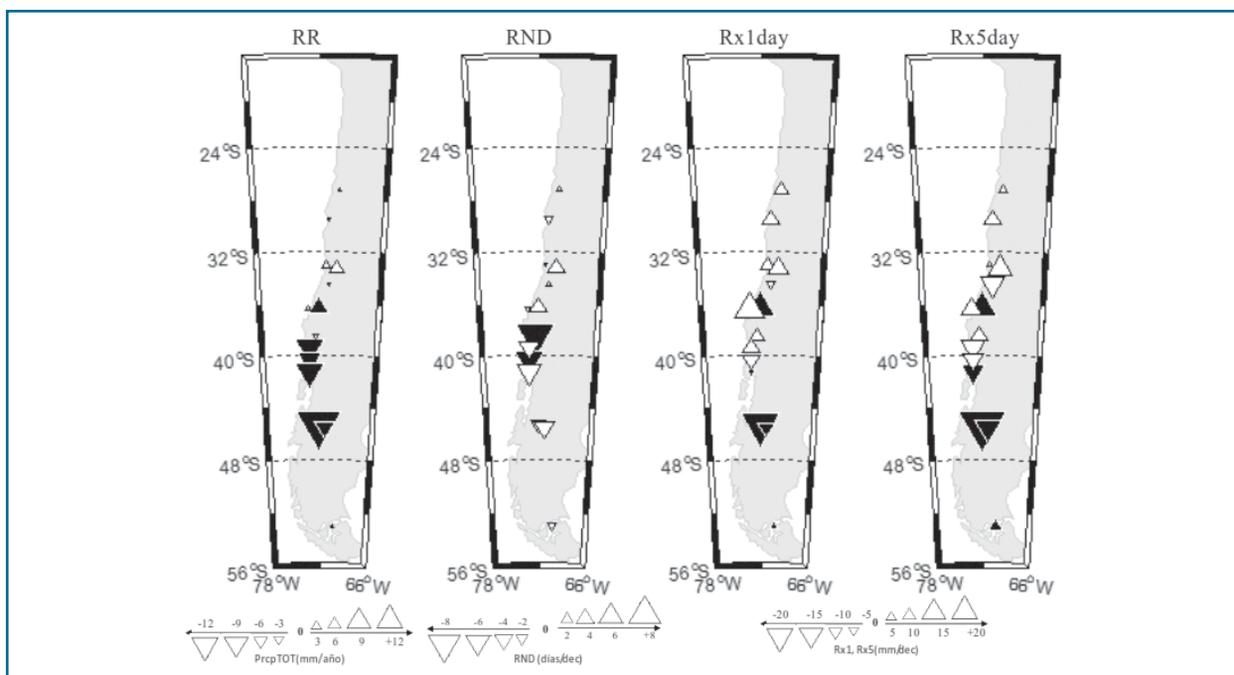


Figura 12. Tendencias de la precipitación: valores anuales (RR), número de días con lluvia al año (RND), cantidad de lluvia en 1 día (Rx1day) y en 5 días consecutivos (rx5day). Fuente: (Villarroel, 2013).

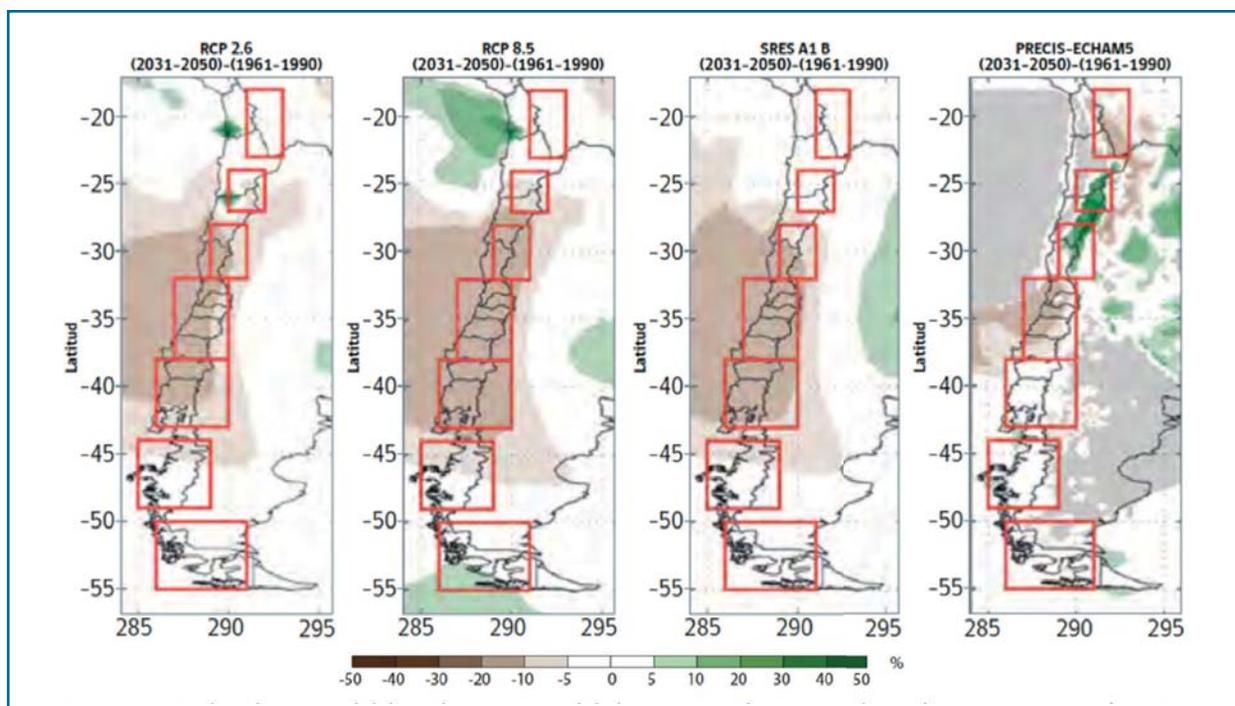
### 3.4 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima, generadas para la Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016), se elaboraron con base en una combinación de los dos escenarios "extremos" (RCP 2.6 –optimista– y RCP 8.5 –pesimista–) del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC (ver sección 1.1.5) y de un escenario "intermedio" (A1B) del Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (AR4), simulado en baja y alta resolución (ECHAM5). Las proyecciones bajo cada uno de estos escenarios se generaron para el periodo 2031-2050, tomando como periodo de referencia 1961-1990.

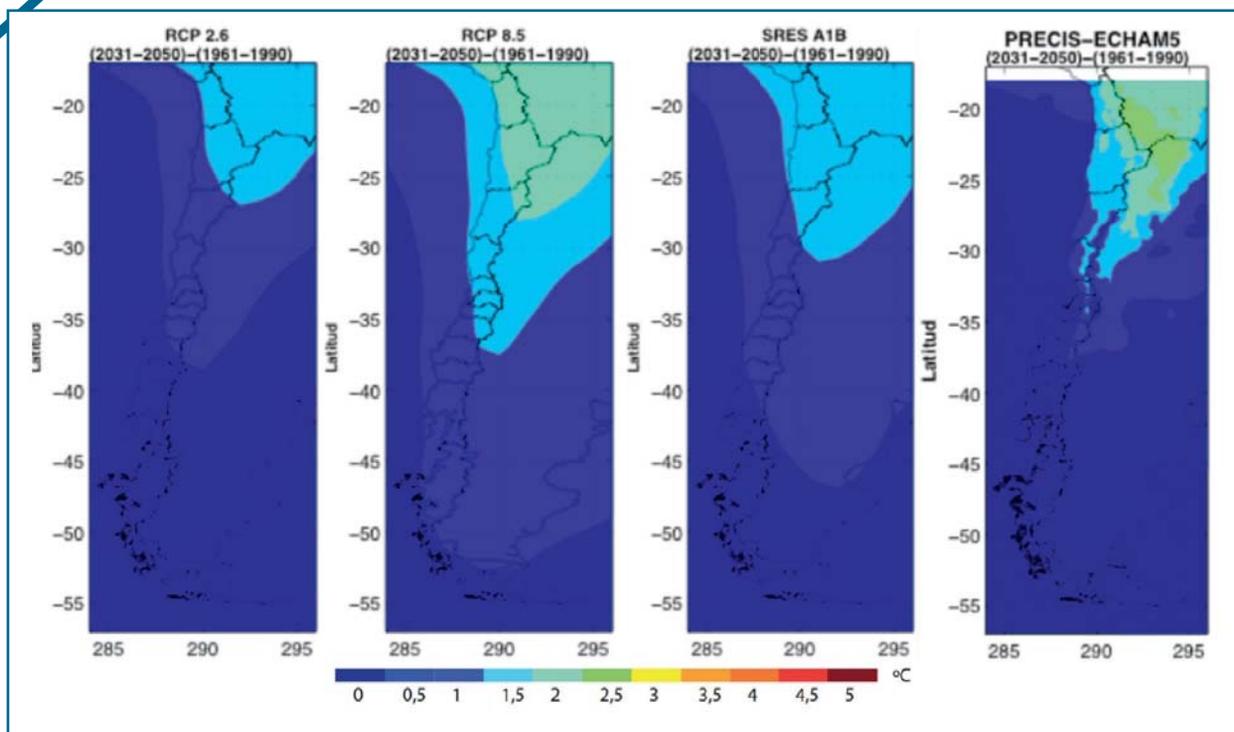
Los cambios proyectados para la precipitación muestran que en el periodo 2031-2050 habrían reducciones importantes

de precipitación en el centro del país, del orden del 10-30% bajo los 3 escenarios. Al norte de Chile se darían incrementos de las lluvias, del orden del 5-20% bajo el escenario "optimista" (RCP 2.6) y del 5-35% bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5). Bajo el escenario "intermedio" los cambios no serían significativos en esta región (están del orden del 3%). Al sur del país, los cambios de la precipitación serían bajos (incrementos o reducciones del 4%) (Figura 13).

En cuanto a la temperatura media, en el periodo 2031-2050 ésta se incrementaría entre 0,5°C y 2°C bajo los 3 escenarios (Figura 14). Los mayores incrementos se darían al norte del país, con aumentos de 1°C a 1,5°C bajo el escenario "optimista" (RCP 2.6) y de 1,5°C a 2°C bajo los escenarios "intermedio" (A1B) y "pesimista" (RCP 8.5). Se destaca el detalle que las proyecciones en alta resolución muestran incrementos superiores a 2°C en algunas zonas del nororiente del país.



**Figura 13. Distribución espacial del cambio porcentual de la precipitación proyectado por los tres escenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 y A1B en baja y alta resolución –ECHAM5–) para el periodo 2030-2050, con respecto al periodo de referencia 1961-1990. Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016).**



**Figura 14. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura media proyectada por los tres escenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 y A1B en baja y alta resolución –ECHAM5–) para el periodo 2030-2050, con respecto al periodo de referencia 1961-1990. Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016).**

### 3.5 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables

y gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU , 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre 2030 y

2050 el cambio climático causará unas 250 000 muertes más al año, debido principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor. Y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí al 2030 (OMS, 2016).

Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación, y una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 15) (OMS, 2003). Entre los impactos que se pueden dar se encuentran los siguientes:

- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.

- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción. Lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición, la pérdida de fuentes de agua potable y de condiciones sanitarias generales, y generar presiones migratorias.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.

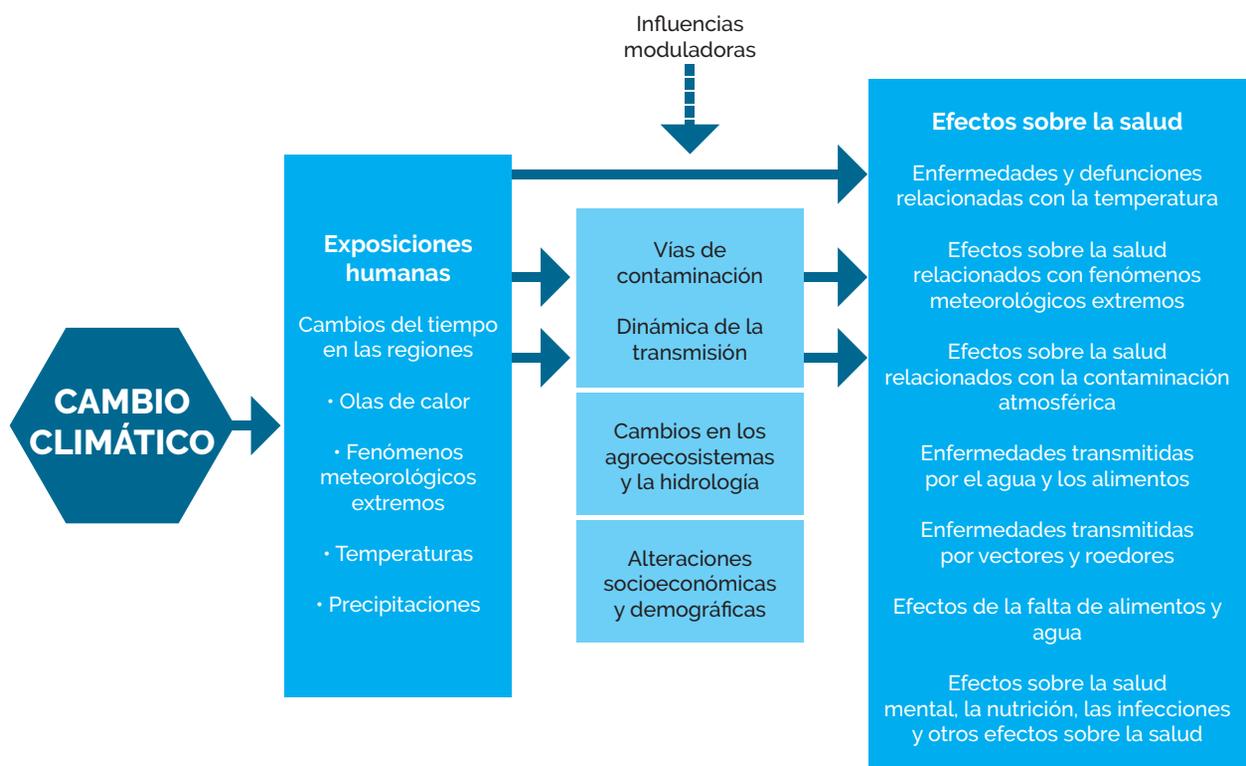


Figura 15. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana. Fuente: (OMS, 2003).

En términos generales, para Chile los problemas ambientales se relacionan con varios aspectos: la contaminación del agua, suelos y aire; el excesivo crecimiento de algunas ciudades; la pérdida de áreas agrícolas por desertificación y sobrepastoreo; la deforestación; la erosión y el déficit de agua. Todo ello puede llevar a una eventual disminución del agua y alimentos. Así mismo, el aumento del CO<sub>2</sub> global ha causado un incremento de la radiación ultravioleta, lo que contribuye al aumento del cáncer de piel. El aumento de las temperaturas incrementa el riesgo de desarrollo de enfermedades transmitidas por vectores. El calentamiento de la superficie del mar permite la extensión a zonas australes de microalgas productoras de toxinas, tales como el veneno diarreico, amnésico y paralizante de mariscos (marea roja), y favorece la persistencia de enteropatógenos como el *Vibrio Cholerae* y parahemolítico, ambas causantes de algunos brotes de enfermedades. También se ha vinculado el cambio climático con el aumento de la población de roedores silvestres portadores de virus Hanta.

En lo relacionado a los impactos del cambio climático, dado que las tendencias climáticas históricas y los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la temperatura y reducciones en la precipitación, las principales afectaciones que se dan (o podrían darse) en el país son:

- Riesgo de expansión del *Aedes aegypti* hacia el sur de Chile (ya hay registros de presencia del mosquito en las dos regiones más al norte, aunque por ahora no es portador de virus de importancia en salud pública).
- Dispersión de Anophelinos desde los focos residuales actuales a diversas zonas en el centro y norte del país.
- Ingreso de enfermedades como fiebre del Nilo Occidental, enfermedades transmitidas por garrapatas, etc.
- Emergencia o reemergencia de zoonosis.
- Contaminación por partículas y gases en las grandes ciudades con los consiguientes efectos de salud en la población, determinante ambiental en el aumento de la morbilidad respiratoria, oncológica y cardiovascular.
- Incremento de los incendios forestales ante el aumento en la temperatura y en la duración e intensidad de las sequías, generando afectaciones relacionadas con la contaminación por partículas y gases.

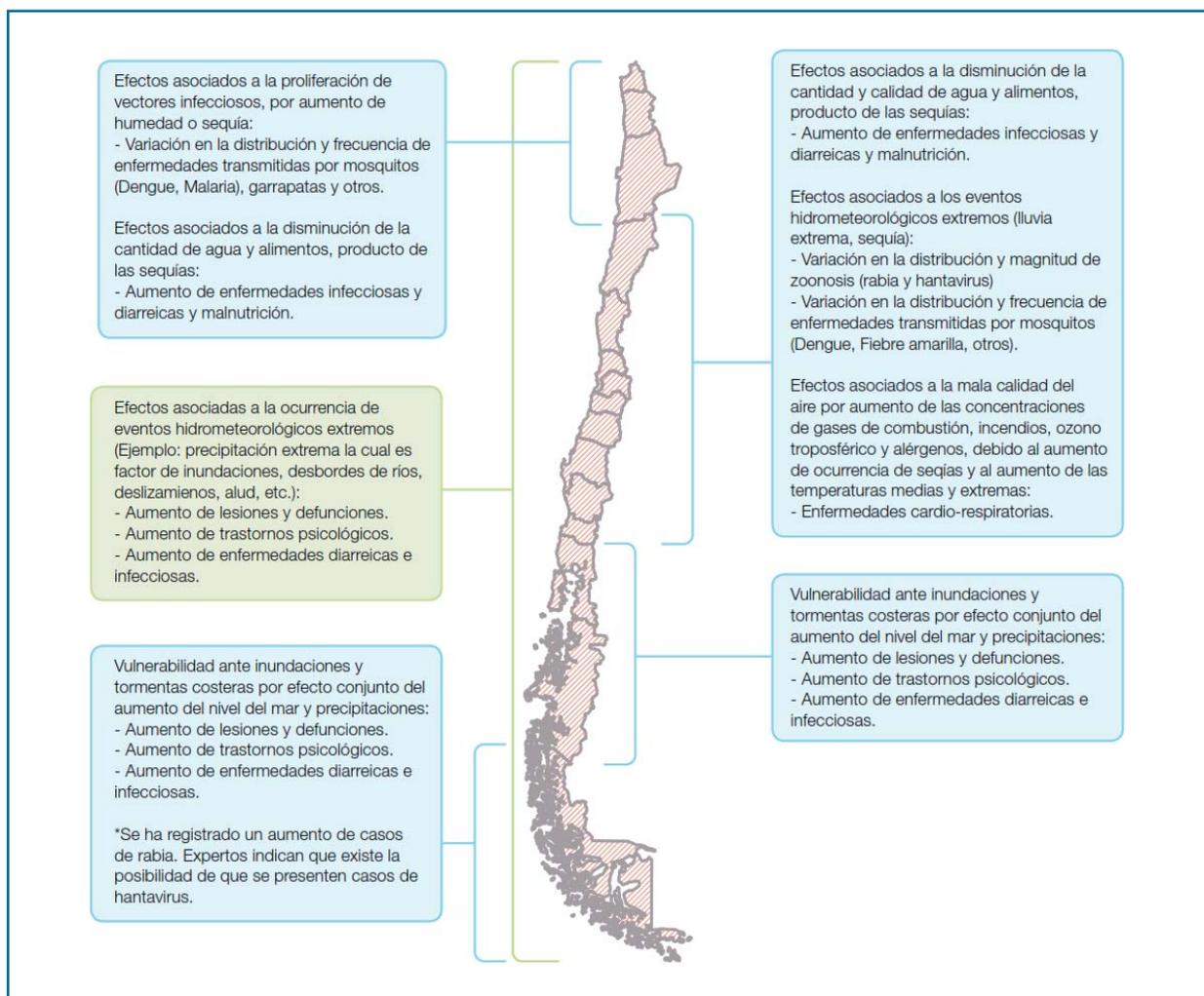
En la Tabla 2 y la Figura 16 se muestran en detalle las principales afectaciones a la salud ante diversos fenómenos meteorológicos y climáticos para las diferentes regiones del país.

En Chile, desde el año 1998 se viene incorporando el análisis del impacto del cambio climático en la salud. La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) integró a distintas dependencias de salud del país (Ministerio de Salud, Subsecretaría de Salud Pública, entre otras) en los procesos de generación de las comunicaciones nacionales de cambio climático. En 2010, la CONAMA se convierte en el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), e inicia el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático para diferentes sectores. Junto con el Ministerio de Salud, se vienen desarrollando los "Planes de cambio climático y salud" cada cuatro años, y en ellos se establecen las medidas de adaptación al cambio climático para la salud de las personas, así como las estrategias para la adaptación al mismo. Actualmente, se encuentra en plena etapa de implementación el "Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud" (Ministerio de Salud y Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016).

**Tabla 2. Impactos en salud por zona geográfica y su asociación a fenómenos climáticos.**

Zona	Impactos en salud esperados en la zona	Fenómenos climáticos asociados
Zona norte	Variación en la distribución y frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos, garrapatas y otros vectores.	Aumento de humedad o condiciones de sequía <sup>4</sup> . Se asocia a dichos eventos la proliferación de vectores infecciosos transmisores de enfermedades mencionadas.
	Aumento de enfermedades infecciosas, diarreicas y malnutrición	Sequías y lluvias extremas: se espera que provoquen una disminución de la calidad y cantidad disponible de agua y alimentos.
	Aumento de lesiones y defunciones.	Eventos hidrometeorológicos extremos (precipitación extrema la cual es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos, aluviones, etc.).
	Aumento de trastornos psicológicos.	
Zona centro	Aumento de enfermedades infecciosas, diarreicas y malnutrición	Sequías y lluvias extremas: se espera que provoquen una disminución de la calidad y cantidad disponible de agua y alimentos.
	Variaciones en la distribución y magnitud de zoonosis <sup>5</sup> .	Eventos hidrometeorológicos extremos, como sequía y precipitación extrema (esta última es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos, aluviones, etc.).
	Variación en la distribución y frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos, garrapatas y otros vectores.	
	Aumento de enfermedades cardio-respiratorias y alérgicas.	Sequías como consecuencia generaría un aumento del uso de combustibles fósiles para la generación de energía, lo que provocaría un deterioro en la calidad del aire como también persistencia de episodios de contaminación producto de la disminución de las precipitaciones.  Aumento de temperatura media, de las concentraciones de ozono troposférico y de alérgenos transmitidos por el aire.  Aumento de temperaturas extremas y de probabilidad de episodios agudos de contaminación provocados por incendios forestales.
	Aumento de lesiones y defunciones.	Eventos hidrometeorológicos extremos (precipitación extrema la cual es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos, aluviones, etc.).
	Aumento de trastornos psicológicos.	
Zona sur	Aumento de lesiones y defunciones.	Eventos hidrometeorológicos extremos, (Ejemplo: precipitación extrema la cual es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos, aluviones, etc.).
	Aumento de trastornos psicológicos.	
Zona austral	Aumento de lesiones y defunciones.	Inundaciones y tormentas costeras (asociadas al aumento del nivel del mar y de precipitaciones). Eventos hidrometeorológicos extremos (precipitación extrema la cual es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos, aluviones, etc.).
	Aumento de trastornos psicológicos.	

Fuente: (Ministerio de Salud y Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016)



**Figura 16. Impactos a la salud y su asociación a fenómenos climáticos en Chile.**  
Fuente: (Ministerio de Salud y Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016).

### 3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el estudio de tendencias climáticas realizado para Chile (Dirección General de Aguas, 2017), se aprecia que la temperatura y la precipitación presentan tendencias diferentes a lo largo del país, en comparación al comportamiento que presentaba hacia la mitad del siglo XX. En el caso de la precipitación, ésta presenta una tendencia a la reducción en gran parte del territorio nacional, siendo superiores al 10% y en algunas zonas al norte con reducciones mayores al 40%.
- Sólo algunas zonas en el sur de la región Norte y en el norte de la región Austral han presentado tendencia al aumento de las lluvias, con incrementos superiores al 30%. Para la temperatura, la región Norte es la que presenta una tendencia a la disminución, mientras que las regiones Sur y Austral presentan una mayor tendencia al aumento de la temperatura.
- En cuanto al comportamiento de los eventos climáticos extremos (Villarreal, 2013) los índices muestran que la temperatura ha aumentado,

ocasionando una mayor cantidad de días y noches cálidas y una reducción de los días y noches frías. Así mismo, si bien la precipitación presenta una tendencia a la reducción, las tendencias muestran que cada vez hay más días con lluvias extremas, especialmente en el centro del país.

- Los escenarios de cambio climático para Chile (Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 2016) muestran que la precipitación presentaría reducciones en gran parte del territorio (del orden del 5-35%), mientras que la temperatura aumentaría en todo el país (entre 0,5°C y 2°C). Estos cambios de las variables climáticas son muy similares en los tres escenarios, siendo un poco diferentes bajo el escenario "intermedio" (A1B) en alta resolución (ECHAM5). Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor. Así mismo, junto con las reducciones observadas y proyectadas de la precipitación, se incrementarían los eventos extremos asociados a sequías.
- Debido al aumento de las sequías, el impacto en la salud humana en Chile se daría principalmente con el aumento de las enfermedades infecciosas, diarreicas y asociadas a malnutrición. De forma análoga, el aumento de los eventos extremos asociados a lluvias intensas podría ocasionar mayores afectaciones en los cultivos y en los suministros de agua potable, generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o contaminación del agua (enfermedades diarreicas).
- Ante el impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◇ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◇ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.
  - ◇ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
  - ◇ Generar alianzas, no sólo en los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) es prioridad la ejecución del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, y a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación fortalecer las capacidades y los niveles de integración en el trabajo intersectorial.

# REFERENCIAS

- Armenta, G. (2016). Análisis de Tendencias Climáticas y Eventos Climáticos Extremos para Ecuador. En MAE, & PNUD, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito. Obtenido de <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/13%20An%C3%A1lisis%20de%20tendencias%20clim%C3%A1ticas%20y%20eventos%20clim%C3%A1ticos%20extremos%20para%20Ecuador.pdf>
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLEÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- Dirección General de Aguas. (2017). Actualización del balance hídrico nacional. Ministerio de Obras Públicas - Gobierno de Chile, Santiago. Obtenido de <http://documentos.dga.cl/REH5796v1.pdf>
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- Karl, T., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes. Workshop summary. Climatic Change, 42.
- Ministerio de Salud y Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile. (2016). Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud. Santiago. Obtenido de [http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/06\\_04Plan-CC-SALUD-2016.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/06_04Plan-CC-SALUD-2016.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago, Chile. Obtenido de [https://unfccc.int/files/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/application/pdf/nc3\\_chile\\_19\\_december\\_2016.pdf](https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/application/pdf/nc3_chile_19_december_2016.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile. (2017). Plan Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Santiago. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/chi169388.pdf>

- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. Rep. WCDMP-47, WMO, World Meteorological Organization.
- Villarroel, C. (2013). Eventos extremos de precipitación y temperatura en Chile - Proyecciones para fines del siglo XXI. Tesis de Maestría, Universidad de Chile, Santiago. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114066/cf-villarroel\\_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114066/cf-villarroel_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)





# 4. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA



## 4. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para Colombia. Este análisis surge de la revisión de los documentos oficiales recientemente generados en el país en materia de clima y cambio climático, entre ellos se encuentran los siguientes:

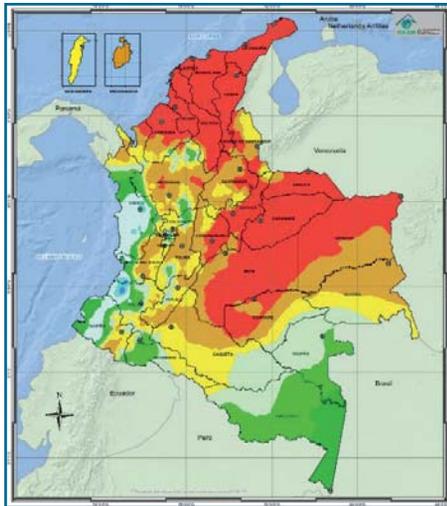
- La nota técnica sobre las “Evidencias de Cambio Climático en Colombia con base en información estadística” (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011).
- La nota técnica de los “Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia: Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo” (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015). Este último documento hizo parte de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017).
- El “Atlas Climatológico de Colombia” (IDEAM, 2018).
- El libro “Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia” (IDEAM - UNAL, 2018).

### 4.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

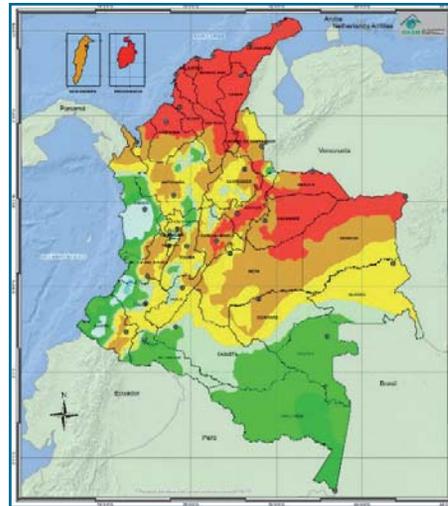
A continuación se presenta el comportamiento histórico de la precipitación, con base en los datos del periodo 1981-2010 (IDEAM, 2018). Se aprecia una marcada diferencia en el régimen de lluvias a lo largo del año en las distintas regiones del país. En términos generales, los mayores valores de precipitación se dan en las regiones Pacífica y Amazonía durante todo el año, mientras que en

la región Caribe se presentan los menores valores a lo largo del mismo (Figura 6).

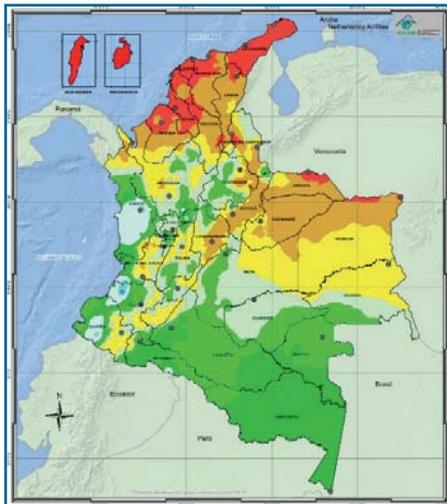
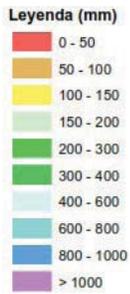
El régimen de precipitaciones en el país a lo largo del año está determinado por su ubicación geográfica y por diferentes elementos meteorológicos predominantes, entre los cuales se destacan la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y las bajas presiones del Pacífico y la Amazonía (IDEAM, 2018). En la parte centro y norte del país (regiones Andina y Caribe) la precipitación presenta un comportamiento bimodal, con dos periodos de máximas precipitaciones (abril-mayo y octubre-noviembre) y dos de mínimas precipitaciones (de diciembre a febrero y de junio a agosto). El occidente del país (región Pacífica) presenta grandes cantidades de precipitaciones durante todo el año, con los menores valores relativos de enero a marzo, y los más altos en julio y agosto. Para el oriente de Colombia (región Orinoquía), el régimen de precipitación es monomodal, con un periodo de máximas lluvias desde abril hasta noviembre y uno de mínimas de diciembre a marzo. El sur del país (región Amazonía), al igual que la región Pacífica, presenta cantidades significativas de precipitaciones a lo largo del año, y su distribución es diferenciada según su ubicación: la parte norte de la región presenta un comportamiento similar al de la región Orinoquía, con valores máximos de lluvias de Abril a Noviembre y mínimos de diciembre a marzo; mientras que la parte sur de la región, a pesar de ser también monomodal, las mayores precipitaciones se presentan de diciembre a marzo, y las menores de junio a agosto. Finalmente, para las islas de San Andrés y Providencia, el comportamiento de la precipitación es monomodal, presentándose los mayores valores de precipitación desde mayo hasta noviembre, y los menores de enero a abril.



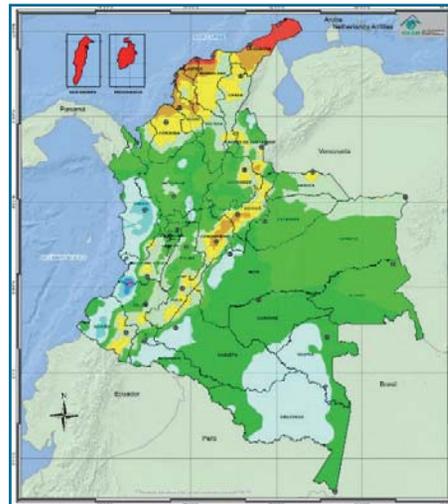
**Enero**



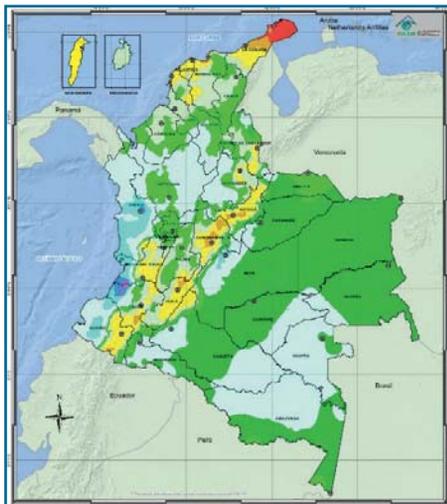
**Febrero**



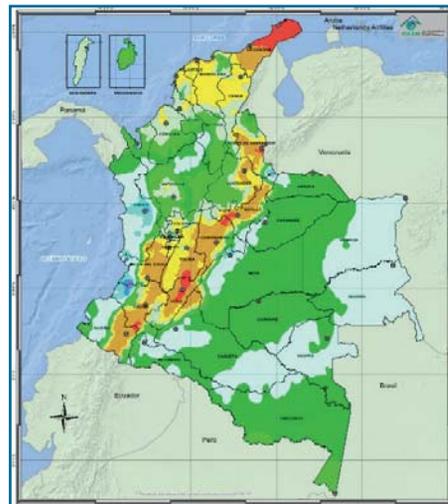
**Marzo**



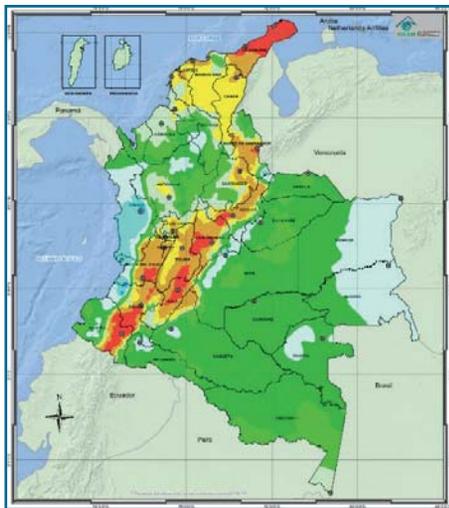
**Abril**



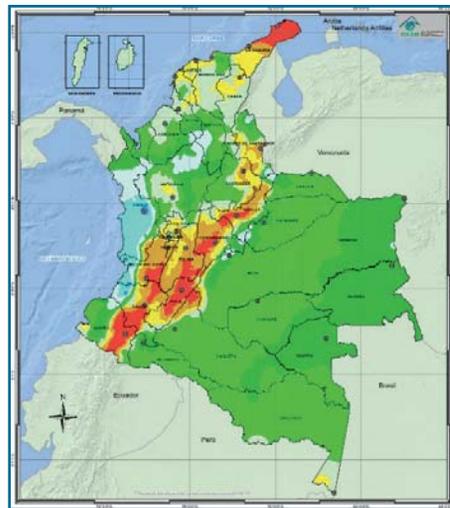
**Mayo**



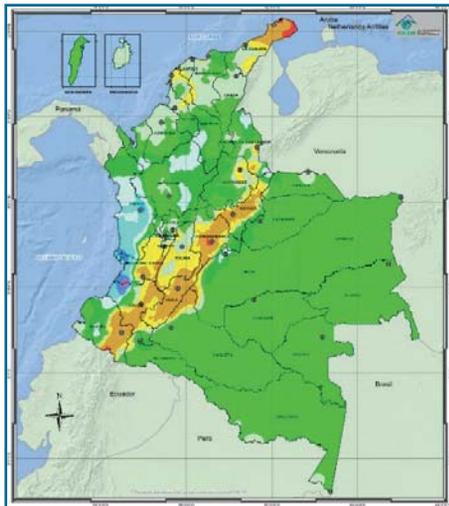
**Junio**



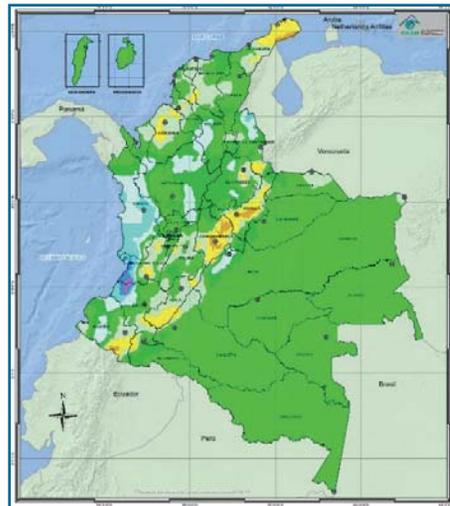
**Julio**



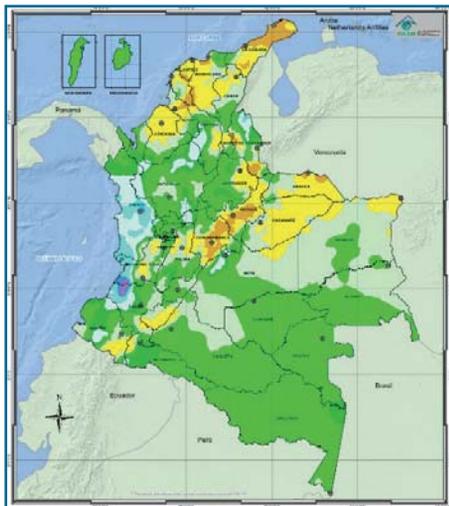
**Agosto**



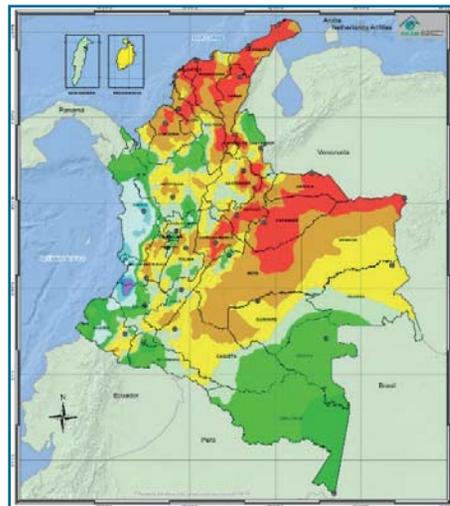
**Setiembre**



**Octubre**



**Noviembre**



**Diciembre**

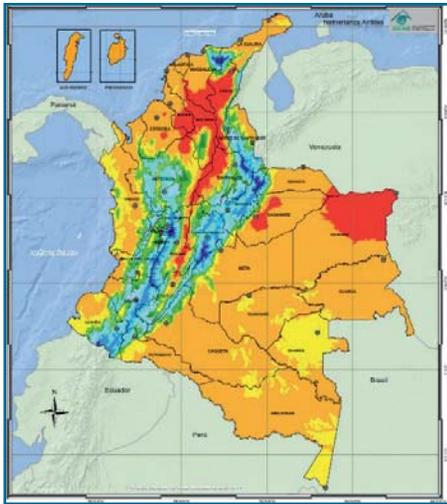


**Figura 6. Comportamiento de la precipitación a lo largo del año en Colombia. Fuente: (IDEAM, 2018).**

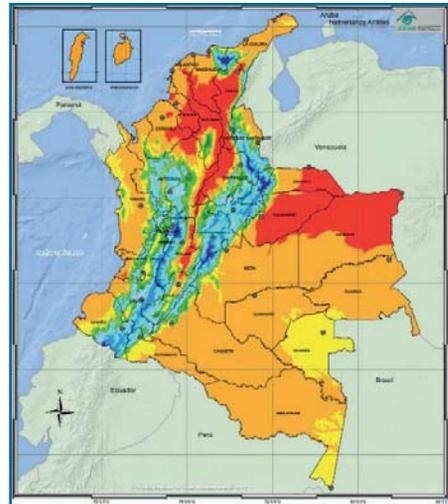
## 4.2 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

A continuación, se presenta el comportamiento histórico de la temperatura media, con base en los datos del periodo 1981-2010 (IDEAM, 2018). Debido principalmente a los diferentes niveles de altitud que existen en el país, el comportamiento de esta temperatura presenta los mayores valores en las zonas con elevaciones menores a los 1000 m.s.n.m. (regiones Caribe, Pacífica Orinoquía y Amazonía), mientras que los menores se presentan en la región Andina, donde los niveles de altitud en la mayor parte de la región son superiores a los 1200 m.s.n.m. y dado que a menor altura mayor temperatura, y viceversa. Los valores de la temperatura media mensual se encuentran entre los 6°C y los 28°C en la región Andina, entre los 25°C y los 28°C en la región Orinoquía, entre los 25°C y los 28°C en la región Amazonía, entre los 24°C y los 28°C en la región Pacífica y entre los 26°C y los 29°C en la región Caribe (a excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde la temperatura está entre los 4°C y los 20°C) (Figura 7).

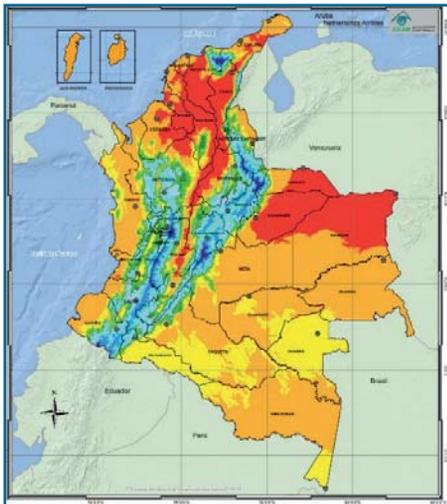
Al estar ubicada en la zona tropical, la temperatura no presenta grandes variaciones a lo largo del año, y la amplitud de las mismas no supera los 3°C (IDEAM, 2018). Para la región Andina, las temperaturas más altas se presentan en los meses de menores lluvias (de diciembre a febrero y de junio a agosto), y viceversa (abril-mayo y octubre-noviembre). Un comportamiento similar se presenta para las regiones Orinoquía y Amazonía, donde las mayores temperaturas se presentan en los meses de menos lluvias (de diciembre a febrero) y las menores en los meses de mayores lluvias (junio y julio). Para la región Pacífica, no se presentan variaciones significativas de la temperatura, debido a que la región es bastante lluviosa durante todo el año. Finalmente, la región Caribe presenta los valores más altos entre junio y agosto, mientras que los más bajos se dan entre octubre y noviembre, meses que coinciden con la segunda temporada de lluvias de la región.



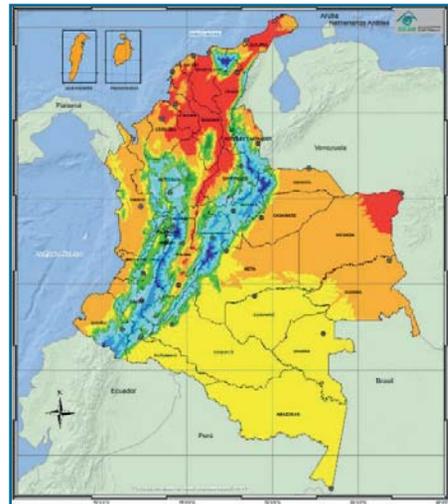
**Enero**



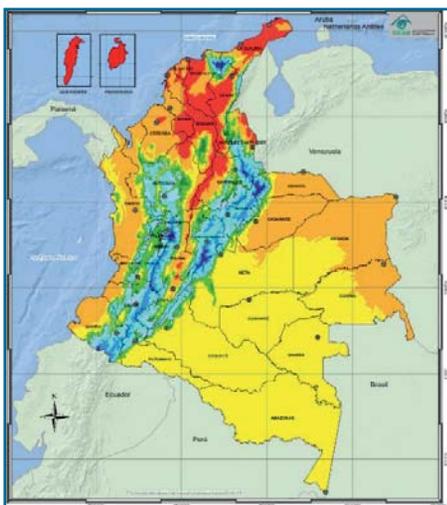
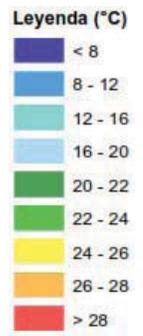
**Febrero**



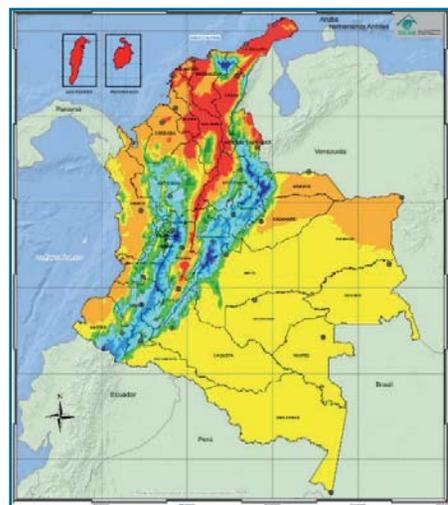
**Marzo**



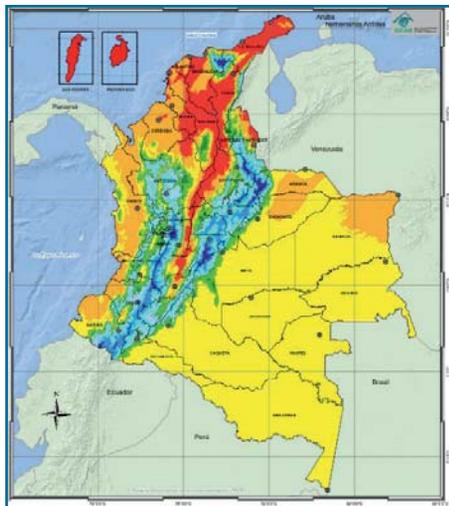
**Abril**



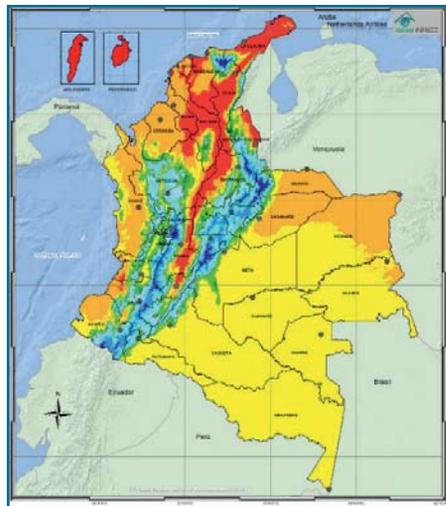
**Mayo**



**Junio**

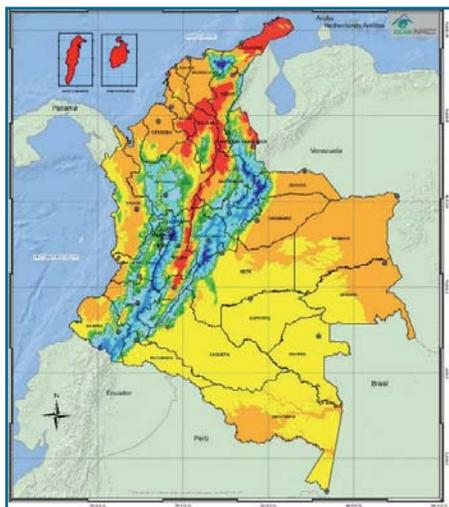
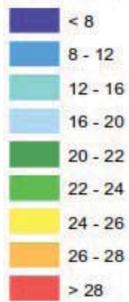


**Julio**

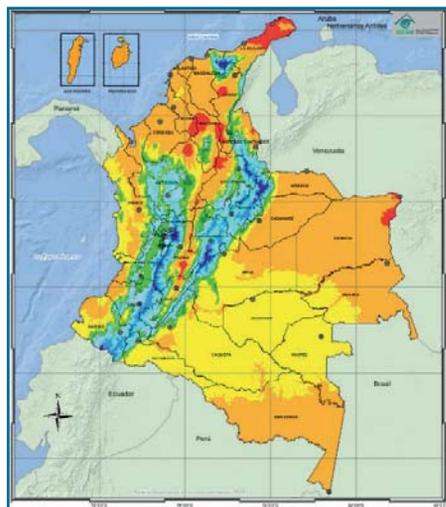


**Agosto**

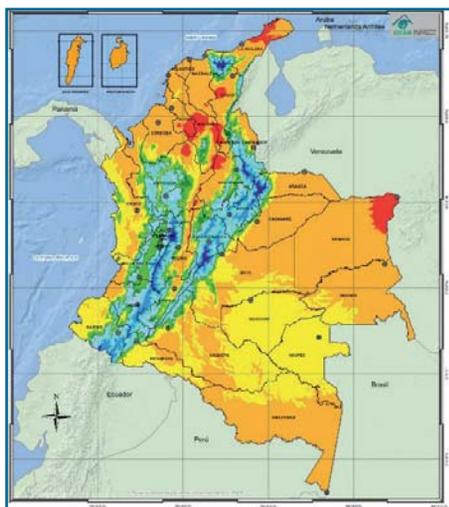
**Legenda (°C)**



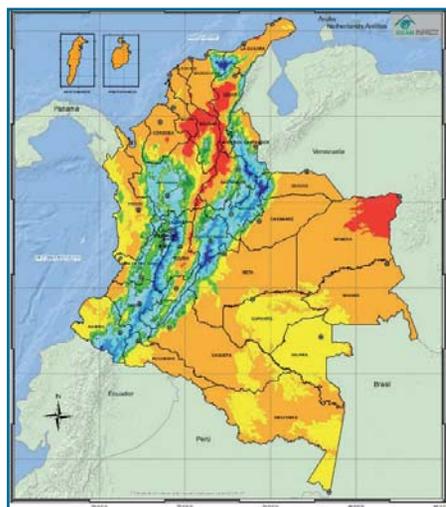
**Setiembre**



**Octubre**



**Noviembre**



**Diciembre**

**Figura 7. Comportamiento de la temperatura media a lo largo del año en Colombia. Fuente: (IDEAM, 2018).**

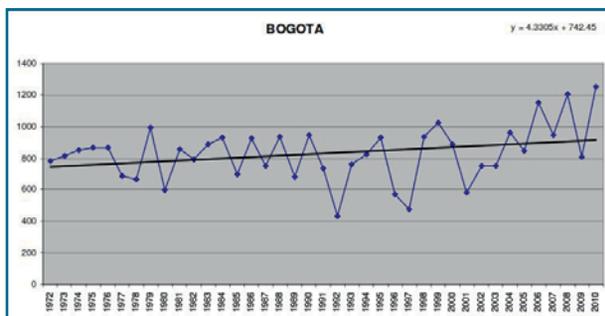
### 4.3 TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Con base en los datos observados de estaciones representativas de las regiones naturales de Colombia (Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquía, Amazonía y San Andrés Islas), se realizó el análisis de las tendencias de la precipitación anual, con información de datos anuales de 40 años (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011). El estudio muestra, en términos generales, que la precipitación en el país tiene una tendencia al aumento, siendo variada según la región y la localización de las estaciones (Figura 8). En el caso de las que se ubican en la región Caribe, éstas presentan la tendencia más alta, con aumentos de aproximadamente 6 mm/año. Para la mayor parte de la región Andina la tendencia es de aumento entre 4 y 7 mm/año, aunque se presentan algunas zonas en los valles de los ríos Magdalena y Cauca donde la tendencia es a la reducción, pero con valores muy bajos (entre 0,5 y 1 mm/año). Por otra parte, la Orinoquía y las islas de San Andrés presentan tendencias de aumento del orden de los 8 mm/año aproximadamente, mientras que las regiones Pacífica y Amazonía, a pesar de presentar tendencias al aumento, éstas son poco significativas (entre 4 y 6 mm/año) en comparación con los valores anuales de precipitación de estas regiones (que superan los 3000 milímetros anuales). Así mismo, se observa el impacto de los fenómenos de variabilidad climática ocurridos entre los años 1971 y 2010, por ejemplo, con el evento El Niño de 1991-1992 se apreciaron reducciones significativas en los valores de precipitación de esos años en las regiones Caribe, Andina y Pacífica, las cuales son las que principalmente se ven afectadas por este tipo de fenómenos.

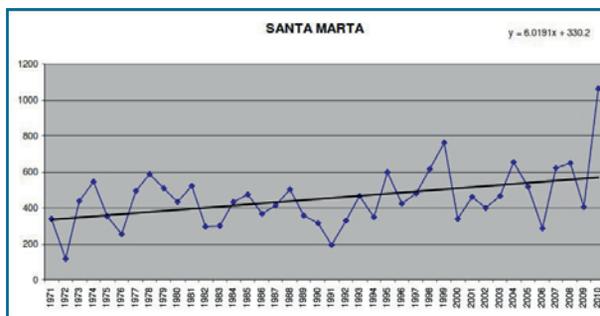
Dentro de las evidencias de Cambio Climático en Colombia con base en información estadística (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011) y en el estudio de variabilidad y cambio climático para Colombia (IDEAM - UNAL,

2018), se realizó el análisis de algunos de los eventos climáticos extremos para el país. Dicho estudio fue realizado con base en la información diaria observada y reportada por estaciones hidrometeorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para precipitación y temperaturas máxima y mínima en el periodo 1981-2010. Se analizaron las tendencias de los eventos extremos a través de índices climáticos diseñados y propuestos por el ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices), quienes coordinan el desarrollo, cálculo y análisis de un conjunto de índices estándar para la evaluación de las tendencias climáticas y los eventos climáticos extremos, de tal forma que se puedan incorporar y utilizar a nivel global (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999) (Peterson, y otros, 2001).

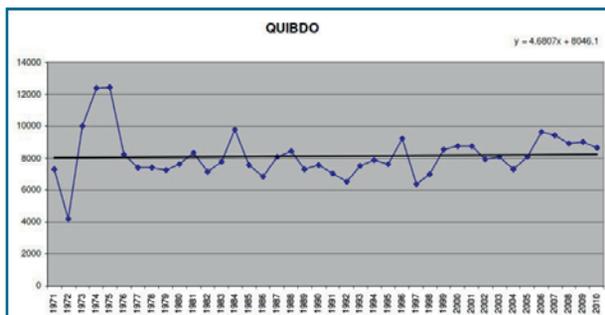
En estos estudios se utilizaron las estaciones que tuvieran datos suficientes (de no menos de 30 años) y confiables (con un máximo del 15% de información faltante), y entre los resultados del análisis se encontró que las tendencias de las temperaturas máxima (Figura 9) y mínima (Figura 10) son al aumento en la mayor parte del país, con unas pocas excepciones en algunas estaciones de las regiones Caribe y Andina. Estos incrementos de la temperatura han ocasionado un aumento de la cantidad de días y noches calientes al año, así como la reducción de los días y noches frías. En los eventos extremos de precipitación, se encuentra un comportamiento diferenciado en todo el territorio nacional, con incrementos de los eventos extremos en la mayor parte de las regiones Andina, Caribe, Orinoquía y Amazonía, y reducciones de los mismos en algunas zonas puntuales del país, especialmente en los valles de los ríos Magdalena y Cauca y en zonas ubicadas a menos de 1000 m.s.n.m. (Figura 11).



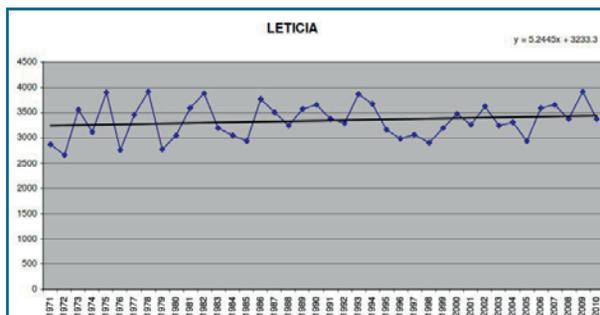
**Región Andina**



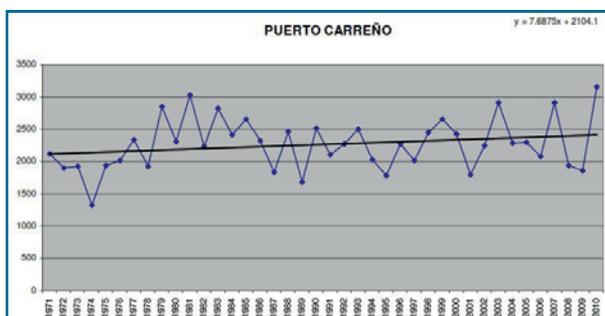
**Región Caribe**



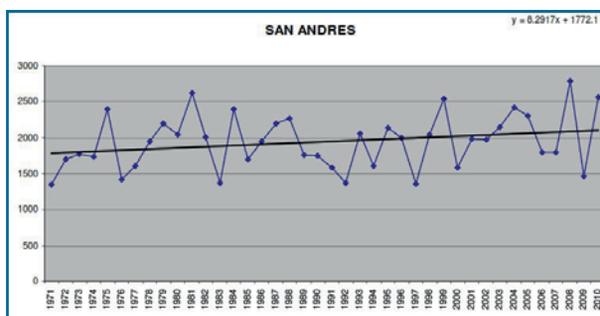
**Región Pacífica**



**Región Amazonia**

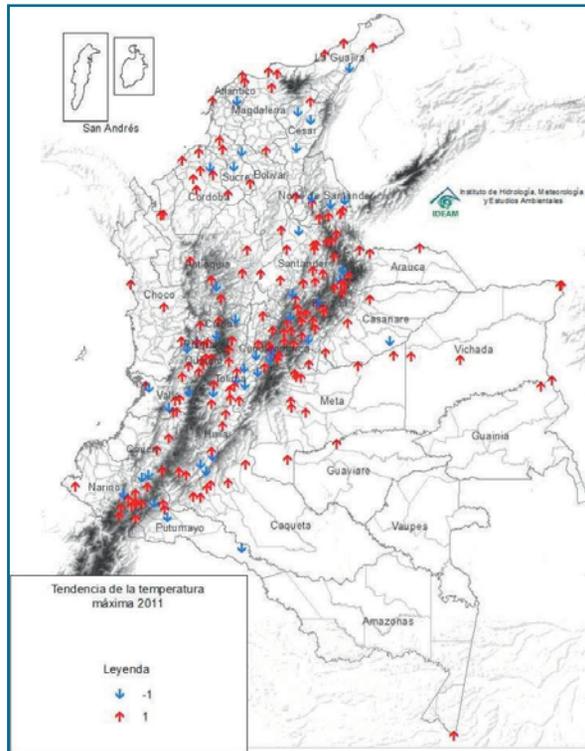


**Región Orinoquía**

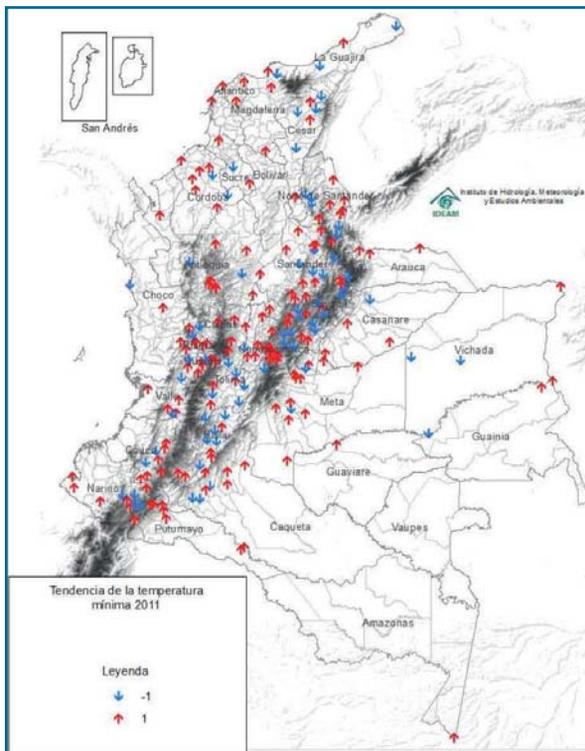


**San Andrés Islas**

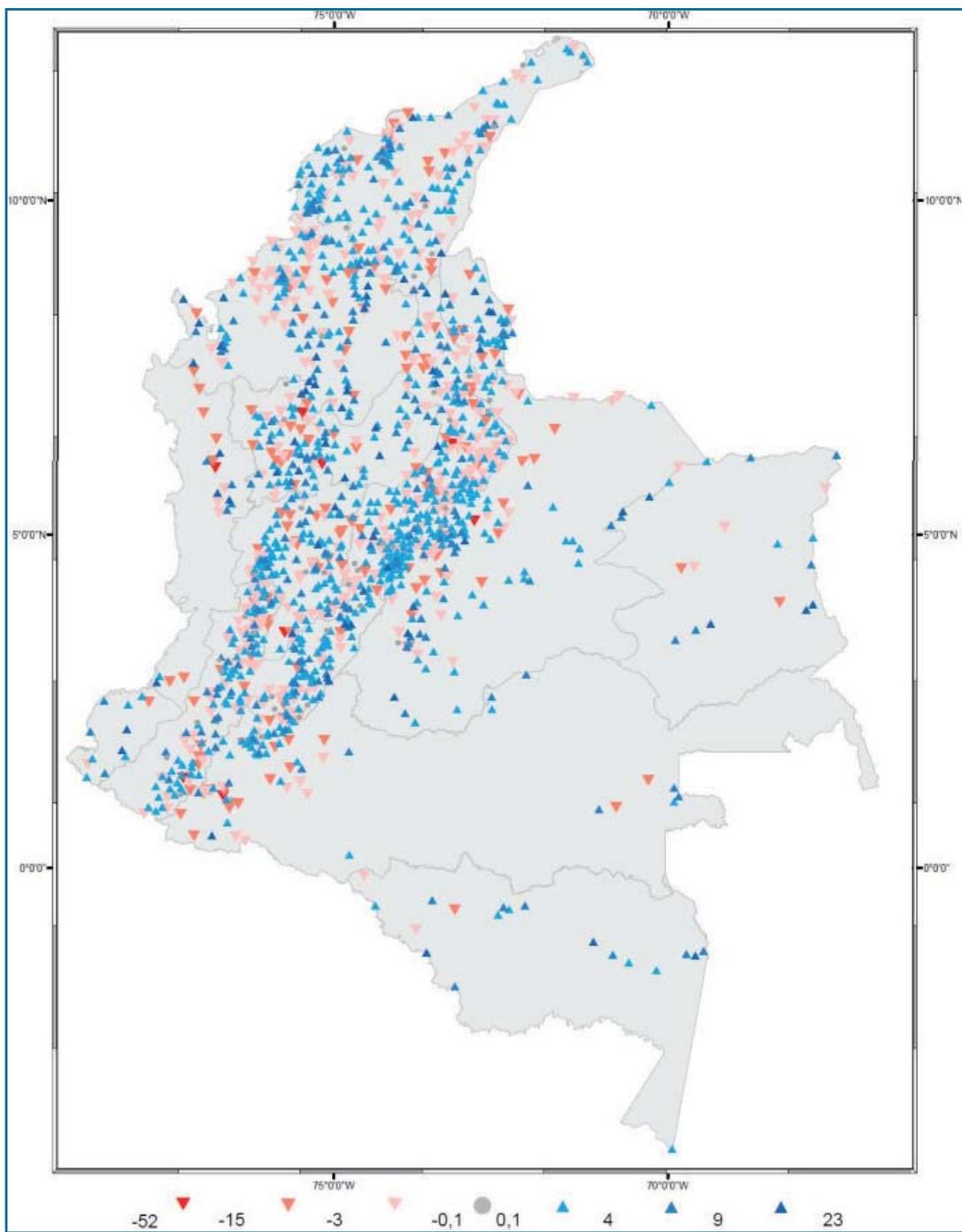
**Figura 8. Tendencia de la precipitación anual para las estaciones representativas de las 6 regiones naturales de Colombia. Fuente: (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011).**



**Figura 9. Tendencia del valor medio anual de la temperatura máxima.**  
*Fuente: (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011).*



**Figura 10. Tendencia del valor medio anual de la temperatura mínima.**  
*Fuente: (Benavides, Hurtado, & Mayorga, 2011).*



**Figura 11. Tendencia de la cantidad días con lluvias extremas.**  
*Fuente: (IDEAM - UNAL, 2018).*

#### 4.4 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015), generadas para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017), se elaboraron con base en los escenarios del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC (ver sección 1.1.5). Las proyecciones para cada uno de los cuatro escenarios se generaron para los periodos futuros 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, tomando como periodo de referencia 1976-2005.

Los cambios proyectados para la precipitación muestran que, para el periodo 2011-2040 (Figura 13), en general en la región Andina se presentarán aumentos de la precipitación, del orden de 10 a 40%, siendo los más altos en algunos sectores (Eje Cafetero, Sabana de Bogotá, Oriente de Cauca y el valle del Alto Magdalena). Las disminuciones están del orden de 10-40% en el norte del país, la Amazonia y la Orinoquia. Para 2041-2070, se observa un comportamiento similar a 2011-2040, con aumentos y disminuciones de precipitación localizado en las mismas zonas (incrementos en la región Andina y reducciones en la región Caribe y el sur y oriente de Colombia).

Se aprecia además intensificación de los aumentos de precipitación superiores al 20% sobre el eje Cafetero y el sur de la región Andina (Figura 14). Finalmente, el comportamiento para el periodo 2071-2100 (Figura 15) sería similar al de los periodos anteriores, con incrementos de la precipitación en la región Andina y siendo los más altos en algunos sectores (Eje Cafetero, Sabana de Bogotá, gran parte de la cordillera Occidental y el valle del Alto Magdalena). Mientras que las disminuciones estarían del orden de 10-40% en el norte

del país, la Amazonia y la Orinoquia, siendo estas dos últimas regiones las que mayores disminuciones presentarían.

A nivel departamental (Tabla 1), en el periodo 2011-2040 las mayores reducciones de precipitación se presentarían en Amazonas, Bolívar, Caquetá, Cesar, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Providencia, Sucre y Vaupés, con disminuciones superiores al 10% analizado por los diferentes escenarios RCP; mientras que para Caldas, Cauca, Huila, Nariño, Risaralda y Tolima se presentarían incrementos de las precipitaciones, del orden de 10-20%.

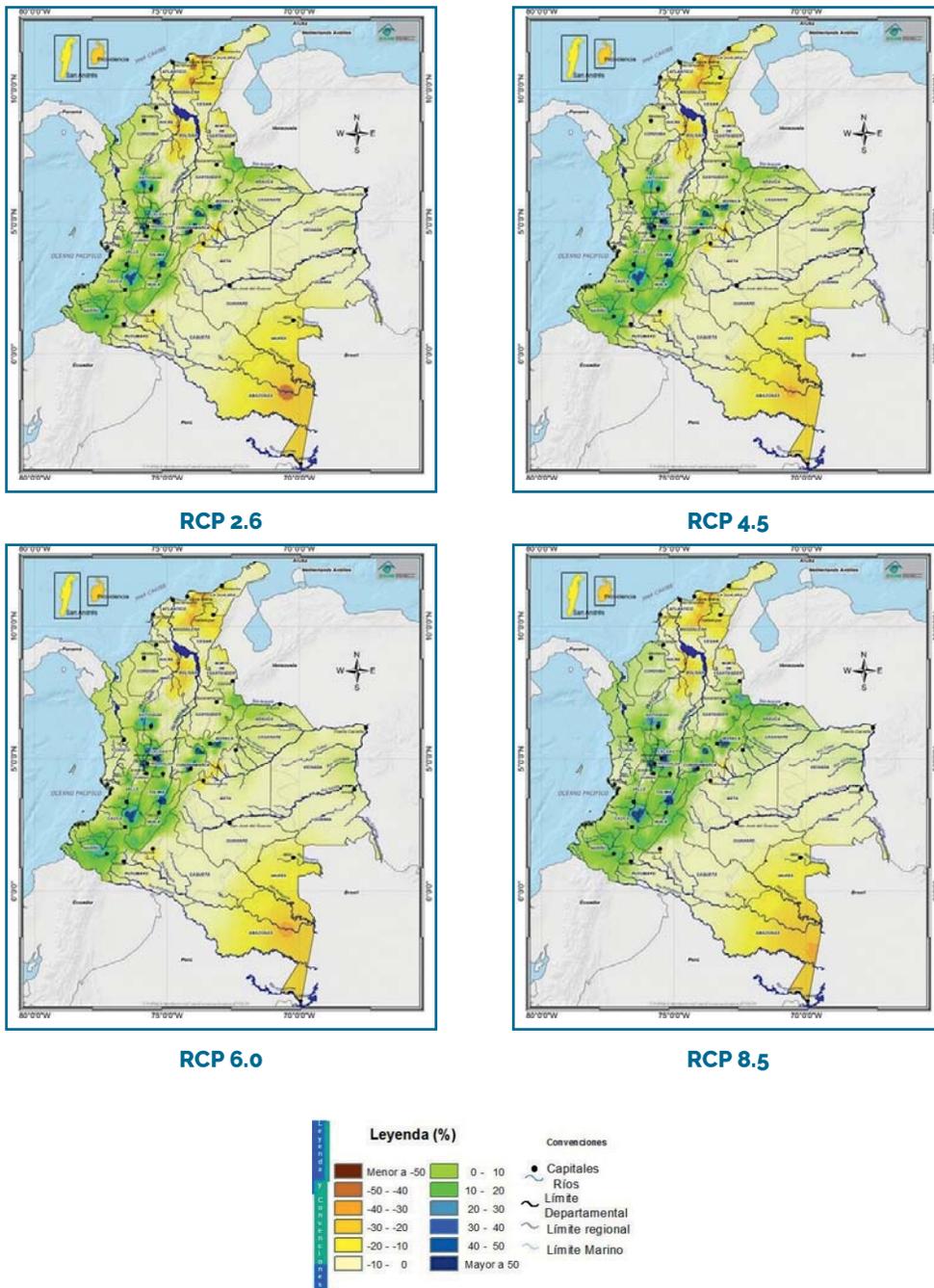
Para el periodo 2041-2070, se observan leves incrementos en los rangos de aumento y disminución de la precipitación (entre 3 y 5%), aunque se mantiene el mismo comportamiento que se presentaría en el periodo 2011-2040 en los departamentos. Finalmente, para el periodo 2071-2100, las mayores reducciones de precipitación se presentarían en Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Providencia y Vaupés, con disminuciones superiores al 15% analizado con los diferentes RCP y siendo las más altas en los tres últimos departamentos mencionados.

Para Caldas, Cauca, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima se presentarían incrementos de precipitación superiores al 10%. En estos departamentos se aprecia para este periodo de tiempo como tanto los aumentos y las disminuciones son mayores entre los distintos escenarios, especialmente en el RCP8.5.

**Tabla 1. Cambio porcentual (%) de la precipitación por departamentos proyectado por los 4 escenarios RCP.**

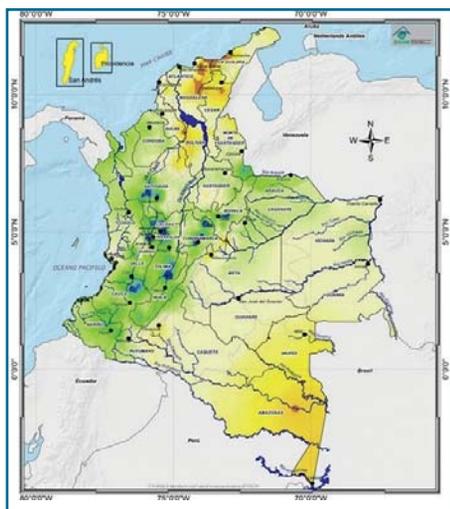
PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonas	-15,39	-13,67	-14,84	-15,85	-16,41	-12,86	-12,47	-11,46	-14,80	-14,37	-14,03	-10,73
Antioquia	4,91	4,71	4,88	5,24	6,47	4,88	6,91	8,44	5,90	6,66	9,30	9,73
Arauca	1,00	1,45	1,09	2,42	-0,28	0,80	2,23	0,93	0,91	0,60	2,68	-6,38
Atlántico	-7,67	-8,30	-7,39	-10,26	-4,80	-11,56	-9,52	-9,76	-9,67	-11,89	-11,26	-19,19
Bogotá D.C.	7,89	7,79	6,57	7,21	9,10	14,43	9,53	13,59	10,78	10,03	8,27	12,67
Bolívar	-15,36	-15,85	-15,09	-15,76	-13,90	-15,99	-15,22	-16,64	-15,05	-15,48	-17,13	-19,04
Boyacá	6,09	6,41	5,84	7,76	7,18	3,44	3,69	8,31	7,29	4,08	3,19	2,09
Caldas	18,48	20,61	20,16	23,20	21,66	20,86	22,61	27,14	16,73	22,44	28,12	30,57
Caquetá	-21,04	-19,82	-18,99	-16,86	-18,93	-19,02	-19,32	-14,32	-20,25	-19,68	-17,15	-10,42
Casanare	-2,51	-2,67	-2,77	-0,90	0,56	-2,75	-2,14	-4,01	-4,82	-4,63	-4,06	-4,92
Cauca	14,33	15,98	16,18	17,15	15,47	16,36	17,15	17,06	15,01	15,73	18,40	23,01
Cesar	-15,72	-16,32	-15,32	-15,91	-15,94	-17,29	-16,20	-19,34	-17,22	-18,91	-19,82	-23,45
Chocó	-5,29	-6,06	-5,20	-4,04	-3,21	-5,72	-4,04	-2,02	-4,35	-5,20	-2,59	-3,00
Córdoba	1,88	0,14	1,56	1,94	3,62	-0,12	1,88	-0,18	0,59	-0,53	-1,42	-2,72
Cundinamarca	8,47	9,24	7,99	12,08	10,66	8,40	9,00	13,28	9,14	8,22	8,21	8,29
Guainía	-8,03	-8,20	-5,49	-7,01	-6,52	-8,18	-9,66	-9,58	-9,86	-7,70	-9,27	-9,56
Guaviare	-7,19	-8,68	-6,65	-7,15	-6,64	-8,06	-9,36	-4,07	-6,72	-4,70	-5,11	-4,66
Huila	14,15	17,53	16,52	17,31	14,49	18,25	17,74	16,89	13,88	17,92	17,24	23,91
La Guajira	-14,96	-15,86	-14,50	-15,14	-15,61	-17,53	-16,57	-18,62	-17,48	-20,87	-20,02	-24,84
Magdalena	-19,13	-20,03	-18,65	-19,44	-19,59	-21,87	-20,83	-22,50	-21,80	-24,68	-23,24	-26,79
Meta	-8,08	-7,88	-7,46	-6,33	-5,16	-7,29	-5,68	-3,87	-7,05	-4,67	-3,89	-3,01
Nariño	11,08	12,44	13,69	11,90	11,00	12,38	13,42	11,33	8,83	12,53	12,03	12,20
Norte de Santander	1,41	0,95	1,00	3,57	0,88	-0,02	0,21	2,19	0,91	-0,24	-0,35	-4,16
Putumayo	3,10	6,28	4,45	7,20	5,97	1,76	6,73	8,02	2,26	4,55	6,74	13,20
Quindío	6,77	7,19	6,34	6,75	8,21	9,95	12,20	20,11	5,63	16,04	24,28	26,16
Risaralda	16,31	19,42	18,26	23,60	19,11	18,61	20,32	28,24	12,43	21,38	28,36	32,30
San Andrés y Providencia	-30,35	-30,54	-30,20	-31,09	-30,21	-33,51	-32,78	-34,27	-33,08	-33,99	-33,01	-33,67
Santander	1,14	1,07	0,54	3,45	1,04	-0,48	-1,29	1,95	0,01	-0,78	-1,15	-3,86
Sucre	-12,00	-11,82	-11,30	-11,06	-11,42	-13,27	-13,38	-15,74	-13,48	-15,97	-16,20	-21,66
Tolima	9,36	10,89	10,54	13,34	13,20	12,21	13,11	18,56	8,55	14,25	17,24	18,72
Valle del Cauca	6,38	7,81	6,59	5,44	6,91	4,82	6,08	4,33	8,93	6,72	6,14	2,66
Vaupés	-21,92	-19,90	-20,49	-20,30	-20,56	-23,79	-22,69	-18,72	-22,26	-21,87	-23,31	-23,28
Vichada	-2,10	-1,33	-0,64	-1,62	-0,31	-2,38	-1,88	-2,96	-2,74	-1,36	-2,35	-3,89

Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).

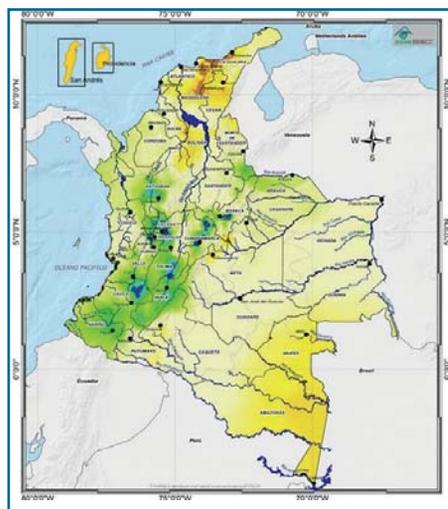


**Figura 13. Distribución espacial del cambio de la precipitación proyectado por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2011-2040, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

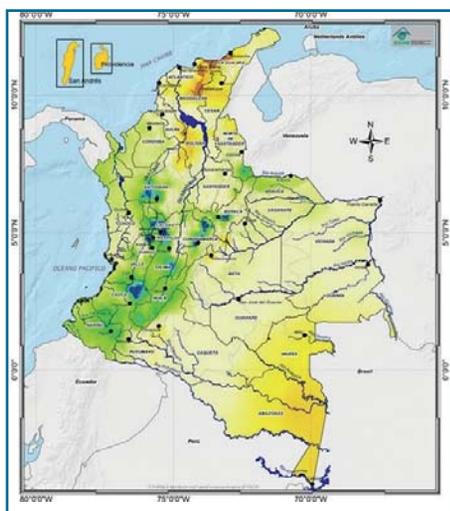
*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*



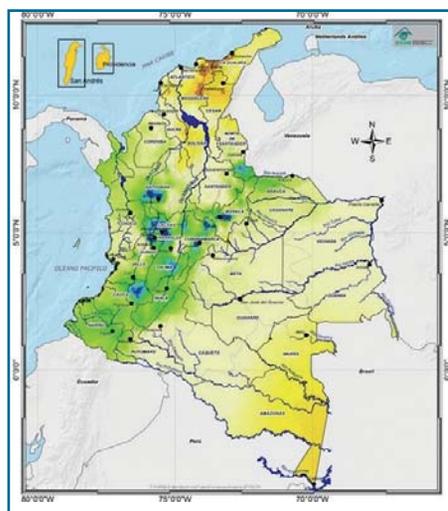
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0

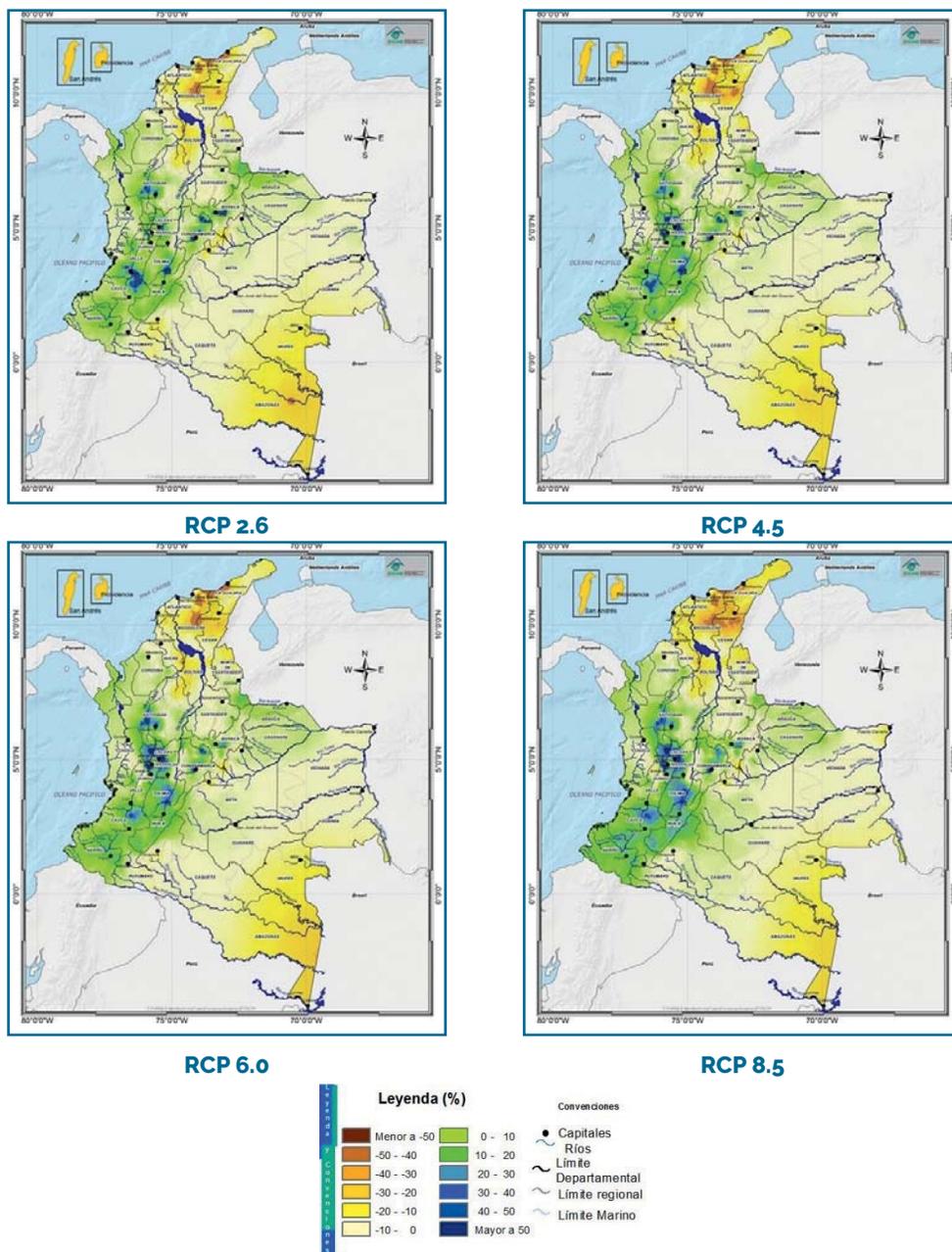


RCP 8.5



**Figura 14. Distribución espacial del cambio de la precipitación proyectado por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2041-2070, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*



**Figura 15. Distribución espacial del cambio de la precipitación proyectado por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2071-2100, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*

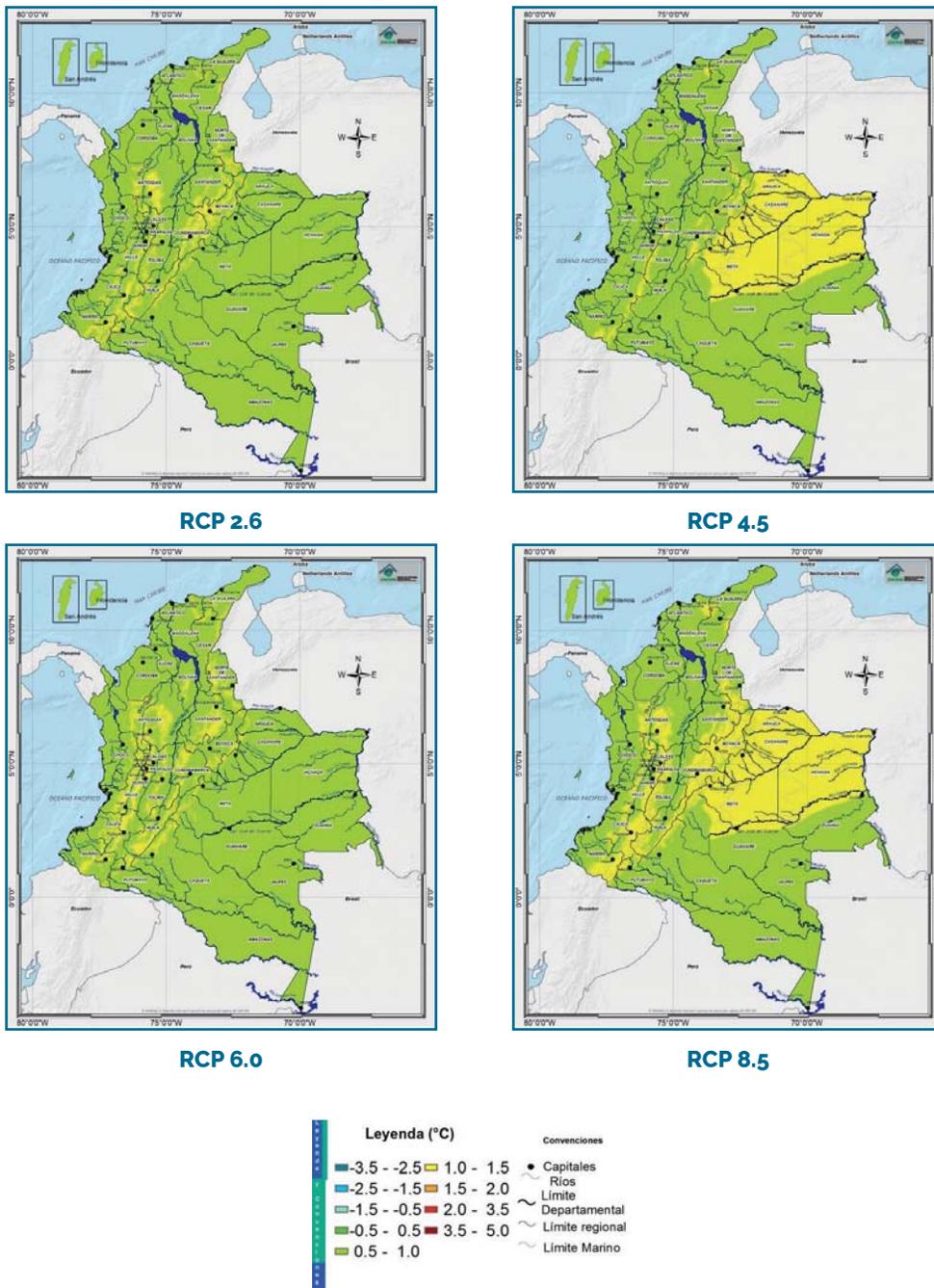
En cuanto a la temperatura media, para el periodo 2011-2040, en relación con el periodo de referencia 1976-2005, ésta se incrementaría en aproximadamente 1,0°C bajo los 4 escenarios (Figura 16). En el caso del periodo 2041-2070, se observaría un aumento de alrededor de 1,0°C a 1,5°C en el RCP2.6 y 1,5°C a 2,5°C en el RCP8.5 (Figura 17). Finalmente, en el periodo 2071-2100 se esperaba un aumento de alrededor de 1,0°C

en el RCP2.6 y de 2,0°C a 4,0°C en el RCP8.5 para el país (Figura 18). A nivel departamental, en general para los tres periodos los mayores aumentos se presentarían en los departamentos de Arauca, Casanare, Cesar, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Santander, Sucre y Vichada. Los cambios más bajos se esperarían en Antioquia, el Distrito Capital, Cauca, Huila, Nariño y San Andrés y Providencia (Tabla 2).

**Tabla 2. Anomalía de la temperatura media (°C) por departamentos y a nivel país, proyectada por los 4 escenarios RCP.**

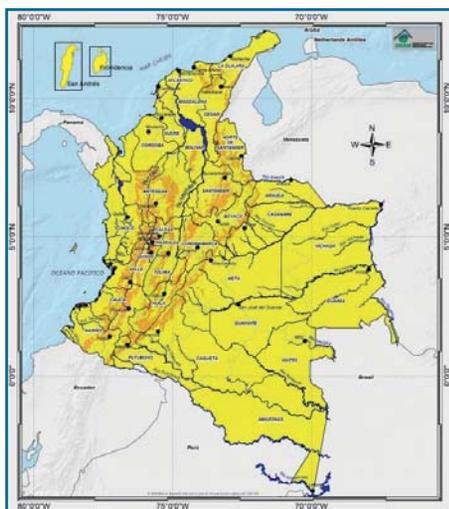
PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonas	0,79	0,91	0,74	0,96	1,22	1,73	1,55	2,34	1,13	2,05	2,37	4,07
Antioquia	0,82	0,86	0,77	0,96	1,14	1,51	1,44	2,19	1,15	1,80	2,18	3,61
Arauca	1,02	1,10	0,91	1,18	1,41	1,96	1,76	2,66	1,38	2,31	2,59	4,49
Atlántico	1,04	1,13	1,06	1,22	1,32	1,59	1,57	2,24	1,36	1,92	2,15	3,34
Bogotá D.C.	0,84	0,89	0,79	0,97	1,14	1,61	1,42	2,24	1,20	1,70	2,24	3,79
Bolívar	1,02	1,06	0,91	1,12	1,25	1,83	1,62	2,38	1,18	1,96	2,23	3,73
Boyacá	0,88	0,94	0,79	1,03	1,20	1,71	1,55	2,37	1,21	1,91	2,38	4,00
Caldas	0,91	1,03	0,88	1,07	1,29	1,83	1,60	2,32	1,26	2,11	2,43	3,70
Caquetá	0,92	0,94	0,82	1,04	1,24	1,60	1,53	2,33	1,19	1,89	2,21	3,64
Casanare	1,02	1,10	0,92	1,13	1,37	1,96	1,72	2,48	1,39	2,11	2,41	3,98
Cauca	0,78	0,83	0,72	0,91	1,10	1,49	1,43	2,13	1,08	1,78	2,15	3,48
Cesar	1,20	1,30	1,08	1,28	1,42	2,02	1,86	2,67	1,45	2,25	2,49	4,17
Chocó	0,87	0,93	0,83	1,04	1,23	1,62	1,51	2,21	1,27	1,95	2,31	3,66
Córdoba	0,98	1,06	0,90	1,08	1,28	1,86	1,57	2,39	1,24	1,93	2,23	3,61
Cundinamarca	0,87	0,93	0,82	1,01	1,18	1,66	1,49	2,29	1,23	1,84	2,26	3,82
Guainía	0,94	1,13	0,89	1,05	1,37	1,85	1,66	2,69	1,45	2,31	2,69	4,15
Guaviare	0,95	0,97	0,88	1,09	1,32	1,83	1,68	2,55	1,29	2,19	2,50	4,20
Huila	0,83	0,86	0,77	0,94	1,13	1,51	1,44	2,15	1,08	1,78	2,11	3,54
La Guajira	1,00	1,05	0,95	1,14	1,32	1,67	1,58	2,34	1,29	2,12	2,31	3,61
Magdalena	1,13	1,18	0,95	1,19	1,34	1,90	1,68	2,45	1,39	2,11	2,42	3,98
Meta	0,96	1,07	0,92	1,10	1,36	1,86	1,69	2,48	1,39	2,05	2,37	4,01
Nariño	0,75	0,76	0,67	0,86	1,03	1,42	1,36	2,09	1,05	1,75	2,06	3,34
Norte de Santander	0,93	1,03	0,85	1,11	1,30	1,85	1,73	2,64	1,27	2,26	2,63	4,42
Putumayo	0,88	0,95	0,80	1,00	1,22	1,65	1,50	2,26	1,24	1,92	2,23	3,47
Quindío	0,83	0,91	0,81	0,96	1,13	1,68	1,52	2,30	1,11	1,89	2,32	3,59
Risaralda	0,83	0,93	0,78	0,97	1,13	1,75	1,47	2,19	1,10	2,04	2,35	3,51
San Andrés y Providencia	0,84	0,87	0,81	0,95	1,18	1,42	1,44	2,12	1,17	1,77	2,01	3,09
Santander	0,94	1,01	0,89	1,10	1,31	1,81	1,66	2,53	1,27	2,05	2,47	4,18
Sucre	0,97	1,14	0,87	1,07	1,27	1,91	1,61	2,44	1,08	1,87	2,11	3,65
Tolima	0,89	1,01	0,88	1,06	1,26	1,79	1,59	2,28	1,22	2,01	2,32	3,68
Valle del Cauca	0,90	1,01	0,90	1,08	1,24	1,68	1,58	2,23	1,19	1,99	2,42	3,62
Vaupés												
Vichada	0,99	1,09	0,94	1,13	1,41	1,93	1,75	2,63	1,35	2,26	2,60	4,22
Colombia	0,92	1,00	0,86	1,06	1,25	1,73	1,58	2,36	1,24	2,00	2,33	3,79

Fuente: (Armenta, Dorado, Rodriguez, & Ruiz, 2015).



**Figura 16. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura media proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2011-2040, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

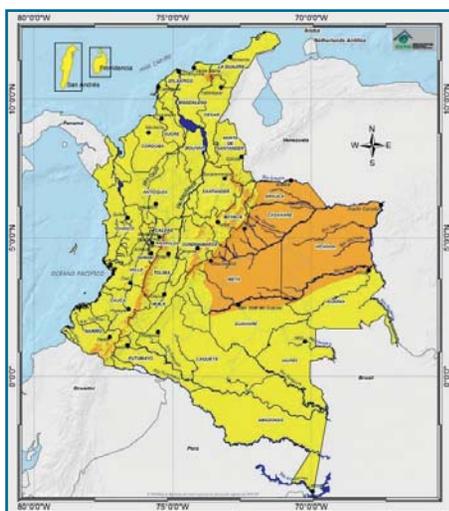
*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*



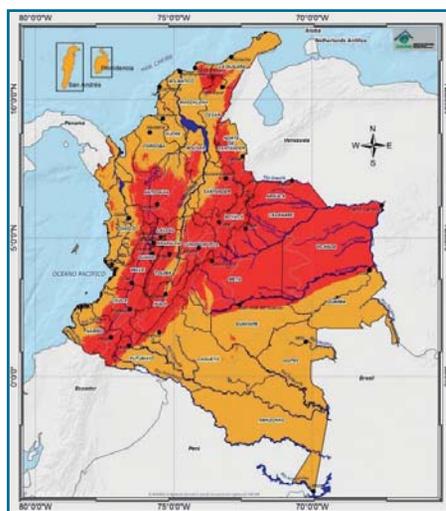
RCP 2.6



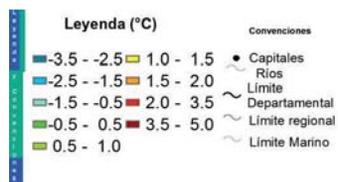
RCP 4.5



RCP 6.0

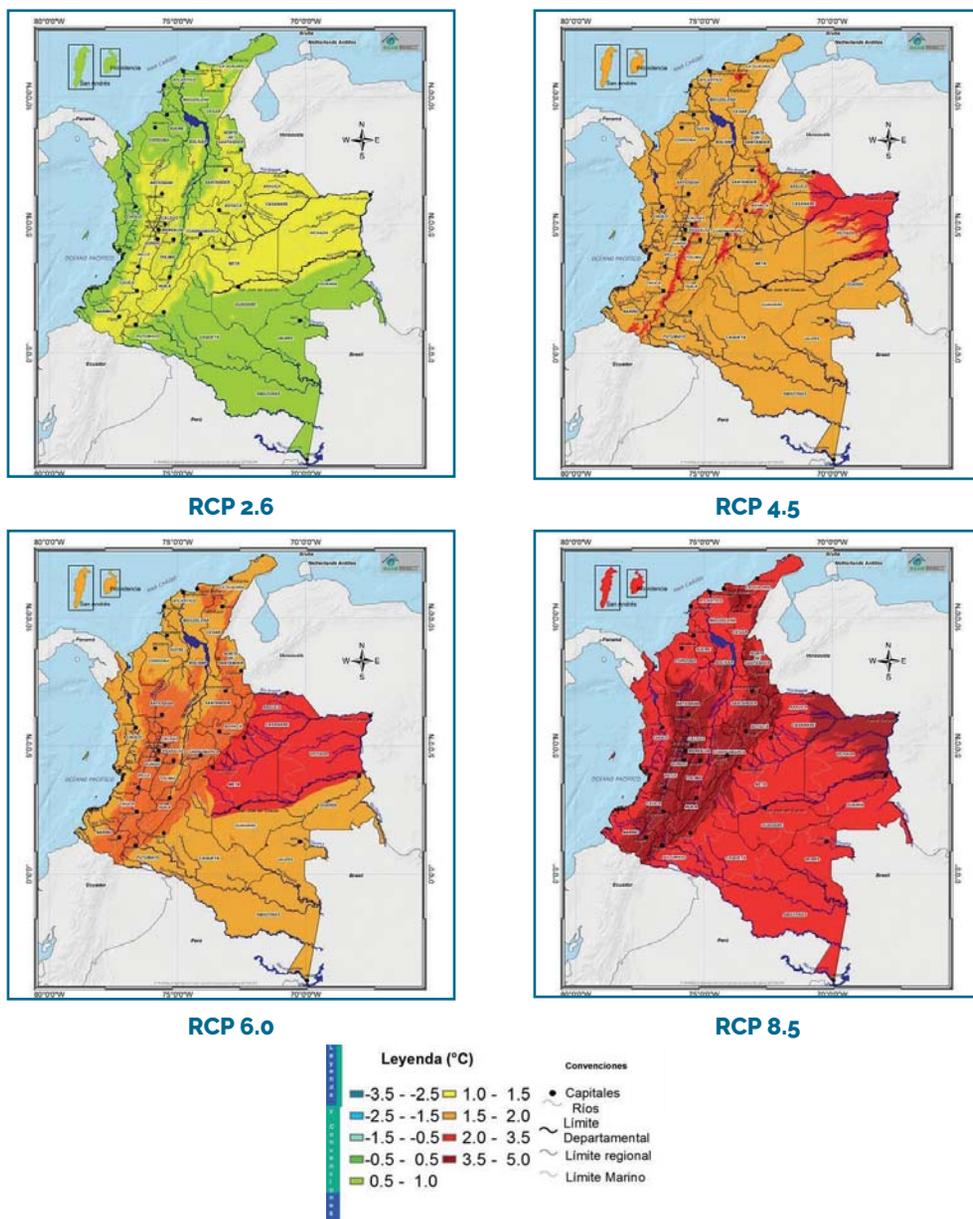


RCP 8.5



**Figura 17. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura media proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2041-2070, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*



**Figura 18. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura media proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2071-2100, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*

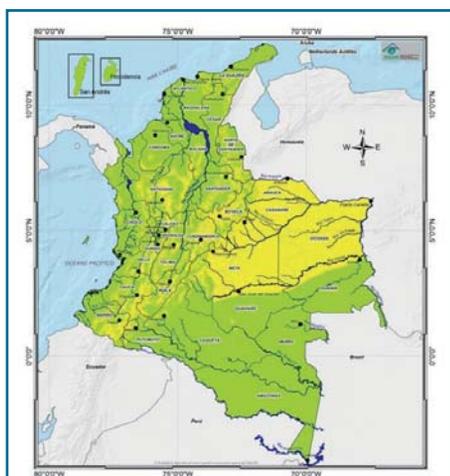
Para la temperatura máxima, las proyecciones muestran cambios de alrededor de 1,0°C en los cuatro escenarios en el periodo 2011-2040, en relación con el periodo 1976-2005 (Figura 19). En el periodo 2041-2070 se observarían aumentos promedios de alrededor de 1,2°C bajo el RCP2.6, de 1,6°C bajo los RCP4.5 y RCP6.0, y de 2,4°C bajo el RCP8.5 (Figura 20). Entre tanto, para el periodo 2071-2100 se puede apreciar que, en comparación con el periodo de referencia,

los aumentos estarían estimados cerca de 1,2°C bajo el RCP2.6, próximos a 2,1°C bajo los RCP4.5 y RCP6.0, y de alrededor 4,0°C bajo el RCP8.5 (Figura 21). A nivel departamental en Colombia (Tabla 3), en general para los tres periodos se esperaba que los aumentos más significativos se dieran en Arauca, Caldas, Cesar, Quindío y Santander; mientras que Bogotá, Cauca, Magdalena, Putumayo y San Andrés y Providencia presentarían los aumentos más bajos.

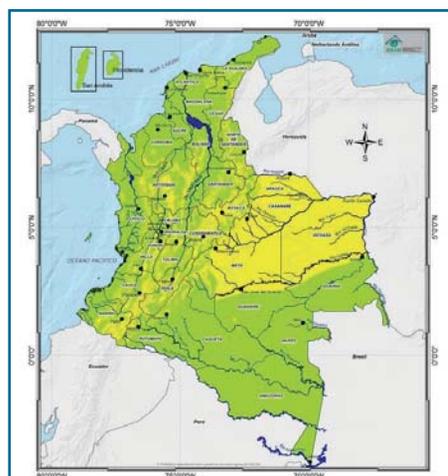
**Tabla 3. Anomalía de la temperatura máxima (°C) por departamentos y a nivel país, proyectada por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
DEPARTAMENTO	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonas	1,01	1,16	0,86	1,11	1,25	2,01	1,69	2,84	1,17	2,00	2,28	4,21
Antioquia	0,96	0,97	0,89	1,09	1,29	1,72	1,66	2,48	1,37	2,01	2,39	3,96
Arauca	1,12	1,19	1,08	1,34	1,37	1,98	1,90	2,85	1,29	2,29	2,67	4,54
Atlántico	0,93	1,01	0,90	1,09	1,20	1,52	1,47	2,15	1,15	1,85	2,05	3,26
Bogotá D.C.	0,61	0,68	0,57	0,75	0,77	1,31	1,27	1,96	0,73	1,61	1,92	3,51
Bolívar	1,07	1,12	1,01	1,17	1,36	1,87	1,70	2,55	1,31	2,19	2,37	3,87
Boyacá	0,85	0,94	0,79	1,04	1,18	1,72	1,62	2,48	1,23	2,10	2,45	4,12
Caldas	1,12	1,18	1,13	1,34	1,49	1,98	1,85	2,58	1,51	2,47	2,77	4,04
Caquetá	0,98	1,00	0,87	1,08	1,28	1,71	1,60	2,49	1,23	1,90	2,19	3,71
Casanare	1,08	1,12	1,00	1,26	1,37	1,96	1,79	2,62	1,45	2,28	2,61	4,21
Cauca	0,76	0,83	0,70	0,89	1,09	1,51	1,40	2,16	1,05	1,80	2,07	3,46
Cesar	1,34	1,37	1,29	1,49	1,62	2,22	2,11	2,93	1,63	2,56	2,86	4,52
Chocó	0,84	0,87	0,81	0,98	1,14	1,62	1,48	2,16	1,13	1,99	2,24	3,64
Córdoba	1,05	1,10	1,01	1,19	1,27	1,93	1,62	2,37	1,30	1,95	2,27	3,64
Cundinamarca	0,78	0,85	0,75	0,95	1,04	1,60	1,48	2,26	1,12	1,89	2,18	3,74
Guainía												
Guaviare	0,99	1,01	0,86	1,07	1,27	1,76	1,68	2,64	1,31	2,10	2,41	4,48
Huila	0,96	1,03	0,88	1,10	1,26	1,75	1,62	2,46	1,20	2,07	2,44	3,84
La Guajira	0,97	1,05	0,95	1,10	1,29	1,73	1,56	2,30	1,29	1,95	2,22	3,50
Magdalena	0,60	0,71	0,56	0,82	0,96	1,34	1,25	2,06	0,91	1,65	1,87	3,34
Meta	1,04	1,09	0,97	1,21	1,34	1,87	1,76	2,58	1,35	2,19	2,63	4,31
Nariño	0,84	0,86	0,78	0,96	1,20	1,52	1,47	2,22	1,17	1,80	2,16	3,49
Norte de Santander	0,91	0,98	0,89	1,09	1,24	1,79	1,74	2,59	1,25	2,26	2,56	4,22
Putumayo	0,75	0,72	0,66	0,78	1,11	1,34	1,33	2,01	1,02	1,56	1,86	3,17
Quindío	1,17	1,17	1,13	1,34	1,52	2,00	1,88	2,61	1,59	2,47	2,72	4,12
Risaralda	0,86	0,91	0,78	1,05	1,18	1,76	1,50	2,21	1,08	2,14	2,41	3,63
San Andrés y Providencia	0,75	0,78	0,74	0,83	1,06	1,29	1,17	1,88	0,99	1,37	1,60	2,62
Santander	1,03	1,07	0,94	1,19	1,36	1,83	1,78	2,69	1,39	2,33	2,66	4,36
Sucre	1,10	1,12	1,09	1,11	1,16	2,00	1,72	2,30	1,27	1,90	2,13	3,57
Tolima	1,00	1,07	0,98	1,19	1,35	1,91	1,72	2,47	1,31	2,19	2,55	3,86
Valle del Cauca	0,93	1,00	0,89	1,06	1,25	1,78	1,56	2,29	1,21	2,09	2,34	3,59
Vaupés												
Vichada	1,08	1,11	0,98	1,22	1,46	1,96	1,82	2,76	1,40	2,41	2,67	4,27
Colombia	0,95	1,00	0,89	1,09	1,25	1,75	1,62	2,42	1,24	2,04	2,34	3,83

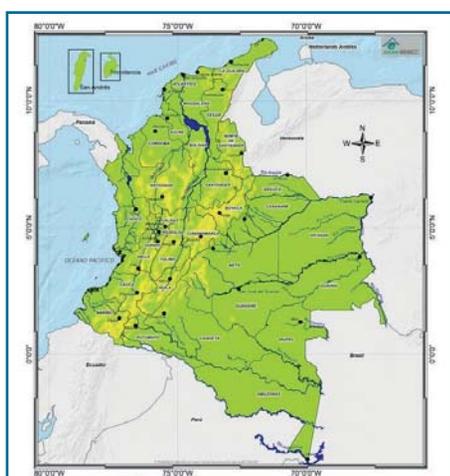
Fuente: (Armenta, Dorado, Rodriguez, & Ruiz, 2015).



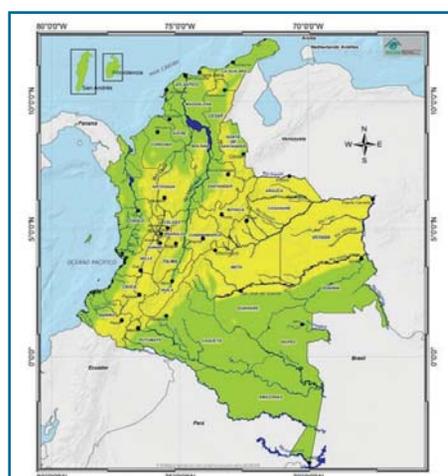
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0

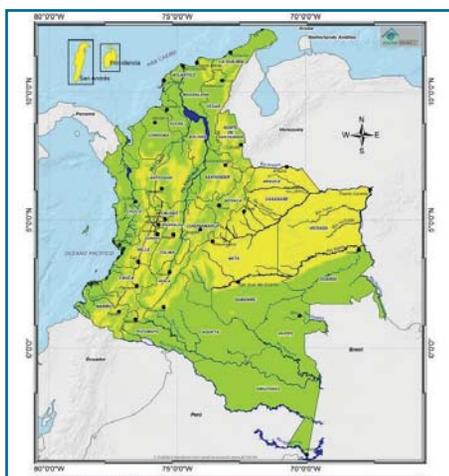


RCP 8.5

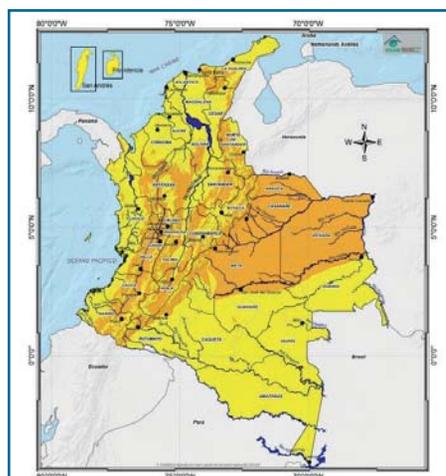


Figura 19. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura máxima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2011-2040, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.

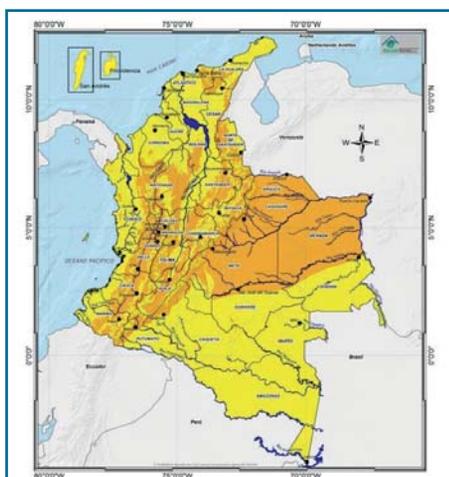
Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).



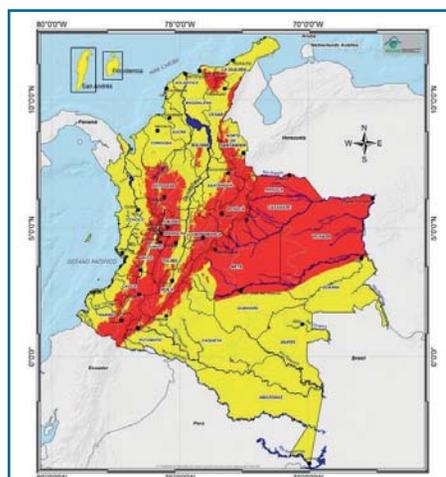
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0



RCP 8.5

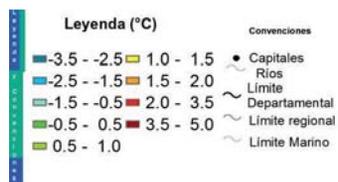
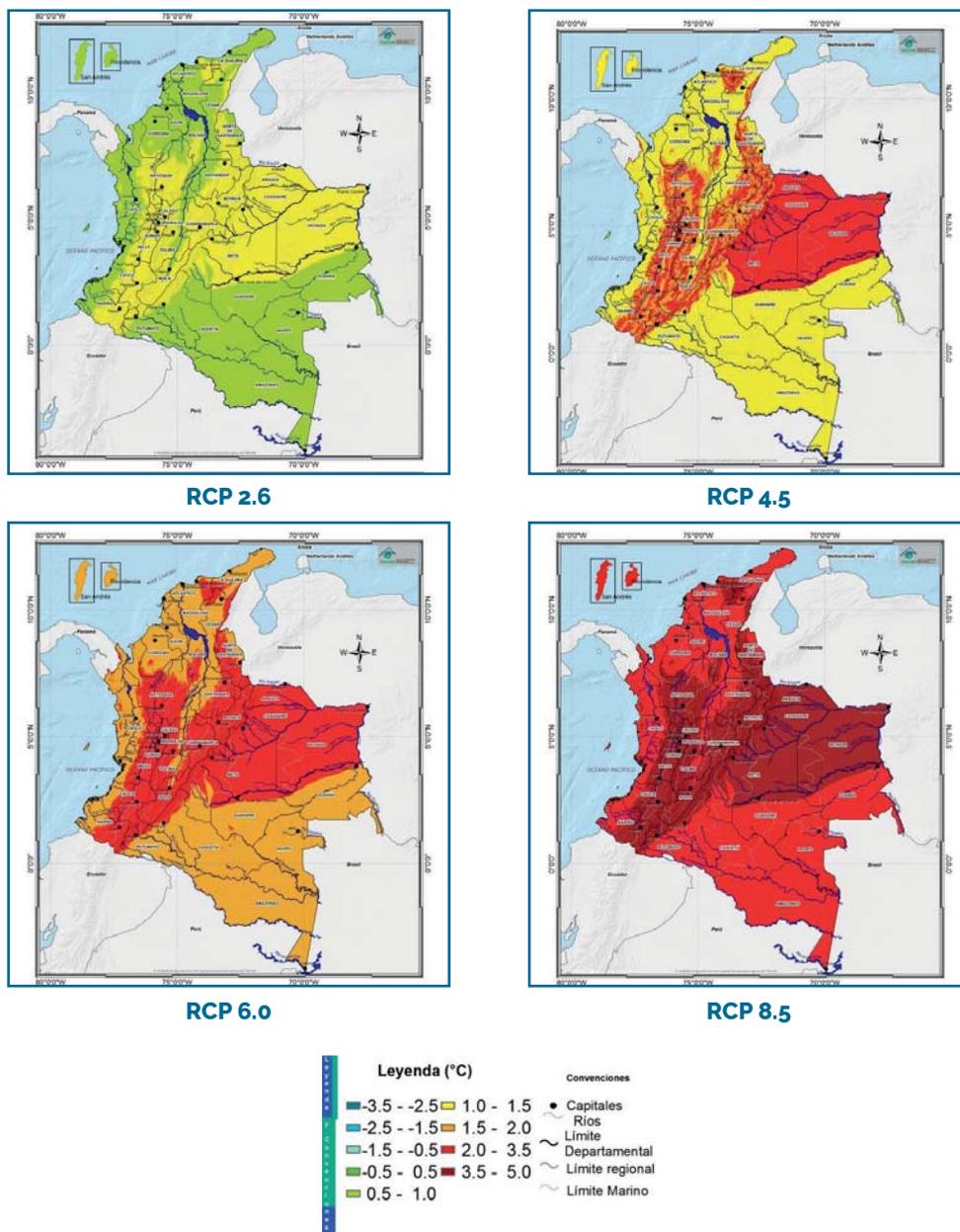


Figura 20. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura máxima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2041-2070, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.

Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).



**Figura 21. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura máxima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2071-2100, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.**

*Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).*

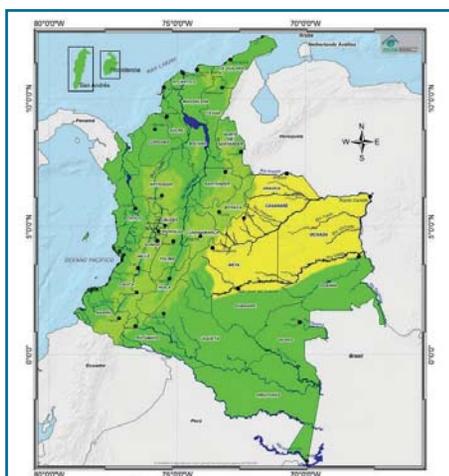
Finalmente, la temperatura mínima en Colombia mostraría en el primer periodo (2011-2040), incrementos cercanos a los 0,7°C en los diferentes escenarios (Figura 22), en comparación con el periodo 1976-2005. Para el periodo 2041-2070 se presentarían cambios de aproximadamente 1,0°C bajo el RCP2.6, de 1,5°C bajo los RCP4.5 y RCP6.0 y cerca de 2,0°C bajo el RCP8.5 (Figura 23). Entre tanto, durante el periodo 2071-2100, la temperatura

mínima en el país se incrementaría en cerca de 1,0°C bajo el RCP2.6, en 2,0°C bajo los escenarios intermedios (RCP4.5 y RCP6.0) y alrededor de 3,5°C bajo el RCP8.5 (Figura 24). A nivel departamental, de forma general para los tres periodos los mayores aumentos se presentarían en Arauca, Casanare, Guaviare y Vichada, y los menores en Atlántico, Cesar, Córdoba, Magdalena y San Andrés y Providencia (Tabla 4).

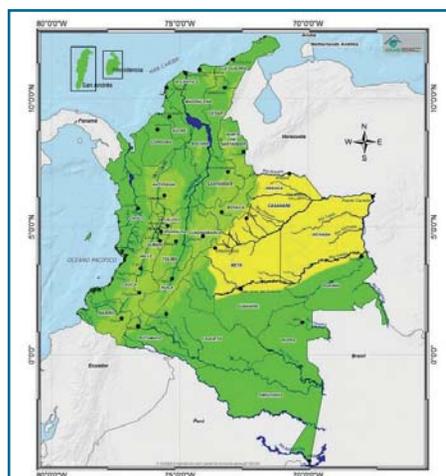
**Tabla 4. Anomalía de la temperatura mínima (°C) por departamentos y a nivel país, proyectada por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonas	0,79	0,93	0,71	0,94	1,24	1,66	1,50	2,29	1,24	1,94	2,11	3,54
Antioquia	0,69	0,76	0,64	0,84	1,03	1,53	1,36	2,11	0,99	1,80	2,14	3,52
Arauca	1,15	1,31	1,19	1,38	1,68	2,04	1,83	2,91	1,57	2,33	2,86	4,40
Atlántico	0,49	0,50	0,44	0,60	0,76	1,07	0,98	1,62	0,73	1,26	1,47	2,66
Bogotá D.C.	0,75	0,85	0,67	0,88	1,15	1,64	1,42	2,22	1,13	2,00	2,30	3,66
Bolívar	0,43	0,48	0,37	0,57	0,67	1,11	1,01	1,67	0,66	1,35	1,61	2,99
Boyacá	0,84	0,90	0,73	0,95	1,20	1,69	1,51	2,33	1,18	1,98	2,34	3,88
Caldas	0,62	0,70	0,58	0,75	0,89	1,48	1,30	1,93	0,89	1,82	2,07	3,36
Caquetá	0,95	1,03	0,91	1,08	1,25	1,68	1,54	2,30	1,24	1,95	2,31	3,58
Casanare	1,23	1,42	1,17	1,40	1,65	2,16	1,96	2,89	1,54	2,47	2,85	4,17
Cauca	0,69	0,75	0,63	0,81	1,05	1,49	1,35	2,06	1,05	1,84	2,16	3,51
Cesar	0,16	0,22	0,15	0,34	0,47	1,02	0,83	1,55	0,43	1,23	1,52	2,83
Chocó	0,82	0,85	0,76	0,90	1,07	1,55	1,45	2,11	1,11	1,95	2,15	3,56
Córdoba	0,48	0,50	0,44	0,63	0,69	1,16	1,07	1,68	0,65	1,43	1,71	2,87
Cundinamarca	0,74	0,82	0,66	0,85	1,11	1,60	1,40	2,19	1,11	1,96	2,26	3,65
Guainía												
Guaviare	1,38	1,44	1,31	1,51	1,74	2,27	2,06	2,91	1,84	2,57	2,98	4,49
Huila	0,82	0,87	0,73	0,91	1,16	1,63	1,46	2,17	1,17	1,97	2,27	3,63
La Guajira	0,84	0,80	0,82	0,99	1,16	1,47	1,40	2,12	1,06	1,75	2,00	3,40
Magdalena	0,34	0,40	0,30	0,52	0,62	1,08	0,98	1,66	0,60	1,32	1,51	2,90
Meta	0,98	1,05	0,95	1,14	1,28	1,79	1,63	2,42	1,26	2,11	2,40	3,84
Nariño	0,73	0,82	0,68	0,86	1,09	1,53	1,41	2,09	1,07	1,86	2,12	3,41
Norte de Santander	0,88	0,98	0,85	1,08	1,26	1,80	1,66	2,47	1,22	2,00	2,45	4,04
Putumayo	0,88	0,90	0,79	0,92	1,17	1,61	1,49	2,17	1,12	1,91	2,26	3,61
Quindío	0,79	0,88	0,80	0,94	1,08	1,65	1,51	2,05	1,10	2,04	2,21	3,62
Risaralda	0,44	0,53	0,41	0,56	0,71	1,28	1,10	1,75	0,67	1,62	1,86	3,13
San Andrés y Providencia	0,44	0,42	0,39	0,52	0,64	0,88	0,84	1,25	0,65	1,00	1,27	2,19
Santander	0,84	0,92	0,77	1,01	1,19	1,72	1,56	2,38	1,14	1,94	2,33	3,91
Sucre	0,52	0,55	0,51	0,70	0,72	1,22	1,13	1,72	0,72	1,48	1,81	2,91
Tolima	0,71	0,81	0,66	0,83	1,03	1,51	1,36	2,06	1,03	1,86	2,11	3,45
Valle del Cauca	0,63	0,71	0,58	0,75	0,96	1,46	1,29	1,97	0,93	1,82	2,09	3,36
Vaupés	0,64	0,78	0,60	0,83	1,09	1,53	1,24	2,31	1,09	1,70	1,91	3,20
Vichada	1,12	1,22	1,02	1,25	1,46	2,08	1,81	2,74	1,40	2,25	2,55	4,14
Colombia	0,74	0,82	0,69	0,88	1,07	1,54	1,39	2,13	1,05	1,83	2,12	3,48

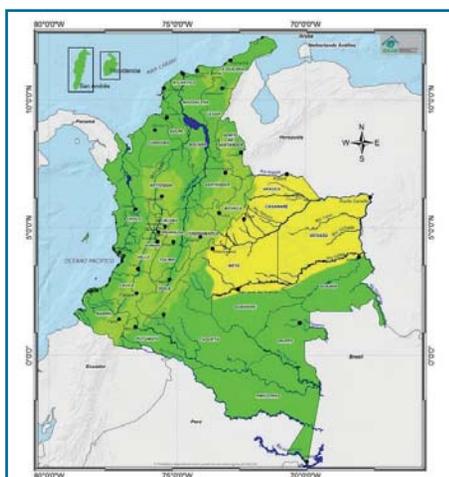
Fuente: (Armenta, Dorado, Rodriguez, & Ruiz, 2015).



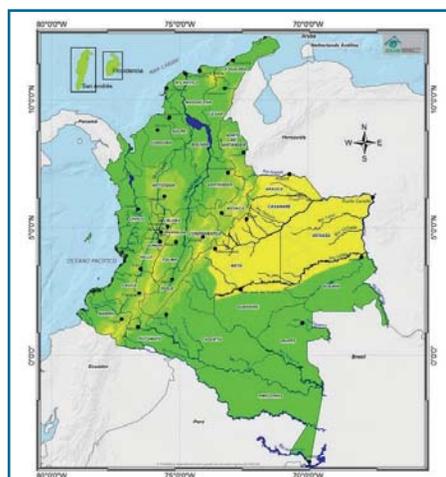
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0

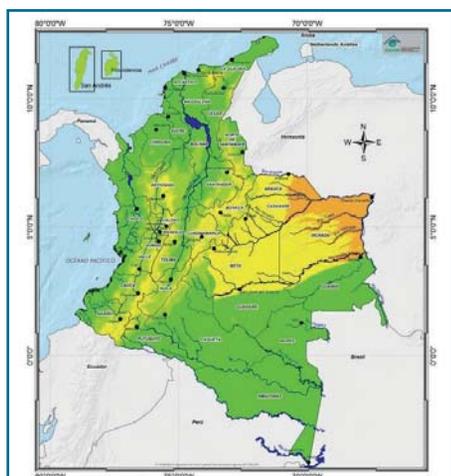


RCP 8.5

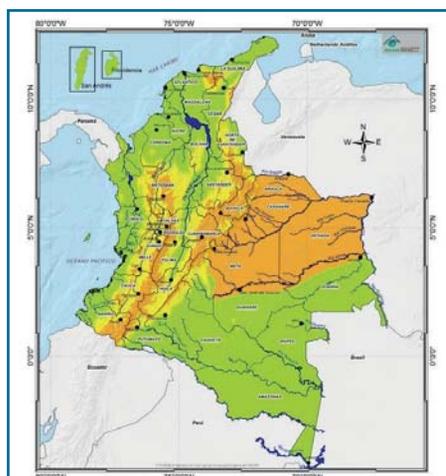


Figura 22. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura mínima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2011-2040, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.

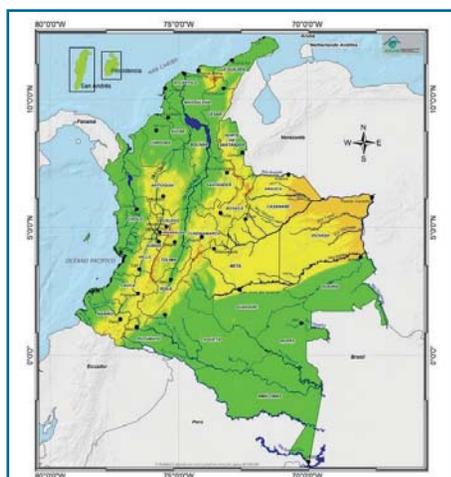
Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).



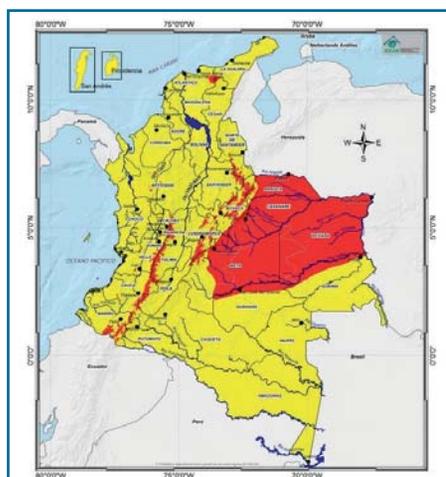
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0



RCP 8.5

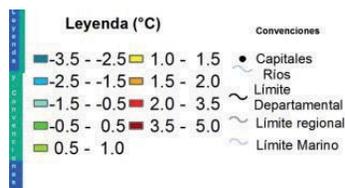
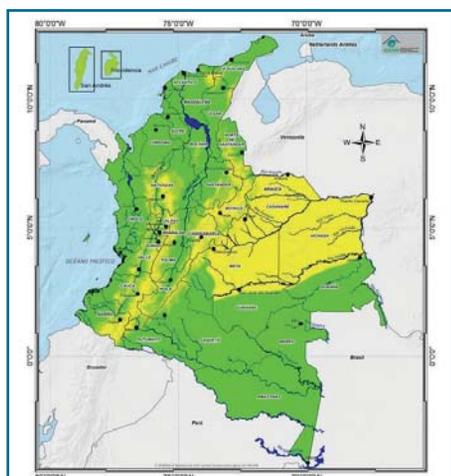
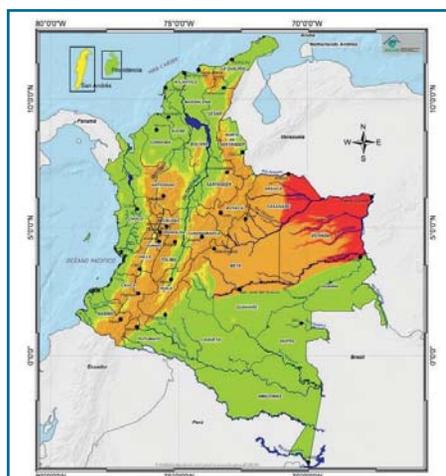


Figura 23. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura mínima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2041-2070, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.

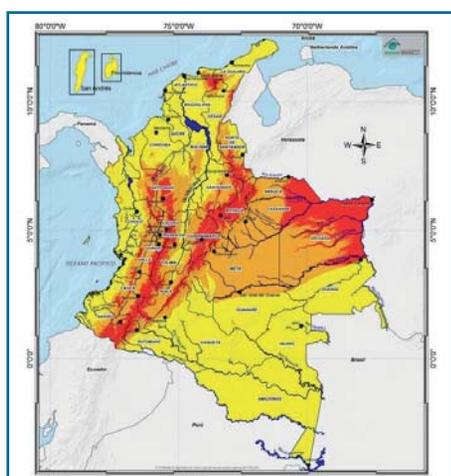
Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).



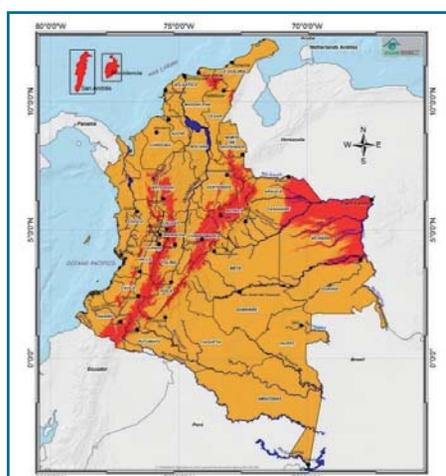
RCP 2.6



RCP 4.5



RCP 6.0



RCP 8.5



Figura 24. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura mínima proyectada por los cuatro escenarios RCP para el periodo 2071-2100, con respecto al periodo de referencia 1976-2005.

Fuente: (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Ruiz, 2015).

#### 4.5 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

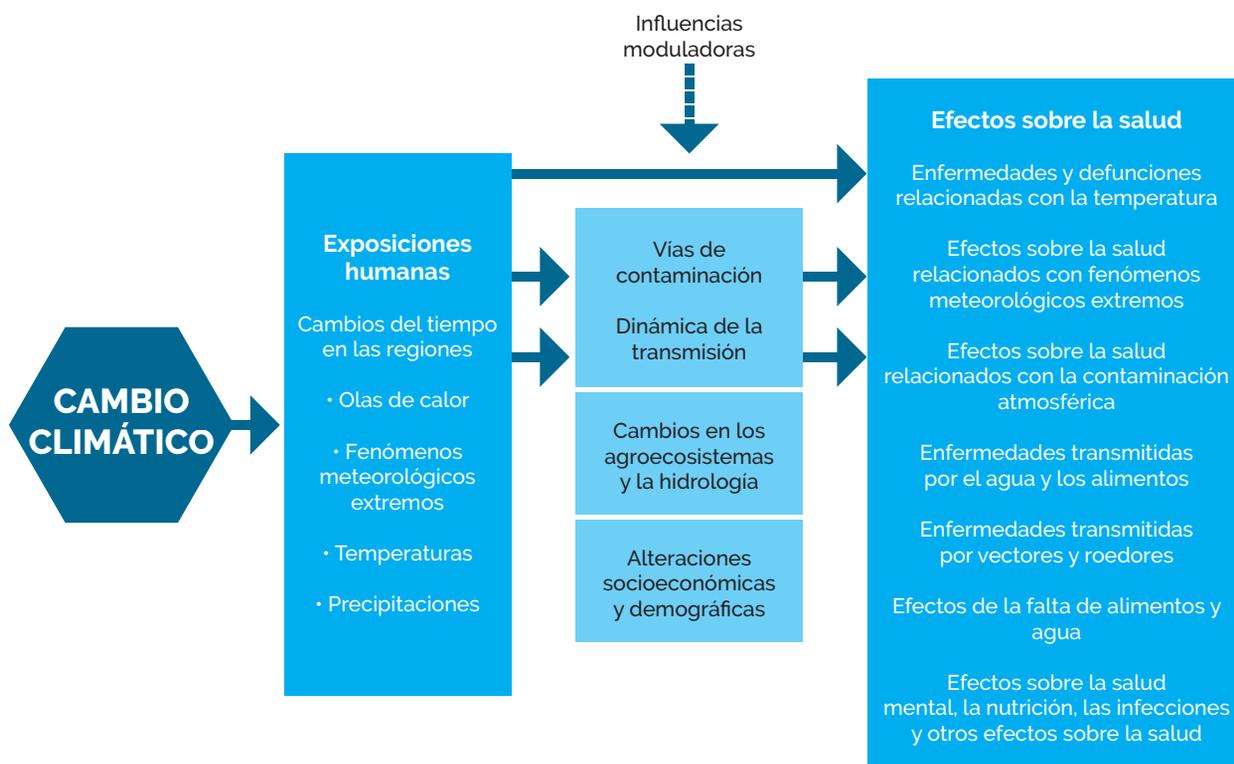
El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables y más gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU , 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre

2030 y 2050 el cambio climático causará unas 250 000 muertes más al año, debido principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor. Y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúan entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030 (OMS, 2016).

Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación y una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 22) (OMS, 2003). Entre los impactos que se pueden dar se encuentran los siguientes:

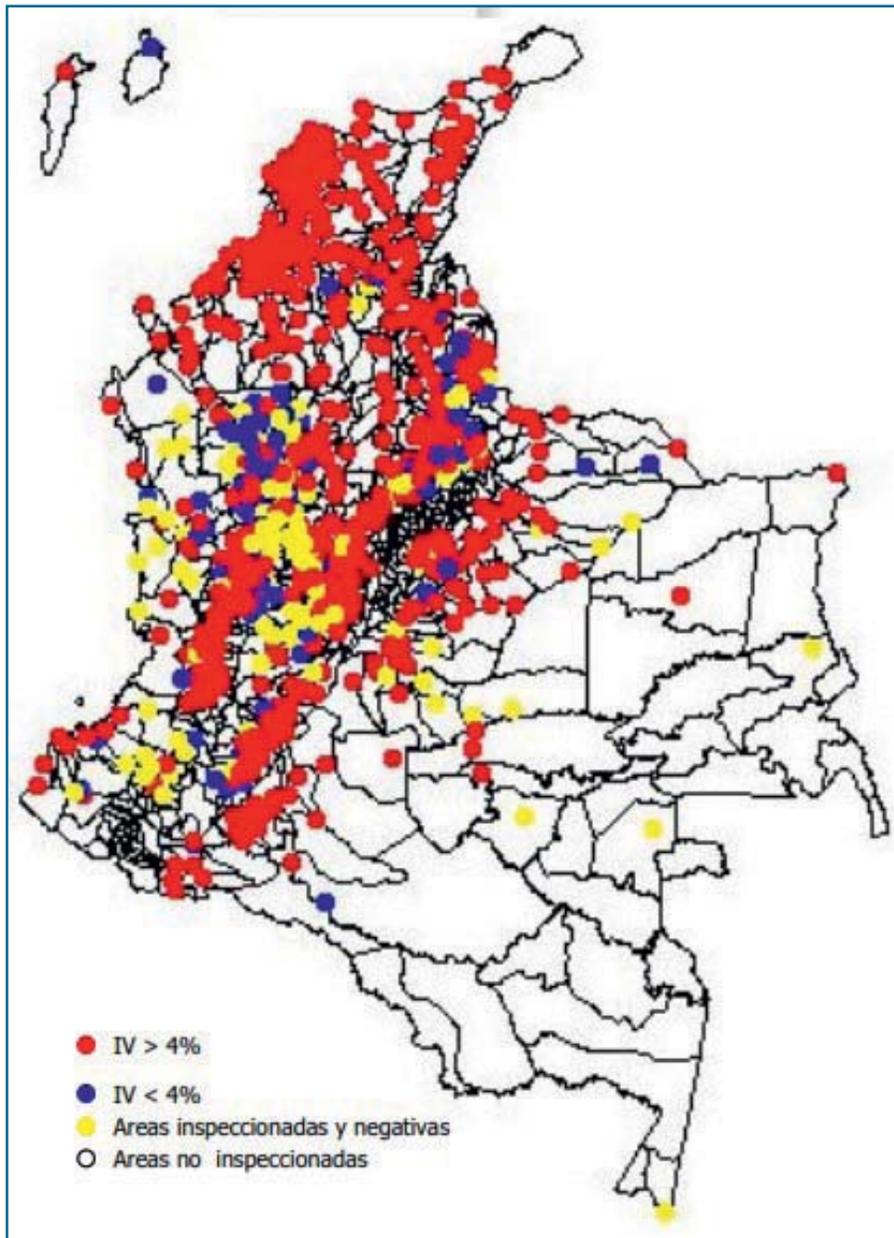
- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.
- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción, lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.



**Figura 25. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana. Fuente: (OMS, 2003).**

En el caso de Colombia, si bien tanto las tendencias climáticas históricas como los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la temperatura, para la precipitación la tendencia hacia el incremento de la misma se presenta principalmente en la región Andina y en la parte central del país. Por otra parte, la distribución del mosquito *aedes aegypti* (Figura 26), el cual es el principal transmisor de enfermedades tales como dengue, chikungunya y zika, muestra que éste se presenta en gran parte del país. Al comparar las tendencias climáticas y los escenarios

futuros del clima con la distribución del mosquito, se encuentra que podría darse un incremento en las zonas de distribución del mismo, principalmente en la región Andina. Esto podría ocasionar un aumento en la cantidad de casos de personas con las enfermedades transmitidas por el mosquito al año, así como una mayor área óptima para el desarrollo de estos vectores, debido principalmente al aumento de la temperatura. Así mismo, las tendencias y las proyecciones de aumento de las temperaturas media, máxima y mínima, ocasionaría mayores afectaciones en la salud ante estrés calórico.



**Figura 26. Distribución del mosquito *aedes aegypti* (vector del dengue, chikungunya y zika) en Colombia.** Fuente: (Laboratorio de Epidemiología, Instituto Nacional de Salud –INS–, 2016)

## 4.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en los diferentes estudios recientes de tendencias climáticas realizados en Colombia, se aprecia que la precipitación y la temperatura se han venido incrementando en el país con relación al comportamiento de hace 50 años. En el caso de la precipitación, ésta presenta una tendencia de aumento baja en las regiones Pacífica y Amazonía, mientras que en la región Andina la tendencia muestra incrementos importantes (superiores a los 5 mm/año). Si bien se han presentado aumentos y disminuciones importantes de precipitación cuando han ocurrido fenómenos de variabilidad climática asociados a El Niño/La Niña (reducciones significativas en el evento El Niño de 1991-1992 o incrementos considerables en el evento La Niña 2010-2011, por ejemplo), se aprecia que este tipo de fenómenos de variabilidad climática no afecta de igual forma a todo el país, y las regiones que mayor impacto tienen a estos eventos son la Andina, Caribe y Pacífica.
- De igual forma, los estudios de las evidencias de cambio climático en Colombia, muestran que las temperaturas máxima y mínima han aumentado, lo cual conlleva a una mayor cantidad de días y noches cálidos y una menor cantidad de los días y noches frías. Así mismo, el aumento de la precipitación mencionado anteriormente, ha ocasionado que cada vez se presenten más días con lluvias extremas en la mayor parte del país, siendo los más significativos en las regiones Andina y Caribe.
- Los escenarios de cambio climático, muestran que para Colombia la temperatura aumentaría en todo el país, mientras que la precipitación presenta tendencias diferenciadas, con los mayores aumentos en la región Andina y las mayores disminuciones en la región Caribe. Este incremento sería diferenciado según cada escenario, y sería más marcado desde la mitad del siglo XXI con aumentos de la temperatura del orden de 1-4°C y siendo los más fuertes en las regiones Andina y Orinoquía. La precipitación presentaría incrementos superiores al 20% en la parte occidental de la región Andina, y reducciones del mismo orden en la zona central de la región Caribe. Estos incrementos de la temperatura y la precipitación ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos a futuro, incrementándose especialmente las lluvias extremas y las olas de calor, y de igual forma, la reducción de las precipitaciones en la región Caribe ocasionaría una mayor cantidad de eventos de sequía más fuertes y prolongados.
- El impacto en la salud humana en Colombia se daría principalmente con el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, zika, entre otras), debido al aumento de la temperatura, que ocasionaría un aumento de las zonas aptas para el desarrollo de los vectores transmisores (roedores e insectos). Así mismo, el aumento de los eventos extremos asociados al incremento y/o la reducción de las lluvias podría ocasionar mayores afectaciones en los cultivos (pérdidas por inundaciones o por sequías extremas) y en los suministros de agua potable (por daños o escasez del líquido vital), generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o a contaminación del agua (enfermedades diarreicas).

- Ante el impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◇ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◇ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.
  - ◇ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
  - ◇ Generar alianzas, no sólo en los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) es prioridad la ejecución del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, y a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación y de abordaje intersectorial, apoyar procesos encaminados a la transición hacia una energía saludable. La mayor parte de la energía utilizada sigue siendo de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural). Para proteger la salud y el clima, se necesita una transición energética saludable que garantice el acceso a energía asequible, confiable, sostenible y moderna, con cero emisiones de GEI y de contaminantes del aire. El costo de la generación de energía renovable (solar, hidroeléctrica, eólica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz u olamotriz) está disminuyendo. Aumentar el uso de energía renovable maximiza los beneficios para la salud.

# REFERENCIAS

- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- Benavides, H., Hurtado, G., & Mayorga, R. (2011). Evidencias de Cambio Climático en Colombia con base en información estadística. Nota Técnica, Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales (IDEAM), Bogotá. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Evidencias+de+Cambio+Clim%C3%A1tico+en+Colombia+con+base+en+informaci%C3%B3n+estad%C3%ADstica.pdf/1170efb4-65f7-4a12-8903-b3614351423f>
- IDEAM - UNAL. (2018). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>
- IDEAM. (2018). Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá, Colombia. doi:ISBN: 978-958-8067-95-7
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC\\_COLOMBIA\\_CMNUCC\\_2017\\_2.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf)
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- Karl, T., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes. Workshop summary. Climatic Change, 42.
- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambioclim%C3%A1tico-y-salud>
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. Rep. WCDMP-47, WMO, World Meteorological Organization.
-





# 5. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECUADOR



## 5. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECUADOR

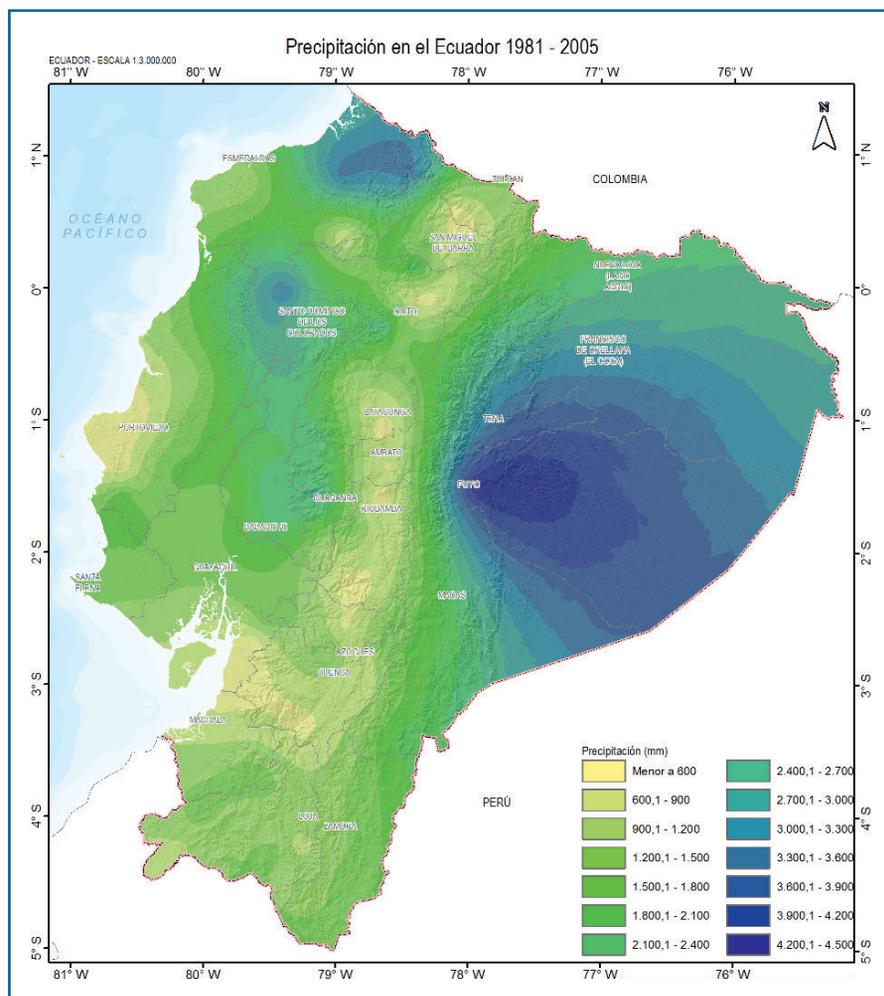
A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para el Ecuador. Este análisis surge de la revisión de los documentos oficiales recientemente generados en el país en materia de clima y cambio climático, entre ellos se encuentran: las "Evidencias de Cambio Climático en Ecuador con base en información observada" (INAMHI, 2014), el "Análisis de Tendencias Climáticas y Eventos Climáticos Extremos" (Armenta, 2016), y las "Proyecciones Climáticas de Precipitación y Temperatura para Ecuador bajo distintos Escenarios de Cambio Climático" (Armenta, Villa, & Jácome, 2016). Este último documento hizo parte de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador (MAE & PNUD, 2017).

### 5.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

Se presenta el comportamiento histórico de la precipitación, con base en los datos

del periodo 1981-2005 (Armenta, Villa, & Jácome, 2016). Este trabajo se realizó dentro de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador (MAE & PNUD, 2017), y en ella el periodo histórico de referencia se tomó con base en el hecho que los datos históricos de los modelos del IPCC, administrados por el proyecto CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), tienen estos datos hasta el año 2005, y desde 2006 en adelante la información climática generada corresponde a la de los escenarios RCP.

Se aprecia una marcada diferencia en el régimen de lluvias a lo largo del año en las distintas regiones del país. En términos generales, los mayores valores de precipitación se dan en la región Amazónica que presenta un comportamiento diferenciado latitudinalmente, con los valores mayores en el centro y norte de la región y los menores en la parte sur (Figura 6).



**Figura 6. Climatología anual de la precipitación en el Ecuador para el período 1981-2005.**

*Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).*

En la mayor parte del país se dan las mayores precipitaciones durante el primer trimestre del año, (enero-febrero-marzo) especialmente en la parte occidental de la región Amazónica y en la parte central y norte de la Costa. Para el segundo trimestre (abril-mayo-junio) la disminución de precipitaciones se debe principalmente al desplazamiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) hacia el norte, se tienen menores valores de precipitación en gran parte del sur del país, y sólo se mantienen altos valores en la parte central y norte de la

Costa y en la Amazonía, siendo los más altos. En el tercer trimestre (julio-agosto-septiembre) las precipitaciones son las más bajas en la región Costa y en gran parte de la región Sierra, y sólo son altas en la parte occidental de la región Amazónica. Para el cuarto y último trimestre (octubre-noviembre-diciembre), se incrementan las precipitaciones debido al desplazamiento de la ZCIT hacia el sur, en gran parte del Ecuador, presentándose las más altas de este periodo a final de año en el centro y norte del país.

## 5.2 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

Se presenta a continuación el comportamiento histórico de las temperaturas media, máxima y mínima, con base en los datos del periodo 1981-2005 (Armenta, Villa, & Jácome, 2016). El comportamiento de estas temperaturas muestra los mayores valores en las regiones de la Costa y Amazonía, debido principalmente a los niveles de altitud de estas regiones (que no superan los 1000 m.s.n.m.), mientras que los menores se presentan en la región Sierra, donde los niveles de altitud son superiores a los 1200 m.s.n.m. y dado que a menor altura mayor

temperatura, y viceversa. Para la temperatura media anual los valores anuales oscilan entre los 4°C y los 25°C (Figura 7), mientras que la temperatura máxima anual se encuentra entre los 6°C y los 35°C (Figura 8), y para la temperatura mínima anual los valores están entre -6°C y 23°C (Figura 9). A nivel trimestral, las temperaturas presentan los mayores valores en el primer y último trimestre del año (enero-febrero-marzo y octubre-noviembre-diciembre, respectivamente), y los menores valores en el tercer trimestre (julio-agosto-septiembre).

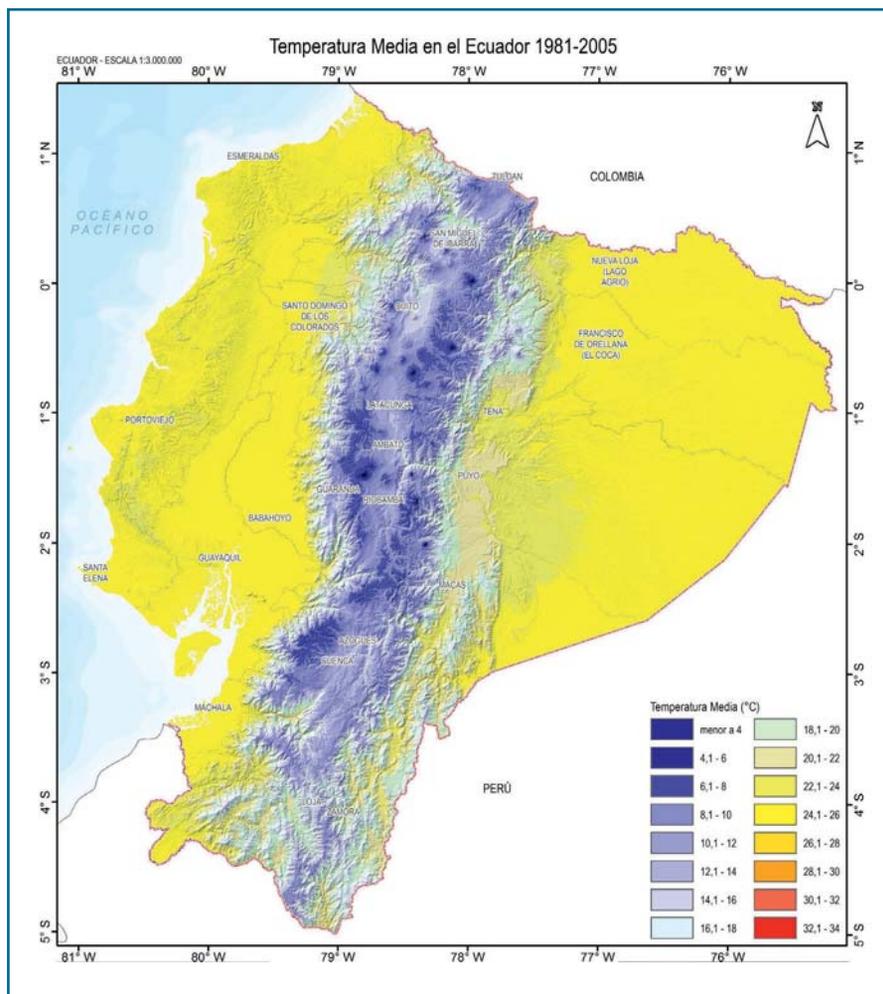
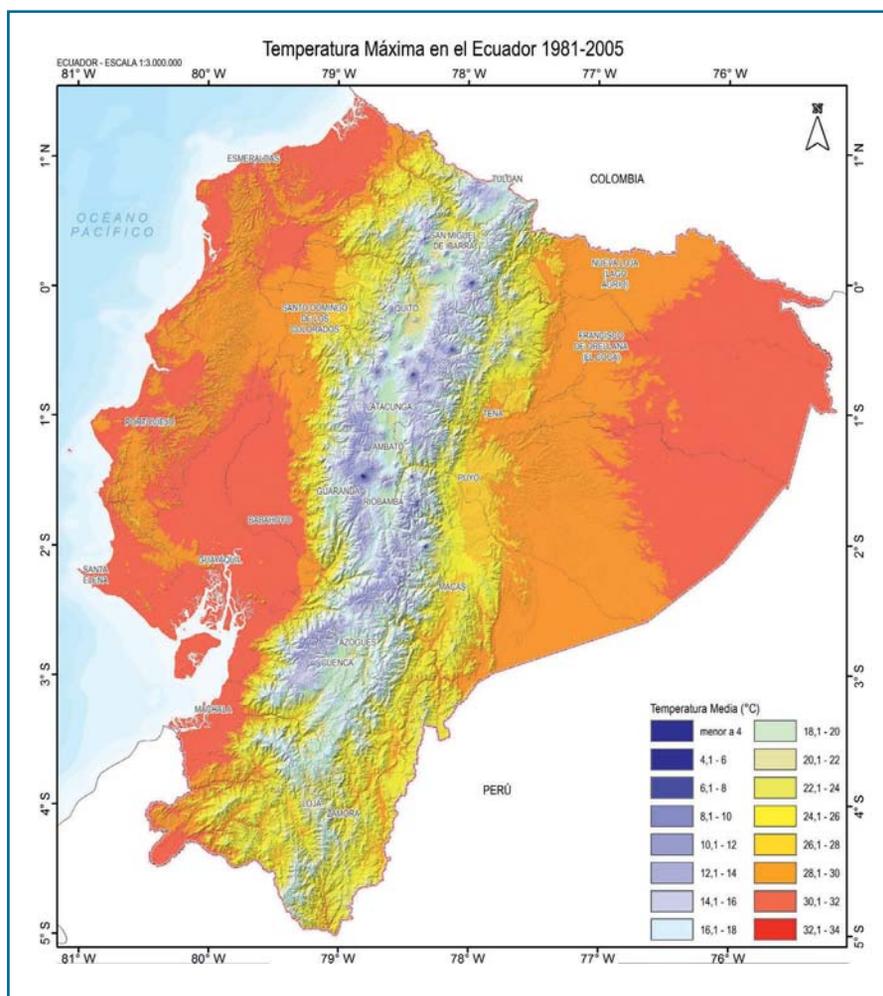


Figura 7. Climatología anual de la temperatura media del aire en el Ecuador para el periodo 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).



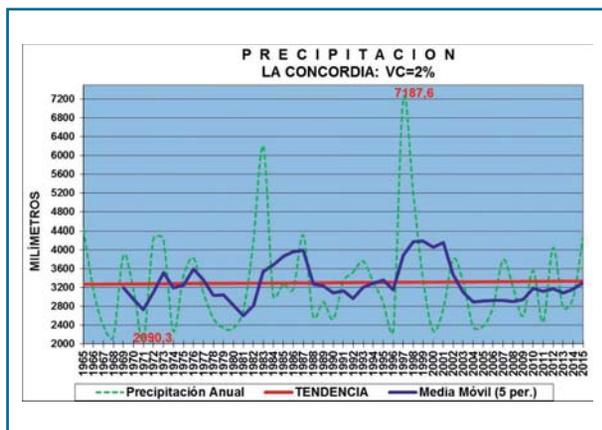
**Figura 8. Climatología anual de la temperatura máxima del aire en el Ecuador para el período 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).**



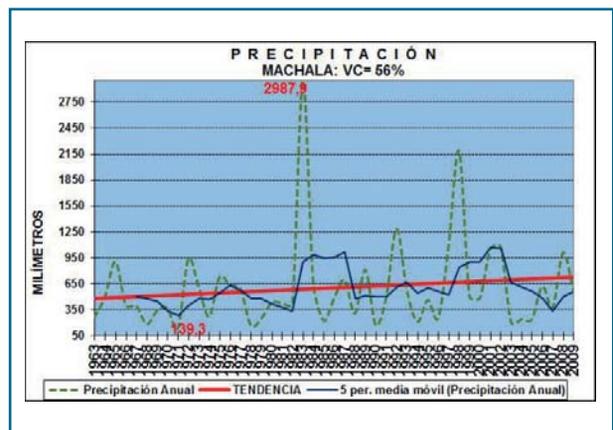
### 5.3 TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Con base en los datos observados de estaciones meteorológicas representativas en el Ecuador en las cuatro regiones del país (Costa, Sierra, Amazonía e Insular), se realizó el análisis de las tendencias de la precipitación con datos anuales de no menos de 30 años (INAMHI, 2014). El estudio muestra, en términos generales, que la precipitación en el país tiene una tendencia al aumento, siendo variada según la región y la localización de las estaciones. En el caso de las que se ubican en la región Costa (Figura

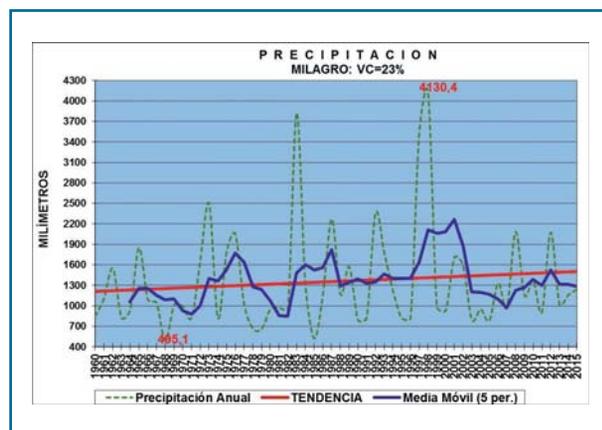
10), con datos desde los años 60 hasta la primera década del siglo XXI, se observa que la tendencia de la precipitación es aumentar en un porcentaje bajo en el norte de la región (del 2%), mientras que en el centro y sur de la misma las tendencias han sido mayores (de 23% y 56% respectivamente). Así mismo, se observa el impacto de los eventos de variabilidad climática de El Niño de 1991-1992 y 1997-1998, que ocasionaron incrementos significativos en los valores de precipitación de esos años.



Norte Región Costa



Sur Región Costa

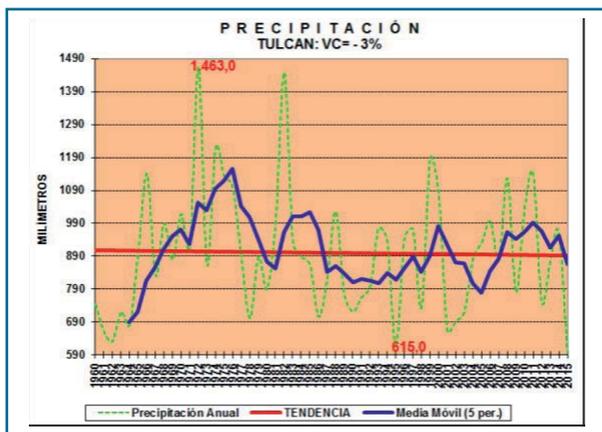


Centro Región Costa

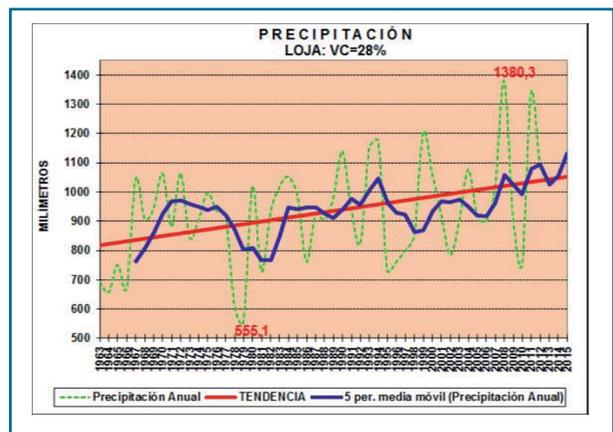
Figura 10. Tendencia de la precipitación anual para 3 estaciones representativas de la región Costa en el Ecuador. Fuente: (INAMHI, 2014)

Para la región Sierra (Figura 11), se observa que la tendencia de la precipitación es a la reducción en el norte de la región, pero en un porcentaje bajo (del 3%); mientras que en el centro y sur de ella las tendencias son al aumento, siendo baja en el centro (del 3%) y alta en el sur (del 28%). Por otra parte, la región Amazónica presenta tendencia

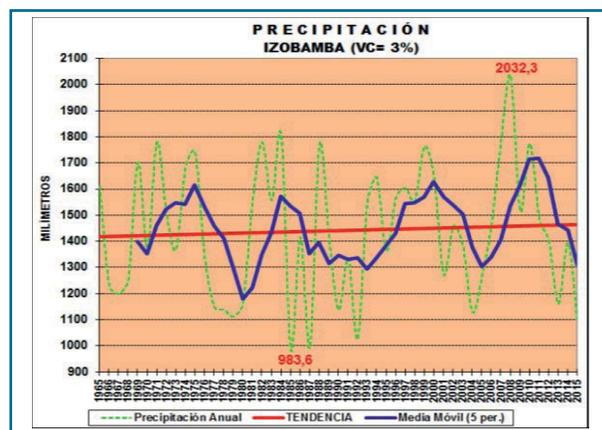
al aumento de la precipitación, pero con valores bajos (del 4% para el sur y del 5% para el norte) (Figura 12). Finalmente, la región Insular (Galápagos) es la que mayor tendencia al aumento ha presentado en los últimos años, con un incremento del 86% en la precipitación con relación a lo observado en los años 60 (Figura 13).



Norte Región Sierra

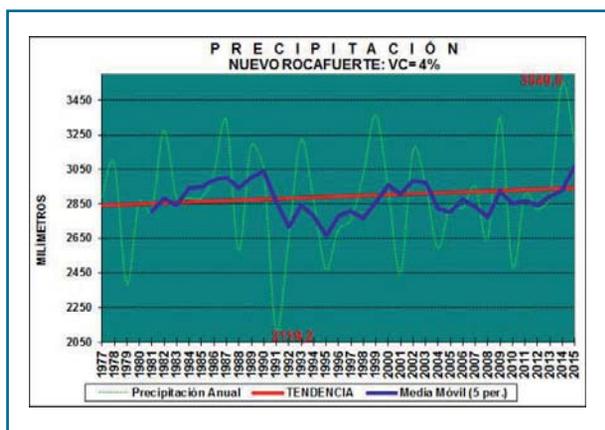


Sur Región Costa

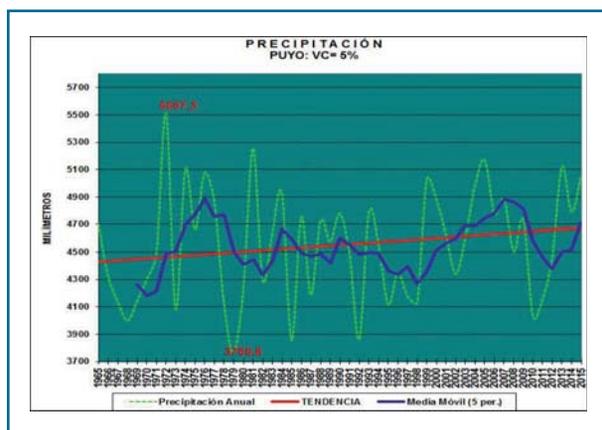


Centro Región Costa

**Figura 11. Tendencia de la precipitación anual para 3 estaciones representativas de la región Sierra en el Ecuador. Fuente: (INAMHI, 2014)**



Norte región Oriente



Sur región Oriente

Figura 12. Tendencia de la precipitación anual para 2 estaciones representativas de la región Oriente en el Ecuador. Fuente: (INAMHI, 2014)

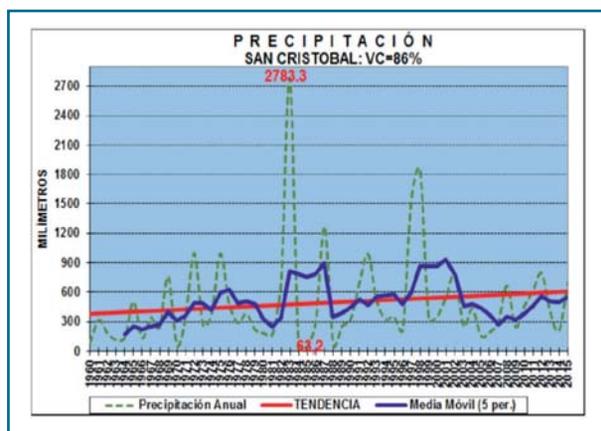


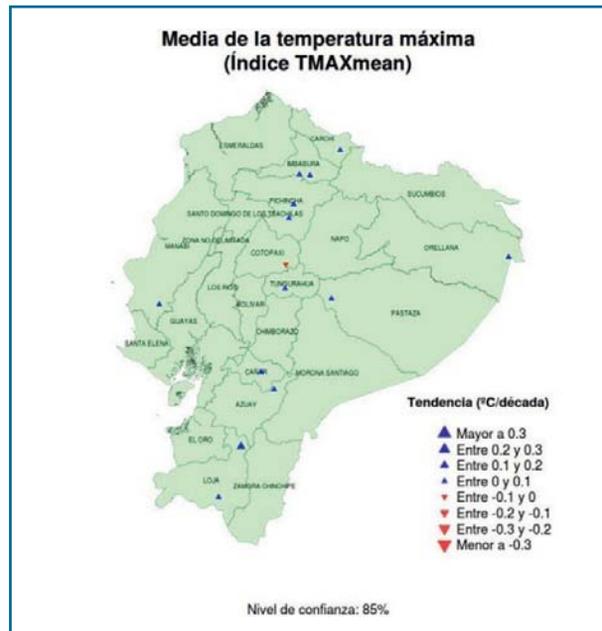
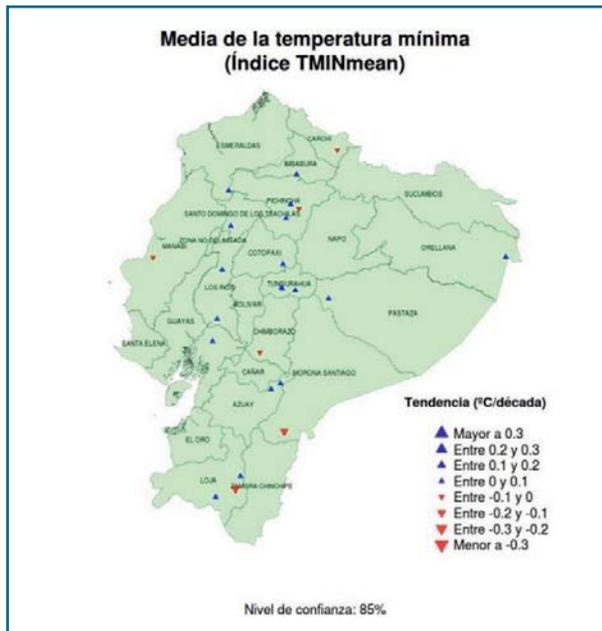
Figura 13. Tendencia de la precipitación anual para una estación representativa de la región Insular (Galápagos) en el Ecuador. Fuente: (INAMHI, 2014)

El análisis de los eventos climáticos extremos en el Ecuador fue realizado con información histórica del periodo 1981-2015 (Armenta, 2016). Dicho estudio es el más reciente realizado a nivel nacional sobre tendencias climáticas y eventos climáticos extremos, y se realizó para todo el país con información diaria observada y reportada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) para precipitación y temperaturas máxima y mínima. Se analizaron las tendencias de los eventos extremos a través de índices climáticos diseñados y propuestos por el ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices), quienes coordinan el desarrollo, cálculo y análisis de un conjunto de índices estándar para la evaluación y el análisis de las tendencias climáticas y los eventos climáticos extremos, de tal

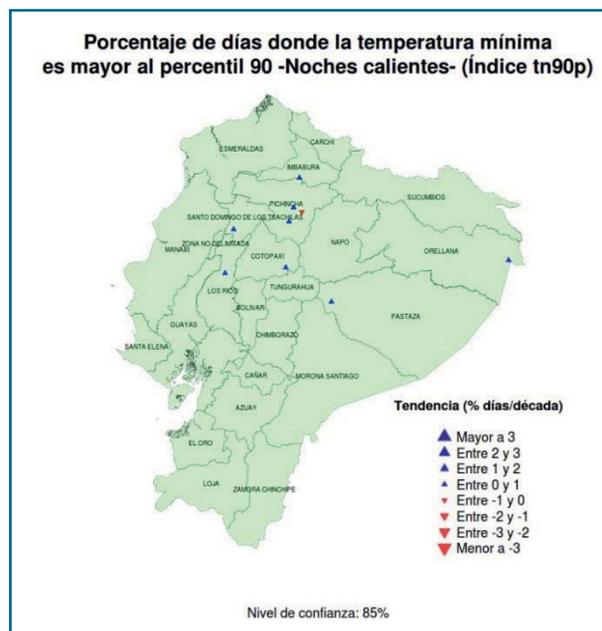
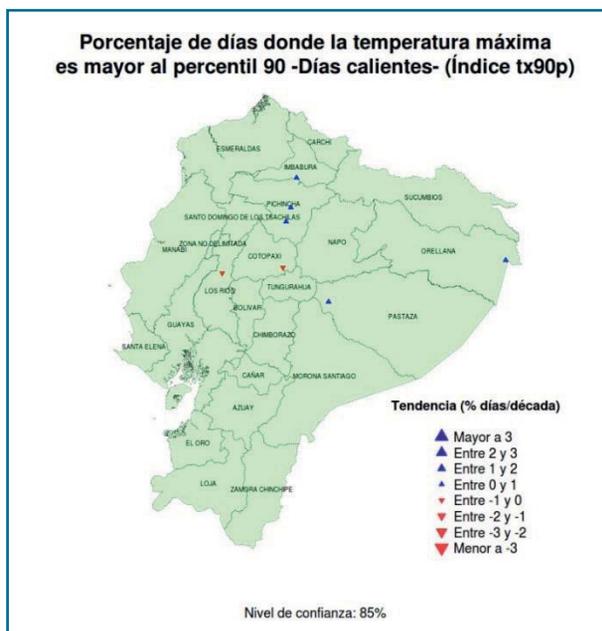
forma que se puedan incorporar y utilizar a nivel global (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999) (Peterson, Folland, Gruza, Hogg, Mokssit, & Plummer, 2001).

Para este estudio fueron pocas las estaciones que contaron con datos suficientes (de no menos de 30 años) y confiables (con un máximo del 15% de información faltante). Y entre los resultados del análisis, se encontró que se presentan incrementos en las temperaturas de al menos 0,1°C/década (Figura 14), así como el incremento de los días y noches calientes (Figura 15) y la reducción de los días y noches frías (Figura 16). La precipitación muestra reducciones en el número de días secos consecutivos en el año e incrementos de los eventos extremos asociados a la precipitación (Figura 17).

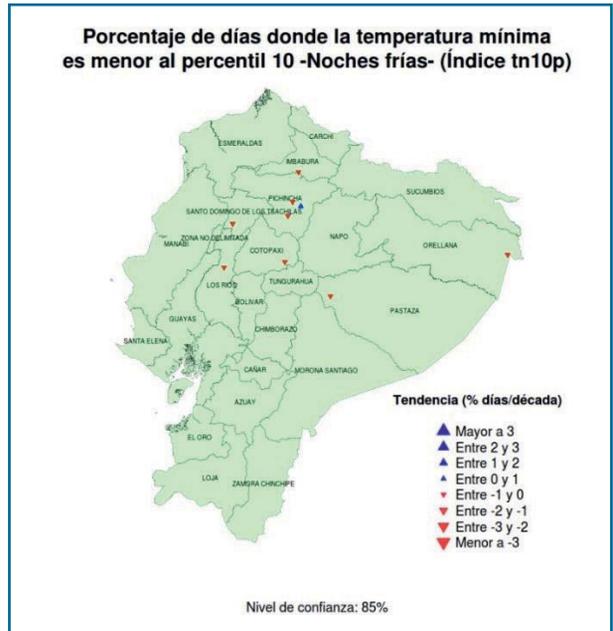
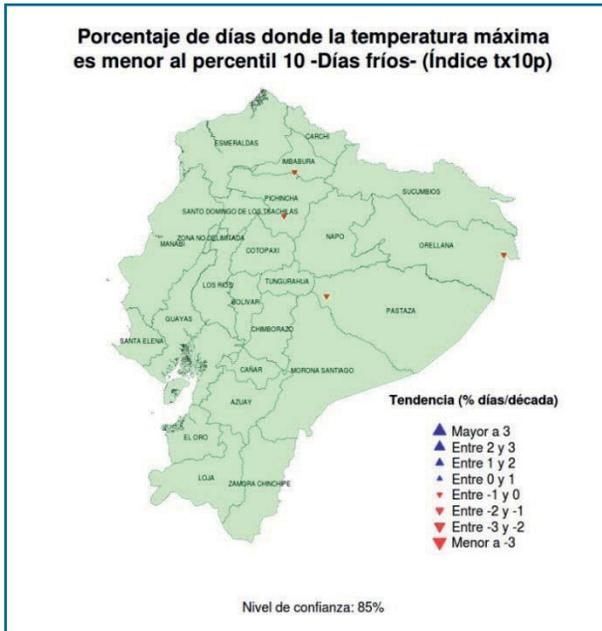




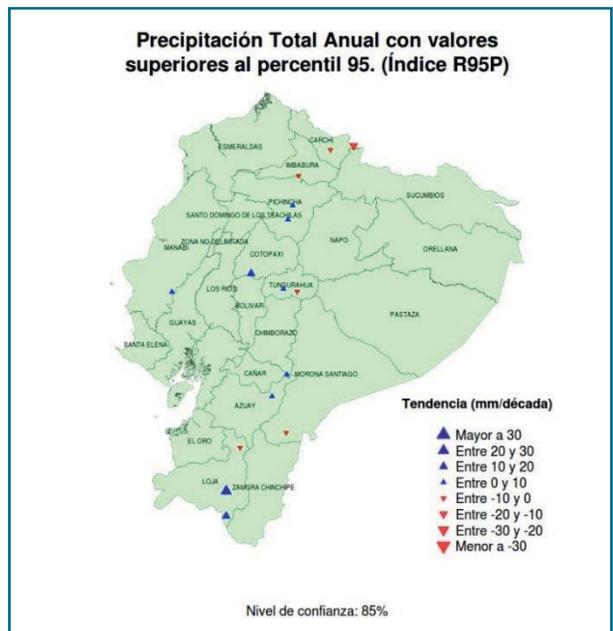
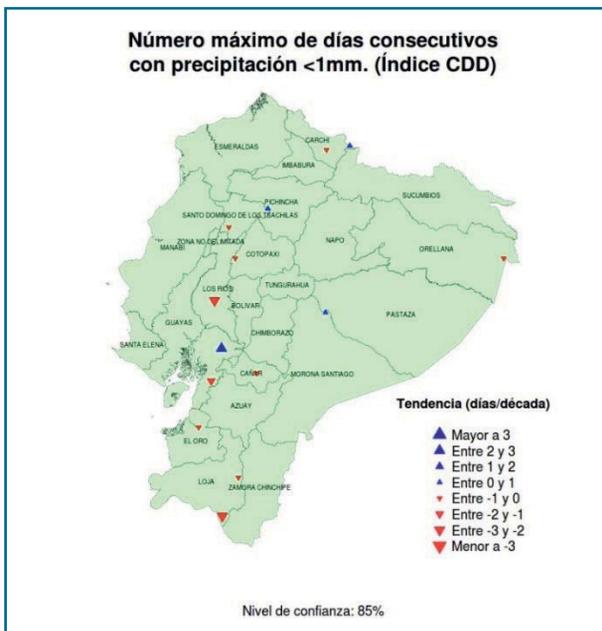
**Figura 14. Tendencia del valor medio anual de las temperaturas mínima (izquierda) y máxima (derecha).**  
Fuente: (Armenta, 2016).



**Figura 15. Tendencia de la cantidad de días (izquierda) y noches (derecha) calientes.**  
Fuente: (Armenta, 2016).



**Figura 16. Tendencia de la cantidad de días (izquierda) y noches (derecha) fríos.**  
*Fuente: (Armenta, 2016).*



**Figura 17. Tendencia de la cantidad de días secos consecutivos al año (izquierda) y la cantidad de días con lluvias extremas (derecha).** *Fuente: (Armenta, 2016).*

## 5.4 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima (Armenta, Villa, & Jácome, 2016), generadas para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador (MAE & PNUD, 2017), se elaboraron con base en los escenarios del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del IPCC (ver sección 1.1.5). Las proyecciones bajo cada uno de los cuatro escenarios se generaron para los periodos futuros 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, tomando como periodo de referencia 1981-2005.

Los cambios proyectados para la precipitación muestran que en el periodo 2011-2040 habría un incremento entre el

2-10% de la precipitación en la mayor parte del territorio nacional, con reducciones del mismo orden para el oriente de la Amazonía bajo los RCP 2.6 y 4.5. A mitad de siglo se mantendrían estas variaciones, excepto bajo el RCP 8.5, donde los incrementos serían entre el 10 y el 20% en el centro del país. Finalmente, para 2071-2100, la Amazonía presentaría un comportamiento variado, con reducciones entre el 2 y 10% en las precipitaciones hacia el oriente de la región y con incrementos del 10-20% en el centro y occidente, y bajo los RCP 2.6 y 4.5, habría incrementos del 5-15% en el resto del país, mientras que estos estarían entre el 15-30% bajo los otros dos escenarios (RCP 6.0 y 8.5) (Tabla 1) (Figura 18).

**Tabla 1. Cambio porcentual (%) de la precipitación por regiones proyectado por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonía Central	4.4	7.5	6.2	7.5	8.2	12.6	11.1	14.9	3.7	12.8	14.3	20.3
Amazonía Norte	5.9	9.2	8.4	9.7	12.2	12.8	12.5	15.4	8.2	10.2	12.0	15.4
Amazonía Oriental	-4.3	-3.5	3.0	2.9	-4.3	-2.4	-4.0	-3.1	-2.8	-9.5	-8.5	-3.3
Amazonía Sur	-3.4	0.6	2.6	0.7	2.4	4.9	5.1	12.0	2.4	10.5	11.3	23.3
Costa Central	0.6	1.1	1.6	4.0	3.9	6.7	4.6	10.0	2.8	10.1	6.9	13.7
Costa Norte	4.5	7.3	7.3	10.4	10.8	8.8	12.1	12.1	7.3	9.9	13.6	17.2
Costa Sur	2.1	3.1	1.5	4.8	3.4	7.1	6.4	10.9	1.8	9.0	11.1	17.4
Galápagos	11.8	13.8	11.6	24.6	16.5	24.2	16.2	28.2	22.9	42.4	35.1	51.0
Sierra Central	2.6	5.6	5.1	6.6	5.0	9.3	8.4	13.4	3.2	10.8	12.7	21.4
Sierra Norte	1.0	2.5	2.8	4.2	2.7	4.7	5.5	7.5	1.8	5.2	7.3	11.6
Sierra Sur	0.9	2.4	2.5	4.2	2.4	4.3	5.2	9.2	0.0	5.8	8.4	15.6

Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).

En cuanto a la temperatura media, para el periodo 2011-2040, ésta se incrementaría entre 0,5 y 1°C en los cuatro escenarios. Para 2041-2070, los incrementos más altos se darían en la Amazonía y en la Costa, con anomalías superiores a 1°C, e incrementos superiores a 2°C bajo el RCP 8.5 en el suroccidente del país. Hacia finales de siglo, los aumentos más significativos en

la temperatura media (superiores a 1,5°C) se darían bajo los RCP 4.5, 6.0 y 8.5, siendo en este último los más altos, con valores superiores a los 2°C en la mayor parte del territorio nacional. El escenario "optimista" (RCP 2.6) muestra que la temperatura presentaría un incremento entre 0,5 y 1°C a lo largo del siglo XXI (Tabla 2) (Figura 19).

**Tabla 2. Anomalía de la temperatura media (°C) por regiones y a nivel país, proyectado por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonía	0,86	0,90	0,75	0,90	1,36	1,78	1,62	2,13	1,28	2,32	2,54	3,46
Costa	0,78	0,91	0,73	0,87	1,10	1,62	1,54	1,85	1,00	2,20	2,41	2,91
Galápagos	0,74	0,99	0,79	1,00	1,24	1,59	1,53	2,45	1,17	2,37	2,45	4,39
Sierra	0,56	0,64	0,54	0,66	0,78	1,16	1,09	1,54	0,72	1,53	1,71	2,49
ECUADOR	0,64	0,74	0,62	0,75	0,93	1,35	1,27	1,71	0,86	1,80	1,99	2,76

Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).

La temperatura máxima, para los cuatro escenarios, muestra que para 2011-2040, ésta se incrementaría entre 0,5 y 1°C en todos ellos. Para 2041-2070, los incrementos más altos se darían en la Amazonía y en la Costa, con anomalías superiores a 1,5°C, e incrementos superiores a 2°C bajo el RCP

8.5 en el oriente de Ecuador. Hacia finales de siglo, los aumentos más significativos en la temperatura máxima (superiores a 2°C) se darían bajo los RCP 4.5, 6.0 y 8.5, siendo en este último los más altos, con valores superiores a los 3°C en la mayor parte del territorio nacional (Tabla 3) (Figura 20).

**Tabla 3. Anomalía de la temperatura máxima (°C) por regiones y a nivel país, proyectado por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonía	0,79	0,89	0,69	0,94	1,21	1,78	1,62	2,59	1,16	2,51	2,72	4,47
Costa	0,73	0,91	0,66	1,05	1,23	1,83	1,72	2,16	1,53	2,38	2,50	4,09
Sierra	0,57	0,66	0,57	0,76	0,91	1,31	1,21	1,75	0,96	1,75	1,93	3,12
ECUADOR	0,63	0,74	0,61	0,83	1,01	1,47	1,36	1,94	1,09	1,97	2,13	3,47

Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).

Finalmente, la temperatura mínima mostraría en el periodo 2011-2040, incrementos entre 0,5 y 1°C en los cuatro escenarios. Para 2041-2070, las anomalías serían superiores a 1,5°C. Y hacia finales de siglo, los aumentos más significativos en la temperatura mínima

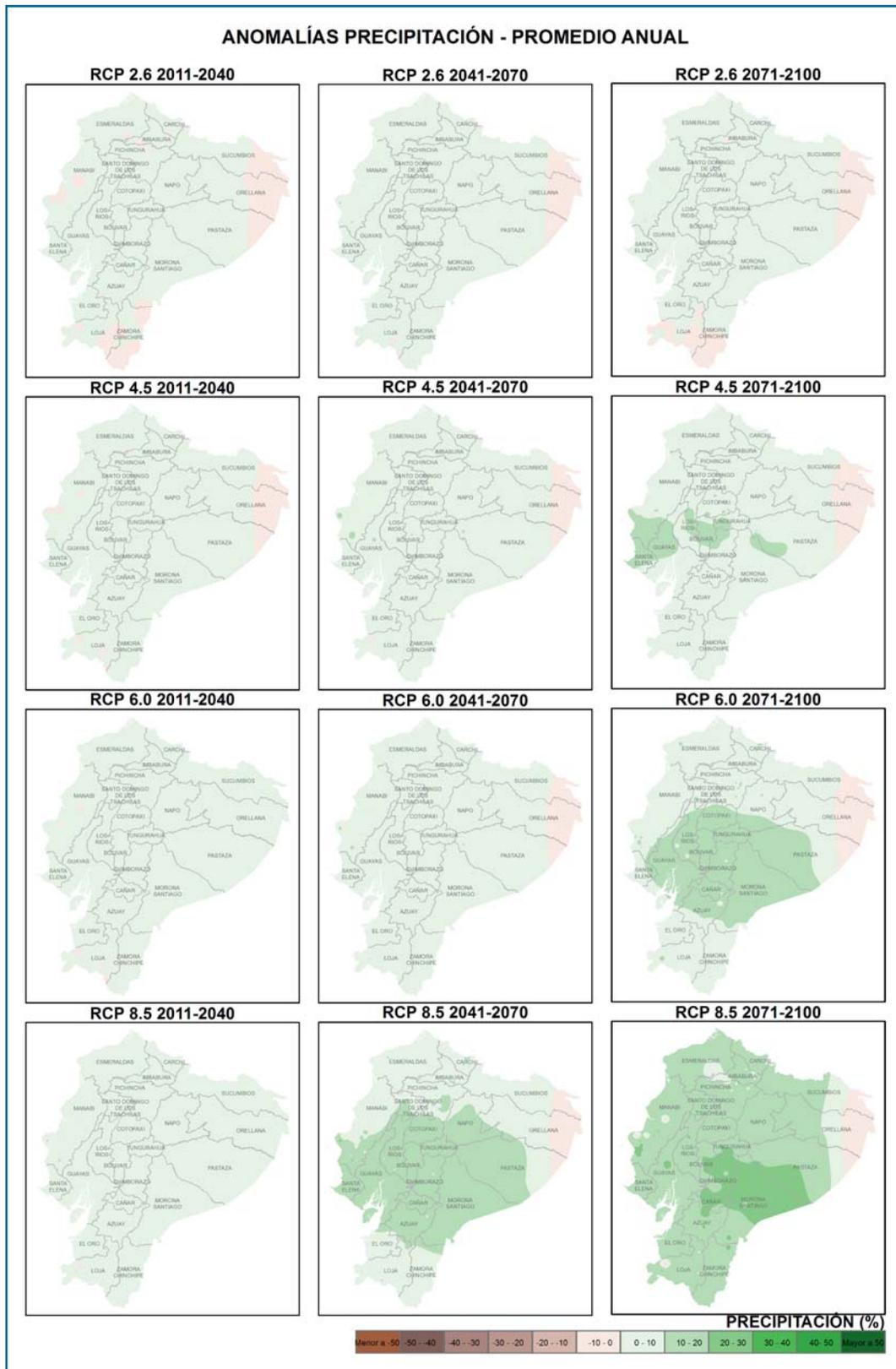
(superiores a 2°C) se darían bajo los RCP 4.5, 6.0 y 8.5, siendo en este último los más altos, con valores superiores a los 3°C en el oriente, sur y occidente del territorio nacional (Tabla 4) (Figura 21).

**Tabla 4. Anomalía de la temperatura mínima (°C) por regiones y a nivel país, proyectado por los 4 escenarios RCP.**

PERIODO	2011-2040				2041-2070				2071-2100			
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
Amazonia	0,71	0,83	0,70	0,85	0,98	1,42	1,36	1,90	0,98	1,76	2,12	3,14
Costa	0,66	0,85	0,63	0,86	1,13	1,52	1,40	1,99	1,31	2,04	2,24	3,60
Sierra	0,52	0,62	0,51	0,62	0,68	0,98	1,00	1,34	0,74	1,30	1,44	2,29
<b>ECUADOR</b>	<b>0,58</b>	<b>0,69</b>	<b>0,56</b>	<b>0,70</b>	<b>0,82</b>	<b>1,16</b>	<b>1,13</b>	<b>1,56</b>	<b>0,89</b>	<b>1,52</b>	<b>1,71</b>	<b>2,69</b>

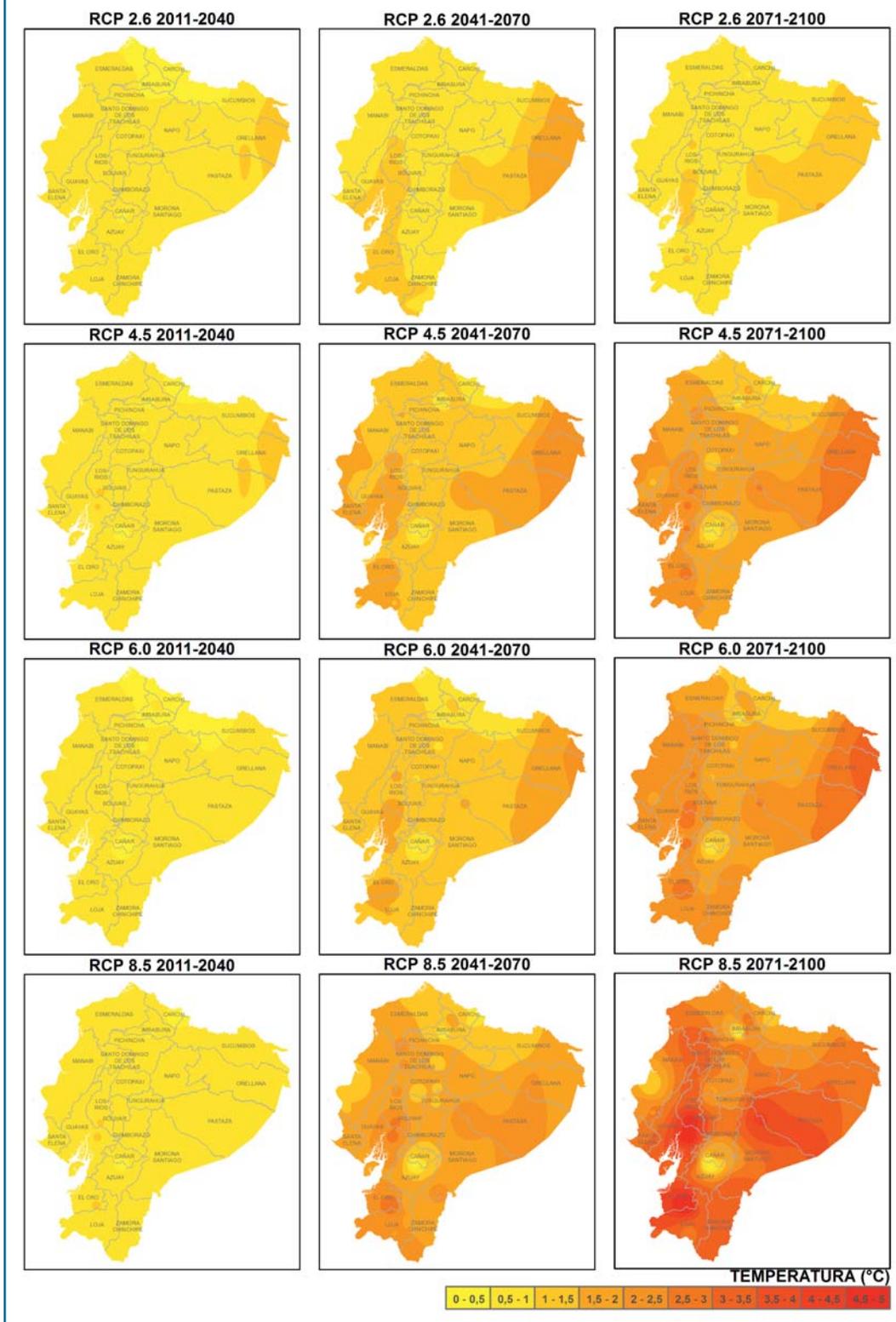
*Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).*



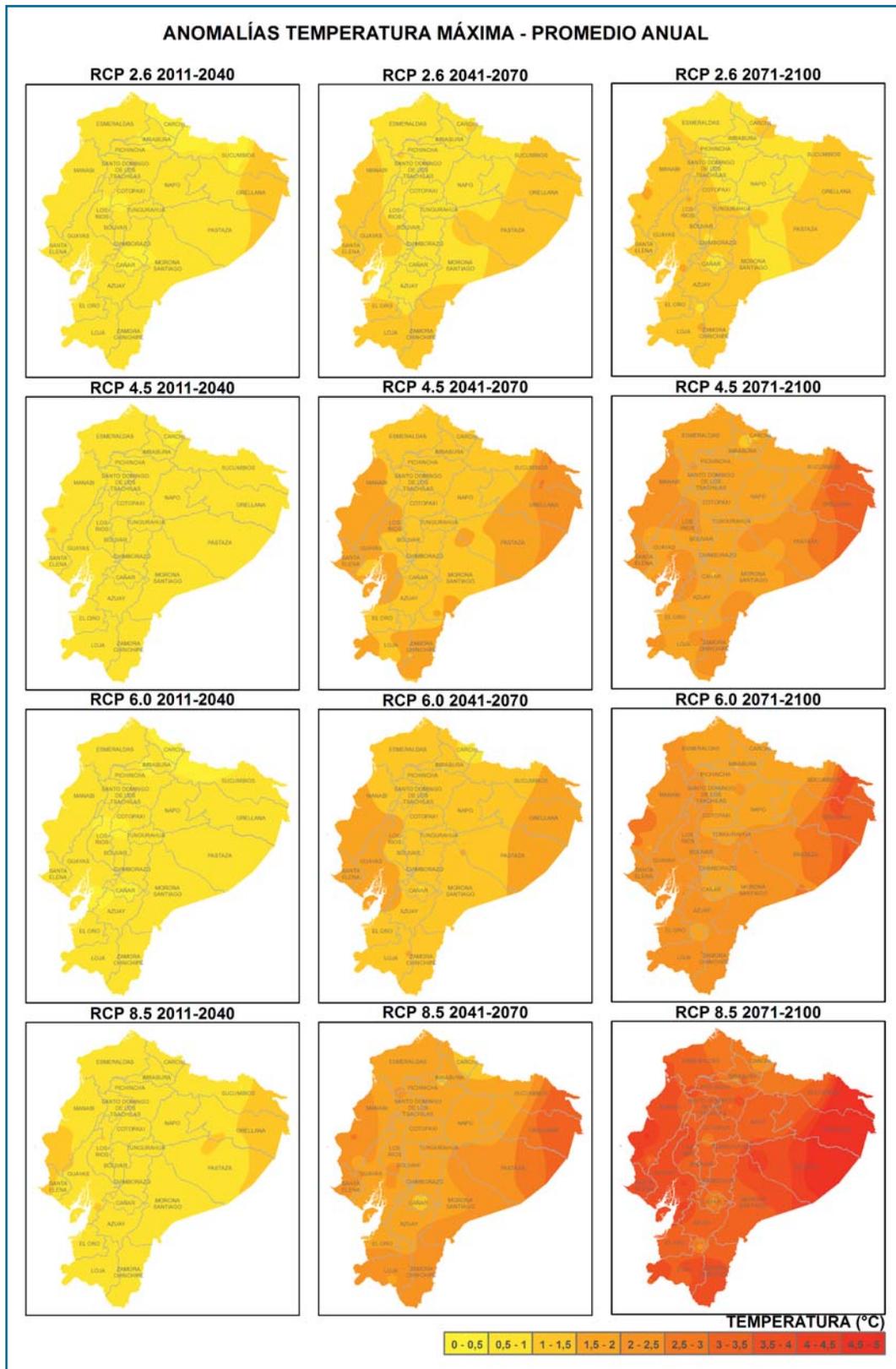


**Figura 18. Distribución espacial del cambio de la precipitación proyectado por los cuatro escenarios RCP, con respecto al periodo de referencia 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).**

**ANOMALÍAS TEMPERATURA MEDIA - PROMEDIO ANUAL**



**Figura 19. Distribución espacial del cambio de la temperatura media proyectado por los cuatro escenarios RCP, con respecto al periodo de referencia 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).**



**Figura 20. Distribución espacial del cambio de la temperatura máxima proyectado por los cuatro escenarios RCP, con respecto al periodo de referencia 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).**

### ANOMALÍAS TEMPERATURA MÍNIMA - PROMEDIO ANUAL

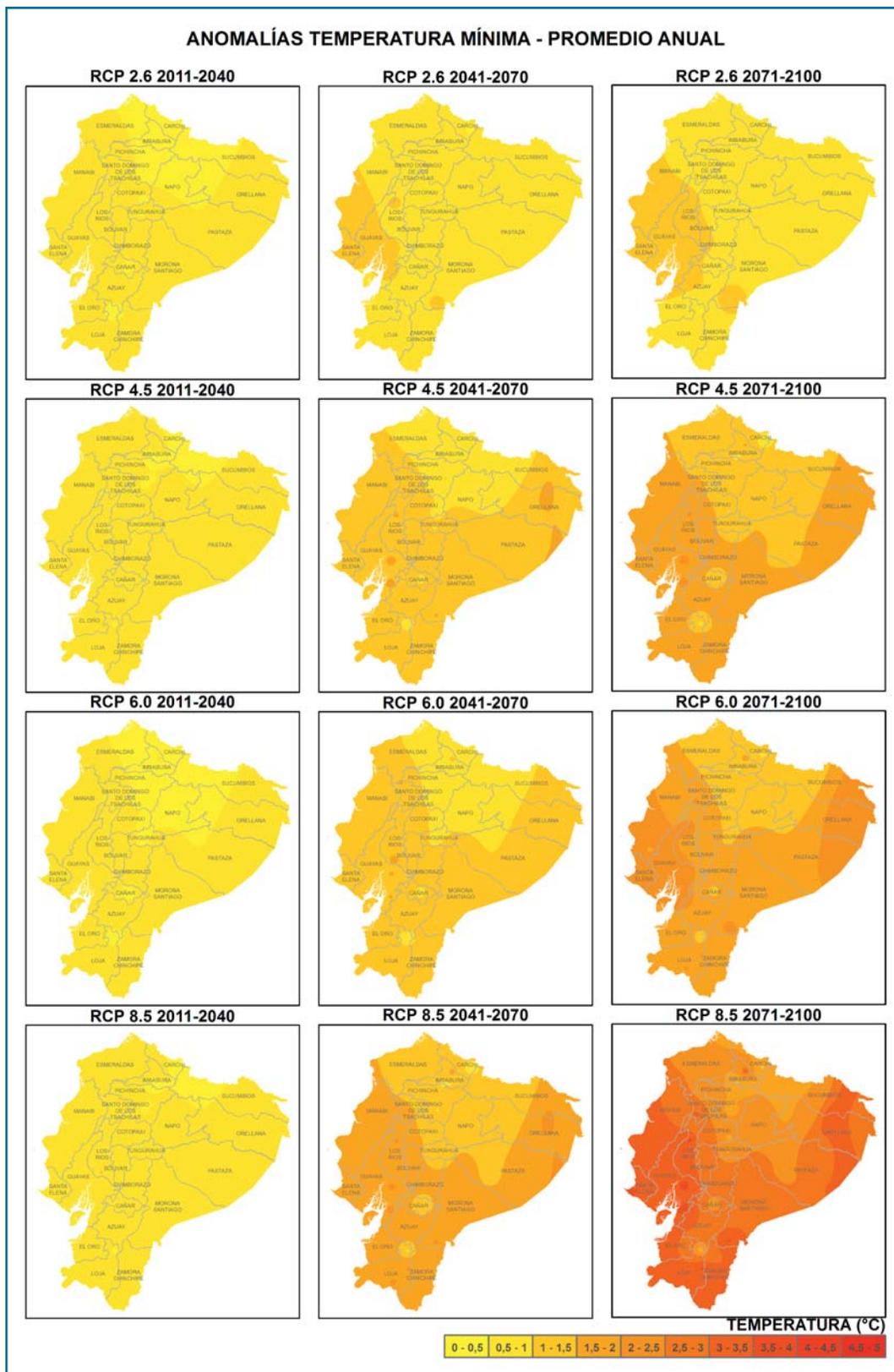


Figura 21. Distribución espacial del cambio de la temperatura mínima proyectado por los cuatro escenarios RCP, con respecto al periodo de referencia 1981-2005. Fuente: (Armenta, Villa, & Jácome, 2016).

## 5.5 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

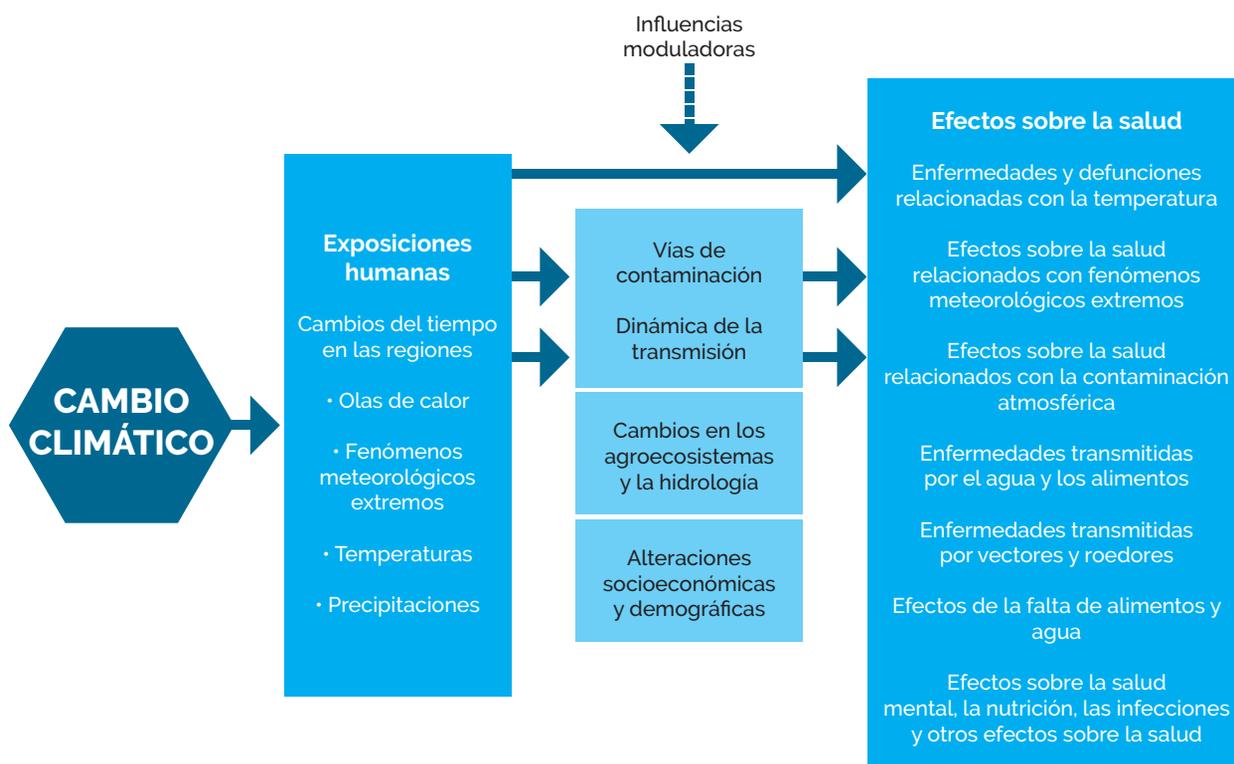
El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables y más gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU , 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre 2030 y 2050 el cambio climático causará

unas 250 000 muertes más al año, debido principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor; y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030 (OMS, 2016).

Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación, y una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 22) (OMS, 2003). Entre los impactos que se pueden dar se encuentran los siguientes:

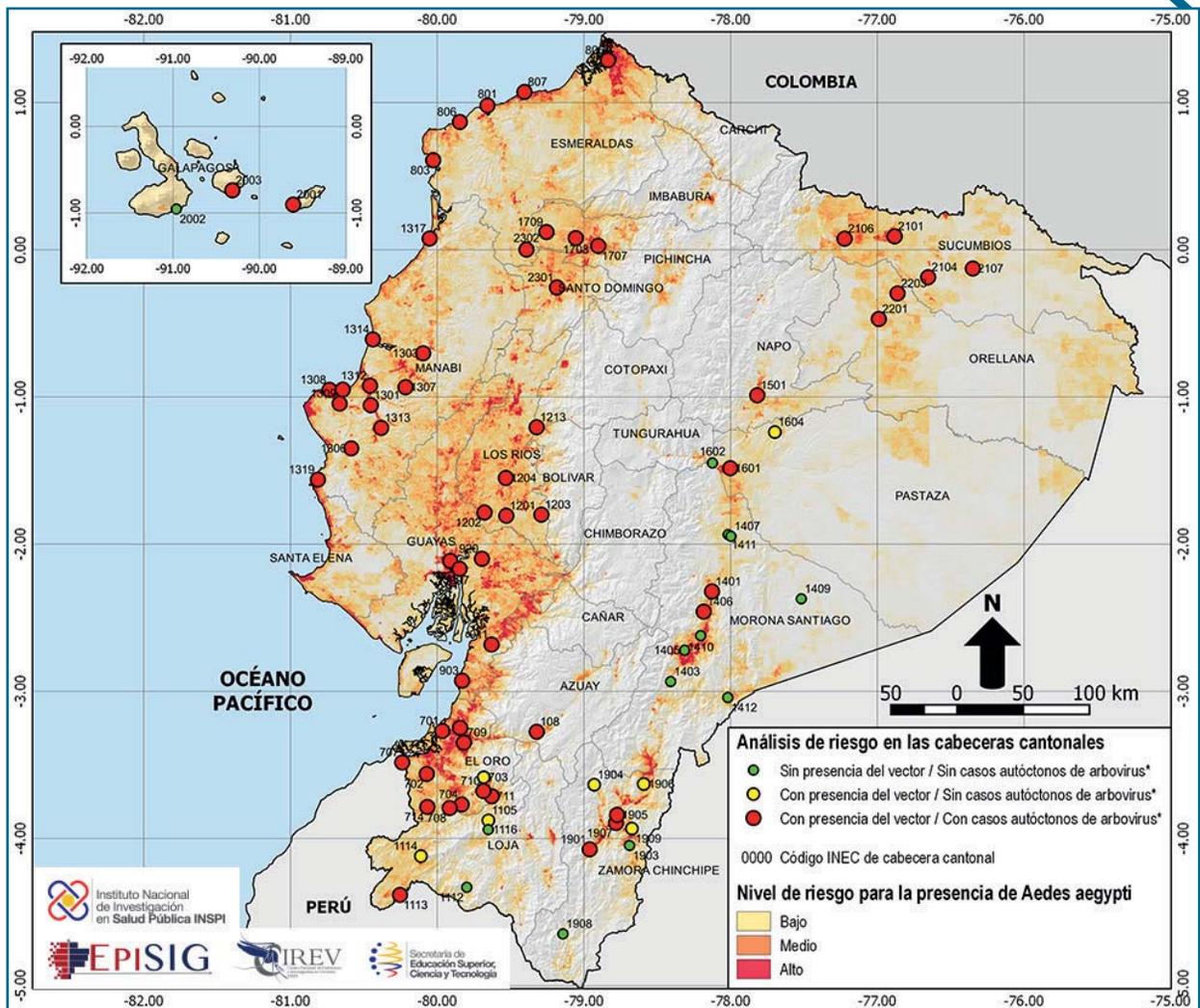
- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.
- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción, lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.



**Figura 22. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana. Fuente: (OMS, 2003).**

Para Ecuador, dado que las tendencias climáticas históricas y los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la precipitación y en la temperatura, enfermedades transmitidas por vectores tales como el dengue y la malaria entre otras, las cuales se dan principalmente en las regiones Amazónica y Costa (Figura 23), presentarían un incremento, no sólo en la cantidad de casos de personas enfermas

al año, sino también en un aumento del área óptima para el desarrollo de estos vectores (insectos, roedores, etc), debido principalmente al aumento de la temperatura. Así mismo, la tendencia al aumento de los días calientes, sumado a las proyecciones de aumento de las temperaturas media, máxima y mínima, ocasionaría mayores afectaciones en la salud ante el estrés calórico.



**Figura 23. Mapa de riesgo de transmisión de arbovirus por aedes aegypti (vector del dengue, chikungunya y zika).** Fuente: (Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública –INSP–, 2016)<sup>1</sup>

## 5.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en los diferentes estudios recientes de tendencias climáticas realizados en el Ecuador, se aprecia que la precipitación y la temperatura se han venido incrementando en el país con relación al comportamiento de hace 50 años. En el caso de la precipitación, ésta presenta una tendencia leve de aumento en el norte del país (menor al 3% anual), mientras que en el centro y sur del mismo la tendencia muestra incrementos importantes (superiores al 10%). Se
- aprecian incrementos importantes cuando se han presentado fenómenos de variabilidad climática, principalmente los asociados al fenómeno de El Niño, con aumentos de más del 100% de las lluvias, en comparación con el promedio histórico.
- De igual forma, los estudios del comportamiento de los eventos climáticos extremos muestran que la temperatura ha aumentado, ocasionando una mayor cantidad de días y noches cálidas y una reducción de los días y

<sup>1</sup> Tomado de <http://www.investigacion.salud.gob.ec/webs/episig/investigacion/>.

noches frías. Así mismo, el aumento de la precipitación mencionado anteriormente ha ocasionado que cada vez se presenten más días con lluvias extremas, y una reducción en la cantidad de días secos consecutivos (es decir, periodos de sequías más cortos).

- Los escenarios de cambio climático para Ecuador muestran que, acorde con las tendencias climáticas, la precipitación y la temperatura aumentarían en el país. Este incremento sería diferenciado según cada escenario, y sería más marcado desde mitad del siglo XXI, con aumentos de la temperatura del orden de 1-3°C, e incrementos de la precipitación del orden del 5-15%. Las islas Galápagos serían las que mayores incrementos, con aumentos de 2-5°C en la temperatura y precipitaciones del 20% al 40% mayores que las que se presentan en la actualidad. Estos incrementos de la temperatura y la precipitación ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos a futuro, incrementándose especialmente las lluvias extremas y las olas de calor.
- El impacto en la salud humana para Ecuador se daría principalmente con el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, zika, chikungunya, entre otras), debido al aumento de la temperatura y de las precipitaciones, que ocasionarían un incremento de los nichos ecológicos de los vectores transmisores (roedores e insectos). Así mismo, el aumento de los eventos extremos asociados a lluvias podría ocasionar mayores afectaciones en los cultivos y en los suministros de agua potable, generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o a contaminación del agua (enfermedades diarreicas agudas).
- Ante el impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◇ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◇ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.
  - ◇ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
  - ◇ Generar alianzas, no sólo en los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) es prioridad la ejecución del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, que a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación logre el cambio de prácticas para prevenir el cambio climático y los impactos generados en la salud y el bienestar.

# REFERENCIAS

- Armenta, G. (2016). Análisis de Tendencias Climáticas y Eventos Climáticos Extremos para Ecuador. En MAE, & PNUD, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito. Obtenido de <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/13%20An%C3%A1lisis%20de%20tendencias%20clim%C3%A1ticas%20y%20eventos%20clim%C3%A1ticos%20extremos%20para%20Ecuador.pdf>
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLETERÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- Armenta, G., Villa, J., & Jácome, P. (2016). Proyecciones Climáticas de Precipitación y Temperatura para Ecuador bajo distintos Escenarios de Cambio Climático. En MAE, & PNUD, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/14%20Proyecciones%20de%20Clima%20Futuro%20para%20Ecuador%20en%20base%20a%20IPCC-AR5.pdf>
- INAMHI. (2014). Evidencias de Cambio Climático en Ecuador con base en información observada. Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología del Ecuador, Quito, Ecuador.
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- Karl, T., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes. Workshop summary. Climatic Change, 42.
- MAE & PNUD. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito. Obtenido de [http://www.ec.undp.org/content/dam/ecuador/docs/documentos%20proyectos%20ambiente/pnud\\_ec\\_TERCERA-COMUNICACION-%20cambio%20clim%C3%A1tico%20WEB.pdf](http://www.ec.undp.org/content/dam/ecuador/docs/documentos%20proyectos%20ambiente/pnud_ec_TERCERA-COMUNICACION-%20cambio%20clim%C3%A1tico%20WEB.pdf)
- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambioclim%C3%A1tico-y-salud>
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. Rep. WCDMP-47, WMO, World Meteorological Organization.





# 6. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN PERÚ



## 6. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN PERÚ

A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para Perú. Este análisis surge de la revisión de los documentos oficiales recientemente generados en el país en materia de clima y cambio climático, y entre los cuales se encuentran: los "Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030" (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2009); la "Actualización de los Escenarios de Disponibilidad Hídrica en el Perú, en contexto de Cambio Climático" (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015) y la "Tercera Comunicación Nacional del Perú ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático" (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016).

### 6.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA

#### • Comportamiento de la precipitación

Se presenta el comportamiento histórico de la precipitación, con base en los datos del periodo 1980-2009 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015). Para este estudio, el análisis se realizó con información de las 14 regiones hidrológicas del país (Figura 6). Se aprecia una marcada diferencia en el régimen de lluvias en las distintas regiones del país (Figura 7), presentándose en el sur y en gran parte de la zona costera del territorio nacional las menores lluvias, con valores que van entre los 6 y los 50 milímetros anuales, mientras que en el norte y el oriente del mismo se presentan las mayores precipitaciones, con valores que van desde los 1000 hasta más de 6000 milímetros al año. La zona

andina presenta valores intermedios de precipitación, del orden de los 100 a los 1000 milímetros anuales.

#### • Comportamiento de las temperaturas máxima y mínima

Las temperaturas máxima y mínima en el Perú están influenciadas principalmente por la altitud (a menor altura mayor temperatura, y viceversa). Las zonas occidental y oriental del país (que están más cerca de la costa y cuya altitud no supera los 1000 m.s.n.m.) son las que mayor temperatura presentan, en comparación con la zona de la cordillera de los Andes, la cual tiene valores de altitud superiores a los 2500 m.s.n.m. A lo largo del año los mayores valores de temperatura se dan de diciembre a marzo, mientras que los menores se presentan de junio a septiembre. La temperatura máxima anual promedio oscila entre los 8°C y los 32°C, y presenta los mayores valores en el norte y oriente del país (entre los 24°C y los 32°C), siendo la parte amazónica la que posee las temperaturas más altas. La zona andina es la que presenta los menores valores (entre 8°C y 16°C), dándose los más bajos de esta temperatura al sur de esta zona (Figura 8).

Por otra parte, la temperatura mínima anual promedio oscila entre los -9°C y los 22°C, y al igual que la temperatura máxima, los mayores valores se presentan en el norte y oriente del país (entre 12°C y 22°C), y siendo la parte amazónica la que posee las temperaturas mínimas más altas. La zona andina es la que presenta los menores valores (entre -9°C y 8°C), dándose los más bajos de esta temperatura al suroriente de esta zona (Figura 9).



**Figura 6. Regiones hidrológicas del Perú.**

*Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).*



**Figura 7. Precipitación anual promedio en el Perú del período 1980-2009.**

*Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).*



**Figura 8. Temperatura máxima anual del aire en el Perú del período 1980-2009.**

*Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).*



**Figura 9. Temperatura mínima anual del aire en el Perú del período 1980-2009.**

*Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).*

## 6.2 TENDENCIAS CLIMÁTICAS Y DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Se analizan las tendencias climáticas en el Perú, con base en los datos anuales y estacionales observados de precipitación y temperaturas máxima y mínima para dos periodos (1970-1999 y 1980-2009) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2009). El estudio muestra, en términos generales, que a nivel anual la precipitación ha presentado una tendencia leve al aumento en la mayor parte del país, y únicamente en el sur del territorio nacional ésta es hacia la reducción. El norte del Perú es la zona que mayores incrementos ha presentado de la precipitación en ambos periodos, con

aumentos entre el 8% y el 14%, mientras que las reducciones al sur del país oscilan entre el 3% y 4% (Tabla 1). A nivel estacional, el comportamiento ha sido bastante diferenciado: en la zona costera se han presentado incrementos entre septiembre y febrero (del orden del 6%-30%), mientras que entre junio y agosto se han presentado reducciones (del orden del 2%-20%); la zona amazónica y andina ha presentado altos incrementos de la precipitación entre los meses de marzo y agosto, y reducciones significativas de septiembre a noviembre.

**Tabla 1. Precipitación promedio estacional y anual observada entre los periodos de 1970-1999 y 1980-2009 en las 14 regiones hidrológicas del Perú, y su variación porcentual entre ambos periodos.**

Región	CLIMATOLOGIA DE LA PRECIPITACION (mm)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (%)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Pacífico 1	15.5	81.5	47.7	3.2	148.0	13.7	78.7	47.1	3.5	143	-12.1	-3.3	-1.3	7.7	-3.4
Pacífico 2	31.5	152.8	90.5	5.6	280.4	40.6	159.8	88.1	5.5	294.0	28.8	4.6	-2.6	-1.4	4.9
Pacífico 3	15.6	82.1	64.7	2.3	164.7	16.5	86.9	64.0	2.6	170	6.2	5.9	-1.0	9.0	3.2
Pacífico 4	39.3	132.3	88.7	2.9	263.3	49.7	141.6	91.3	2.4	285	26.2	7.0	2.9	-17.0	8.2
Pacífico 5	62.3	143.1	165.3	11.4	382.1	98.5	158.5	169.7	9.2	436	58.2	10.7	2.7	-18.9	14.1
Pacífico 6	14.2	150.8	146.4	7.1	318.5	17.6	166.5	159.4	6.1	349.7	24.1	10.5	8.9	-13.6	9.8

Región	CLIMATOLOGIA DE LA PRECIPITACION (mm)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (%)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Atlántico 7	308.1	972.9	403.2	94.1	1778.3	233.7	1002.4	432.4	110.5	1779.0	-24.1	3.0	7.2	17.4	0.0
Atlántico 8	325.7	692.8	597.5	342.2	1958.2	249.4	722.2	654.5	451.9	2078.0	-23.4	4.2	9.5	32.1	6.1
Atlántico 9	296.1	695.5	616.3	256.1	1864.1	225.3	731.8	689.1	269.9	1916.0	-23.9	5.2	11.8	5.4	2.8
Atlántico 10	187.4	305.1	256.7	47.9	797.2	171.6	316.4	274.8	43.1	806.0	-8.4	3.7	7.0	-10.1	1.1
Atlántico 11	312.7	630.7	511.5	240.0	1694.9	245.8	653.2	554.5	244.6	1698.0	-21.4	3.6	8.4	1.9	0.2
Atlántico 12	310.7	730.5	507.1	190.8	1739.1	239.5	747.1	554.0	195.4	1736.0	-22.9	2.3	9.3	2.4	-0.2

Región	CLIMATOLOGIA DE LA PRECIPITACION (mm)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (%)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Titicaca	122.4	369.0	219.0	22.0	732.4	115.8	353.4	212.2	22.6	704.0	-5.4	-4.2	-3.1	2.7	-3.9

Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).

La temperatura máxima ha presentado incrementos en todo el país, del orden de 0,1°C a 0,5°C, dándose los mayores aumentos en el suroriente del mismo (entre 0,3°C y 0,5°C) y siendo la zona del lago Titicaca la que ha presentado los valores más altos, con un aumento de medio grado en ambos periodos (Tabla 2). A nivel estacional, de septiembre a febrero han sido los meses donde más se ha incrementado la temperatura máxima, con valores entre 0,2°C y 0,6°C en la mayor parte del país.

Finalmente, la temperatura mínima ha presentado un comportamiento diferenciado, con aumentos entre 0,1°C y 0,2°C en la zona costera y reducciones de -0,1°C a -0,4°C en el resto del país. La zona del lago Titicaca es la que ha presentado las reducciones más altas, con valores de casi medio grado entre los dos periodos (Tabla 3). A nivel estacional, tanto en las zonas donde se han presentado incrementos y reducciones de temperatura, éstas se han dado durante todo el año.

**Tabla 2. Temperatura máxima promedio estacional y anual observada entre los periodos de 1970-1999 y 1980-2009 en las 14 regiones hidrológicas del Perú, y su variación porcentual entre ambos periodos.**

Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MAXIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Pacífico 1	19.7	18.6	22.1	18.1	19.6	20.0	18.9	22.3	18.3	19.9	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
Pacífico 2	19.8	18.8	20.8	17.9	19.3	20.1	19.1	21.1	18.1	19.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
Pacífico 3	22.8	21.9	25.3	21.7	22.9	22.9	22.0	25.4	21.7	23	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Pacífico 4	18.8	18.4	20.2	18.2	18.9	18.9	18.5	20.3	18.2	19	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Pacífico 5	23.9	23.7	25.6	24.0	24.3	24.0	23.8	25.8	24.0	24.4	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1
Pacífico 6	27.9	27.6	29.6	27.6	28.2	28.1	27.8	29.9	27.8	28.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2

Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MAXIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Atlántico 7	27.1	25.9	28.8	25.0	26.7	27.5	26.3	29.3	25.3	27.1	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4
Atlántico 8	30.5	29.7	32.2	29.3	30.4	30.8	30.0	32.5	29.5	30.7	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
Atlántico 9	29.4	28.6	30.8	28.1	29.2	29.7	28.9	31.1	28.3	29.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
Atlántico 10	21.4	21.0	21.1	20.3	21.0	21.5	21.2	21.3	20.4	21.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Atlántico 11	27.8	27.2	28.5	26.6	27.5	28.1	27.5	28.8	26.8	27.8	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
Atlántico 12	30.2	29.5	31.3	28.8	29.9	30.4	29.6	31.5	28.9	30.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Atlántico 13	21.4	20.2	22.0	19.0	20.7	21.7	20.5	22.4	19.3	21.0	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3

Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MAXIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Titicaca	15.1	13.6	16.1	11.9	14.2	15.7	14.1	16.8	12.2	14.7	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5

Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).

**Tabla 3. Temperatura mínima promedio estacional y anual observada entre los periodos de 1970-1999 y 1980-2009 en las 14 regiones hidrológicas del Perú, y su variación porcentual entre ambos periodos.**

Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MINIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Pacífico 1	5.7	5.4	6.4	5.3	5.7	5.8	5.5	6.5	5.3	5.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pacífico 2	5.3	5.0	5.5	4.7	5.1	5.2	5.0	5.5	4.7	5.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
Pacífico 3	8.7	8.3	9.6	8.2	8.7	8.7	8.3	9.6	8.2	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pacífico 4	7.7	7.5	8.3	7.5	7.7	7.8	7.6	8.3	7.5	7.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Pacífico 5	13.2	13.0	14.1	13.2	13.4	13.2	13.1	14.2	13.2	13.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Pacífico 6	17.5	17.3	18.5	17.3	17.6	17.6	17.4	18.7	17.4	17.8	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MINIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Atlántico 7	15.3	14.6	16.3	14.1	15.1	15.2	14.5	16.2	14.0	15.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Atlántico 8	18.3	17.8	19.2	17.5	18.2	18.4	17.9	19.4	17.6	18.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Atlántico 9	17.3	16.8	18.1	16.5	17.2	16.9	16.4	17.7	16.1	16.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Atlántico 10	9.0	8.9	8.9	8.6	8.8	8.8	8.6	8.7	8.3	8.6	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2
Atlántico 11	15.6	15.3	16.0	14.9	15.5	15.4	15.0	15.8	14.7	15.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
Atlántico 12	17.6	17.2	18.2	16.8	17.5	17.5	17.0	18.1	16.6	17.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2
Atlántico 13	6.8	6.4	7.0	6.0	6.5	6.4	6.1	6.6	5.7	6.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
Región	CLIMATOLOGIA TEMPERATURA MINIMA (°C)														
	1970-1999					1980-2009					Variación (°C)				
	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO	SON	DEF	MAM	JJA	AÑO
Titicaca	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.9	-0.8	-0.9	-0.7	-0.8	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4

*Fuente:* (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).

El análisis de los eventos climáticos extremos para Perú fue realizado con base en la información histórica del periodo 1965-2006 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2009). Dicho estudio se hizo para todo el territorio nacional con base en la información diaria observada y reportada, disponible en el Banco de Datos del SENAMHI para precipitación y temperaturas máxima y mínima en este periodo de tiempo. Se analizaron las tendencias de los eventos extremos a través de índices climáticos

diseñados y propuestos por el ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) (Tabla 4), quienes coordinan el desarrollo, cálculo y análisis de un conjunto de índices estándar para la evaluación y el análisis de las tendencias climáticas y los eventos climáticos extremos, de tal forma que se puedan incorporar y utilizar a nivel global (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999) (Peterson, Folland, Gruza, Hogg, Mokssit, & Plummer, 2001).

**Tabla 4. Listado de índices estándar utilizados para la evaluación y el análisis de tendencias climáticas y eventos climáticos extremos.**

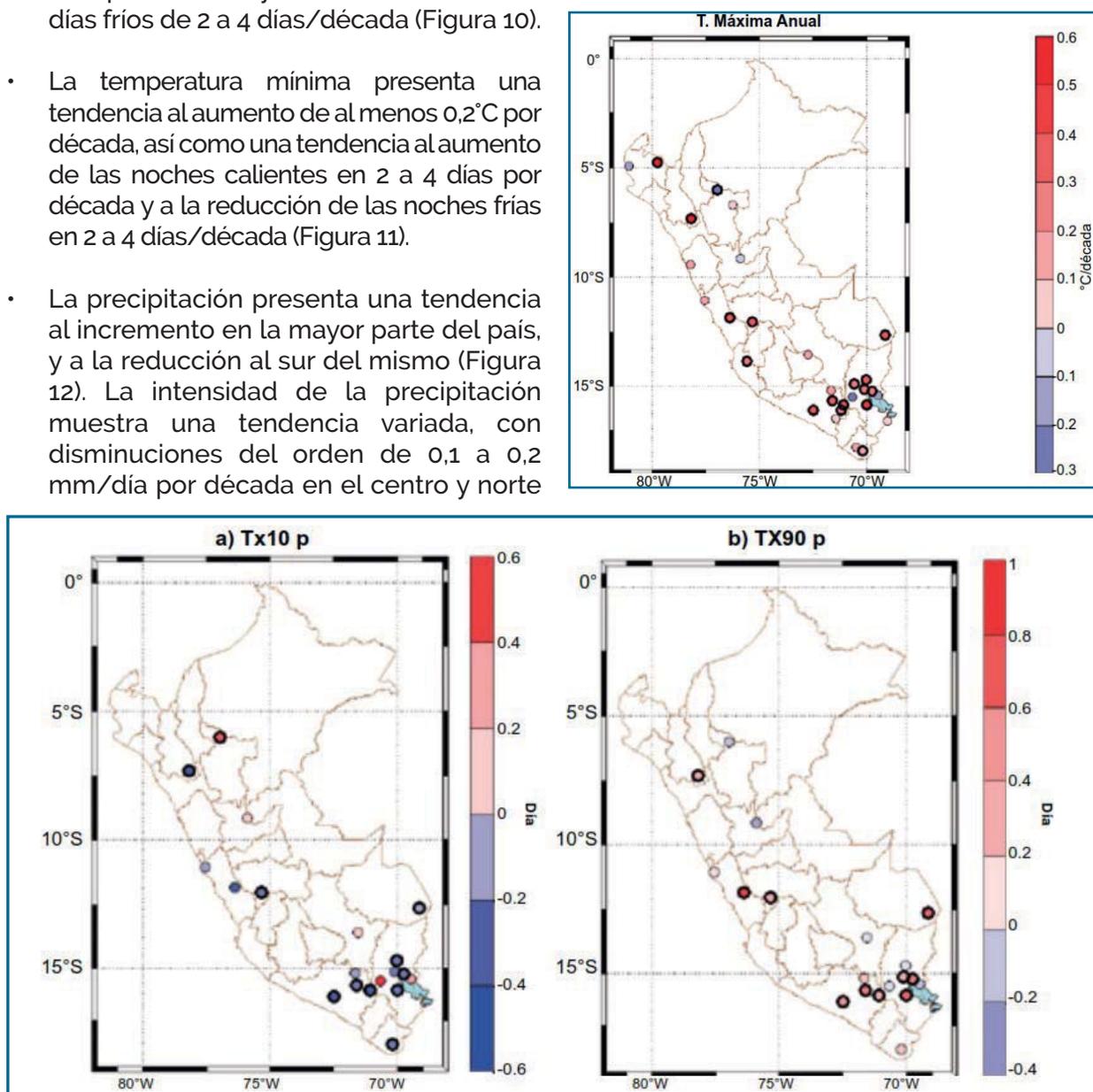
CRITERIO DE AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÍNDICE
Asociados al comportamiento de la precipitación.	Mayor número de días secos consecutivos en un año.	CDD (# días)
	Mayor número de días húmedos consecutivos en un año.	CWD (# días)
	Precipitación total al año.	PRCPTOT (mm)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 10mm.	R10mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor a 20mm.	R20mm (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 95 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R95P (# días)
	Número de días en un año con lluvia mayor al percentil 99 para los días húmedos (Prec. > 1,0mm).	R99P (# días)
	Precipitación total anual/ días con lluvia al año con precipitación > 1,0mm.	SDII (mm/día)
	Máximo mensual de precipitación en 1 día.	Rx1day (mm)
	Máximo mensual de precipitación en 5 días consecutivos.	Rx5day (mm)
Asociados al comportamiento de las temperaturas mínima y máxima	Diferencia media mensual entre la temperatura máxima y la temperatura mínima.	DTR (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura mínima (temperatura en la noche).	Porcentaje de días con temperatura mínima menor al Percentil 10 (Noches frías).	TN10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura mínima mayor al Percentil 90 (Noches calientes).	TN90p (%)
	Temperatura nocturna mínima: Valor mensual mínimo de la temperatura mínima diaria.	TNN (°C)
	Temperatura nocturna máxima: Valor mensual máximo de la temperatura mínima diaria.	TNX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura mínima (TN) < percentil 10 (duración de periodos fríos).	CSDI (# días)
	Días de heladas: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue menor a 0°C.	FDo (# días)
	Noches tropicales: Número de días en un año en el que la temperatura mínima fue mayor a 20°C.	TR20 (# días)
	Valor promedio de la temperatura mínima.	TMINmean (°C)
Asociados al comportamiento de la temperatura máxima (temperatura en el día).	Porcentaje de días con temperatura máxima menor al Percentil 10 (Días fríos).	TX10p (%)
	Porcentaje de días con temperatura máxima mayor al Percentil 90 (Días calientes).	TX90p (%)
	Temperatura mínima durante el día: Valor mensual mínimo de la temperatura máxima diaria.	TXN (°C)
	Temperatura máxima durante el día: Valor mensual máximo de la temperatura máxima diaria.	TXX (°C)
	Conteo anual de días (por lo menos 6 días consecutivos) en que la temperatura máxima (TX) > percentil 90 (duración de periodos calientes).	WSDI (# días)
	Días de verano: Número de días en un año en el que la temperatura máxima fue mayor a 25°C.	SU25 (# días)
	Valor promedio de la temperatura máxima.	TMAXmean (°C)

Fuente: (Armenta, 2016)

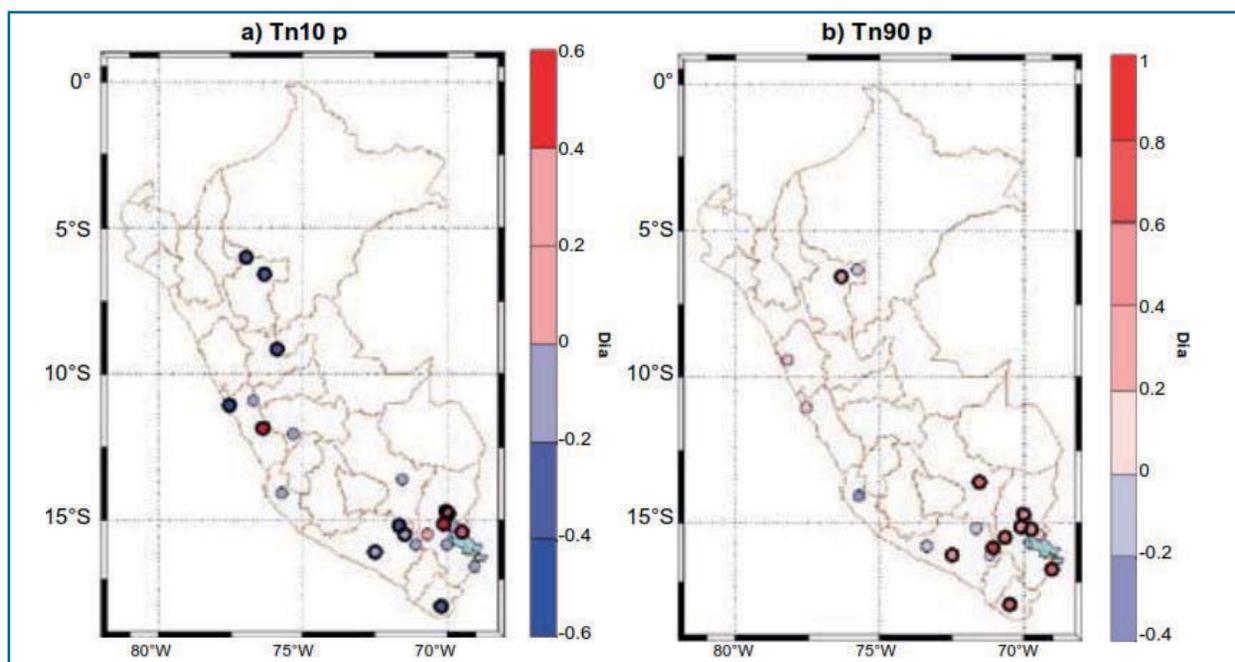
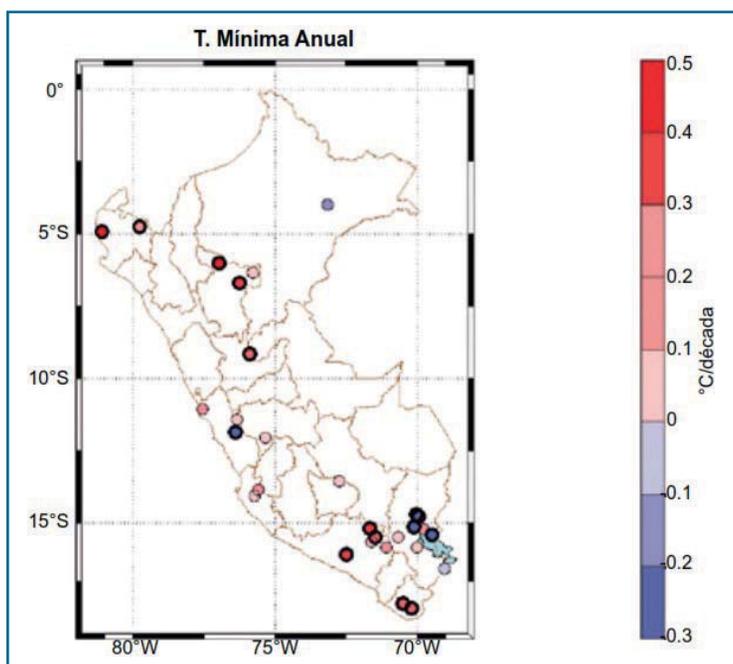
Para este estudio fueron 64 estaciones las que contaron con datos suficientes y confiables (con un máximo del 10% de información faltante). Entre los resultados del análisis, se encontró lo siguiente:

- La temperatura máxima presenta una tendencia al aumento de al menos  $0,25^{\circ}\text{C}$  por década, así como una tendencia al aumento de los días calientes de 2 a 6 días por década, y a la reducción de los días fríos de 2 a 4 días/década (Figura 10).
- La temperatura mínima presenta una tendencia al aumento de al menos  $0,2^{\circ}\text{C}$  por década, así como una tendencia al aumento de las noches calientes en 2 a 4 días por década y a la reducción de las noches frías en 2 a 4 días/década (Figura 11).
- La precipitación presenta una tendencia al incremento en la mayor parte del país, y a la reducción al sur del mismo (Figura 12). La intensidad de la precipitación muestra una tendencia variada, con disminuciones del orden de  $0,1$  a  $0,2$  mm/día por década en el centro y norte

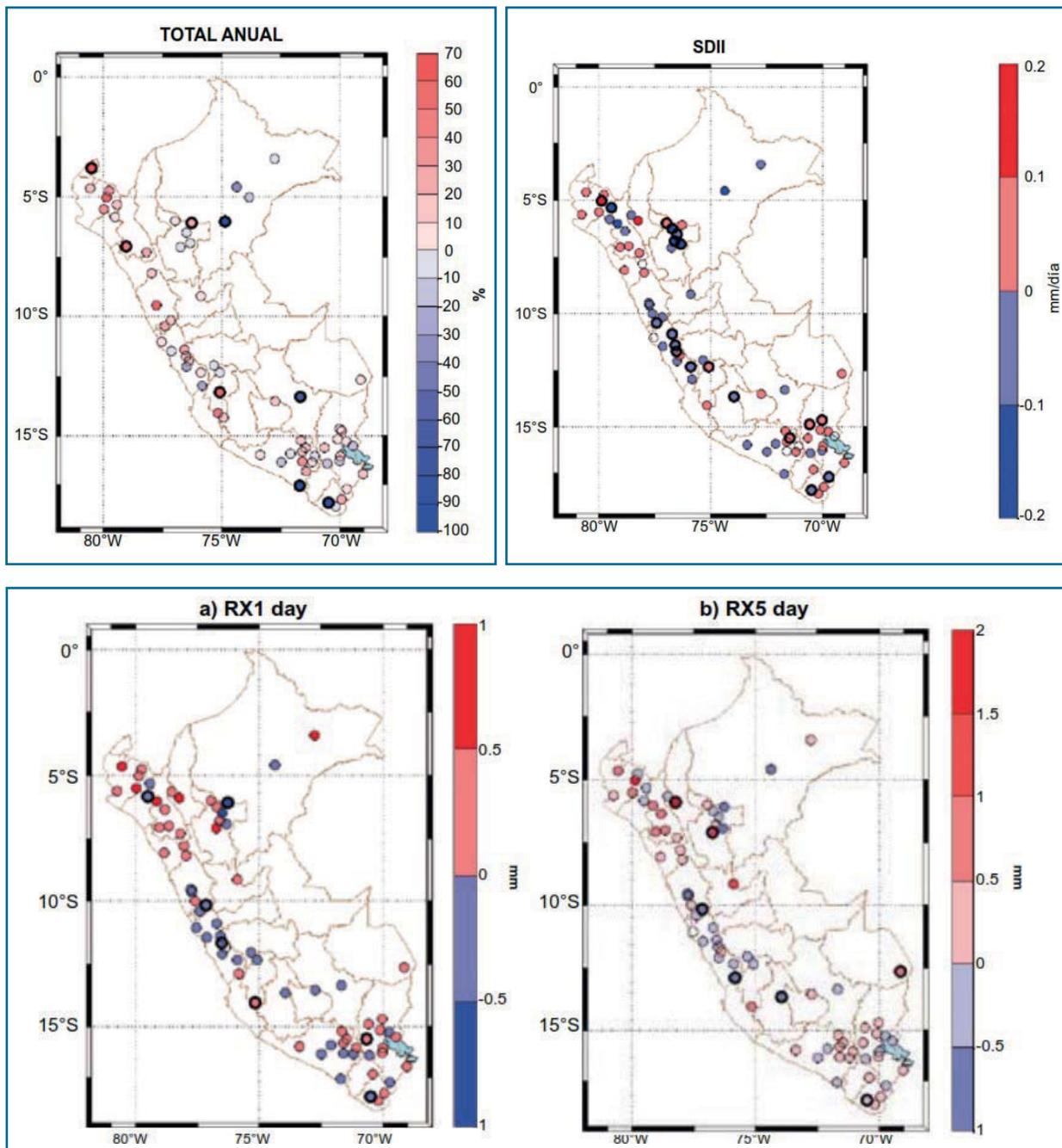
del país, y aumentos del mismo orden en el suroriente y noroccidente del mismo. Un comportamiento similar se observa para la cantidad de lluvia que cae en 1 o 5 días consecutivos, lo cual es un posible indicador de que en los días en los que llueve la precipitación es cada vez más intensa, y puede haber una tendencia a que haya cada vez más días con lluvias extremas.



**Figura 10. Tendencias de la temperatura máxima anual y de los días fríos (TX10p) y días calientes (TX90p).**  
 Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).



**Figura 11. Tendencias de la temperatura mínima anual y de las noches frías (TN10p) y noches calientes (TN90p).** Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).



**Figura 12. Tendencias de la precipitación anual, de la intensidad diaria de la precipitación (SDII), y de la cantidad de lluvia en 1 día (Rx1day) y en 5 días consecutivos (rx5day).**

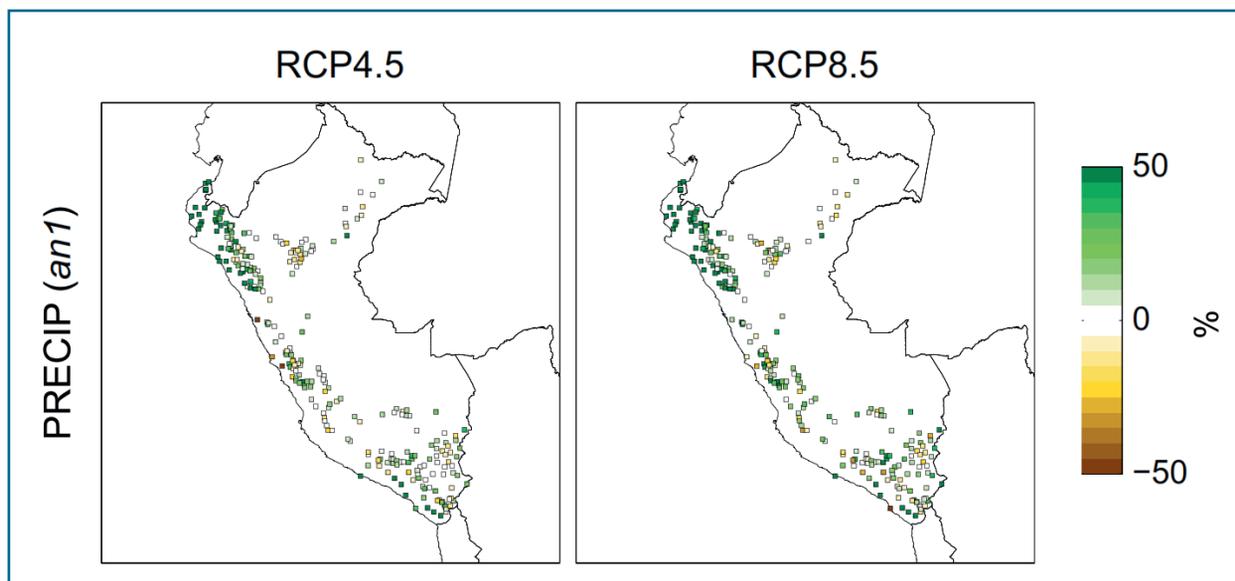
*Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015).*

### 6.3 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperaturas máxima y mínima generadas para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Perú (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016), se elaboraron con base en dos escenarios del Quinto Reporte de Evaluación: un escenario intermedio (RCP 4.5) y un escenario pesimista (RCP 8.5) (ver sección 1.1.5), y tomando tres modelos climáticos globales como base: CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR. Las proyecciones bajo cada uno de estos escenarios se generaron para el periodo futuro 2036-2065, tomando como periodo de referencia 1971-2000, y fueron generadas a nivel de estación hidroclimática a través de técnicas de reducción de escala estadística. Los cambios proyectados para la precipitación muestran que, para el periodo 2036-2065, habría incrementos de precipitación en el noroccidente y en la zona andina del Perú, del orden del 10-40% bajo los dos escenarios, mientras que en el sur se encuentran estaciones con tendencias a la reducción de esta variable, del orden del 10-

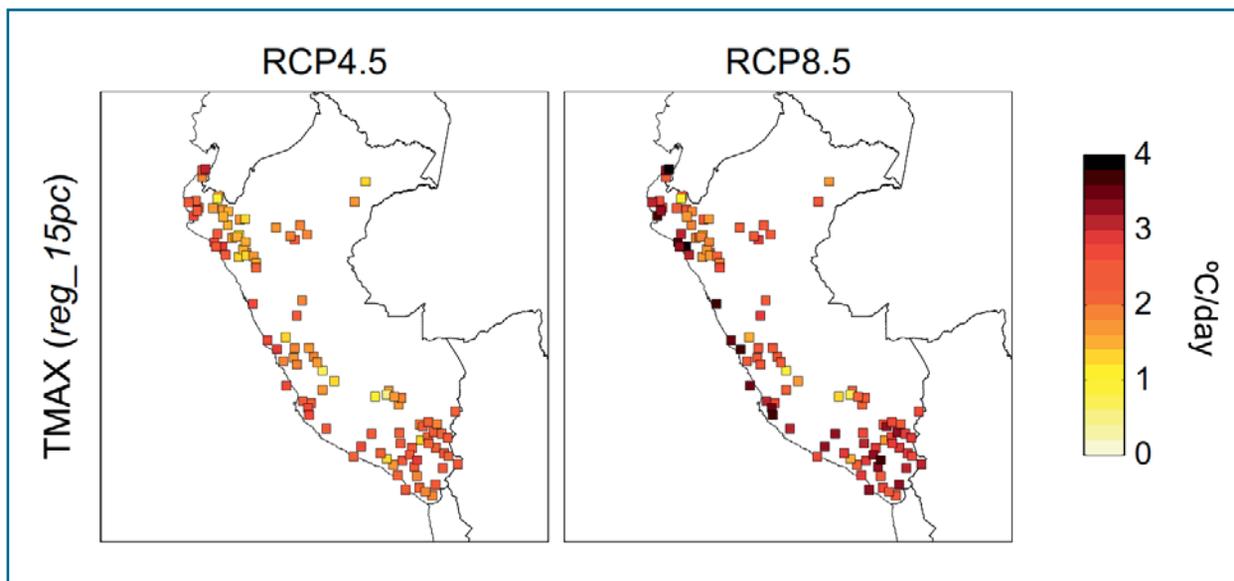
30%. Para la zona amazónica, estos cambios son bajos, del orden de +/-5% (Figura 13). Si bien ambos escenarios presentan comportamientos similares, bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5) los aumentos y las reducciones de precipitación son más altos (superiores al 20%) en comparación con el escenario "intermedio" (RCP 4.5).

En cuanto a la temperatura máxima, en el periodo 2036-2065, ésta se incrementaría entre 2°C y 4°C bajo los dos escenarios, y siendo más altos bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5) (Figura 14). Los mayores incrementos se darían al noroccidente, centro y suroriente del país, con aumentos superiores a los 3°C. Para la temperatura mínima, los aumentos serían del orden de 4°C a 6°C en ambos escenarios, siendo los más altos bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5) (Figura 15). Al igual que la temperatura máxima, los mayores incrementos se darían al noroccidente, centro y suroriente del país, con aumentos superiores a los 4°C.



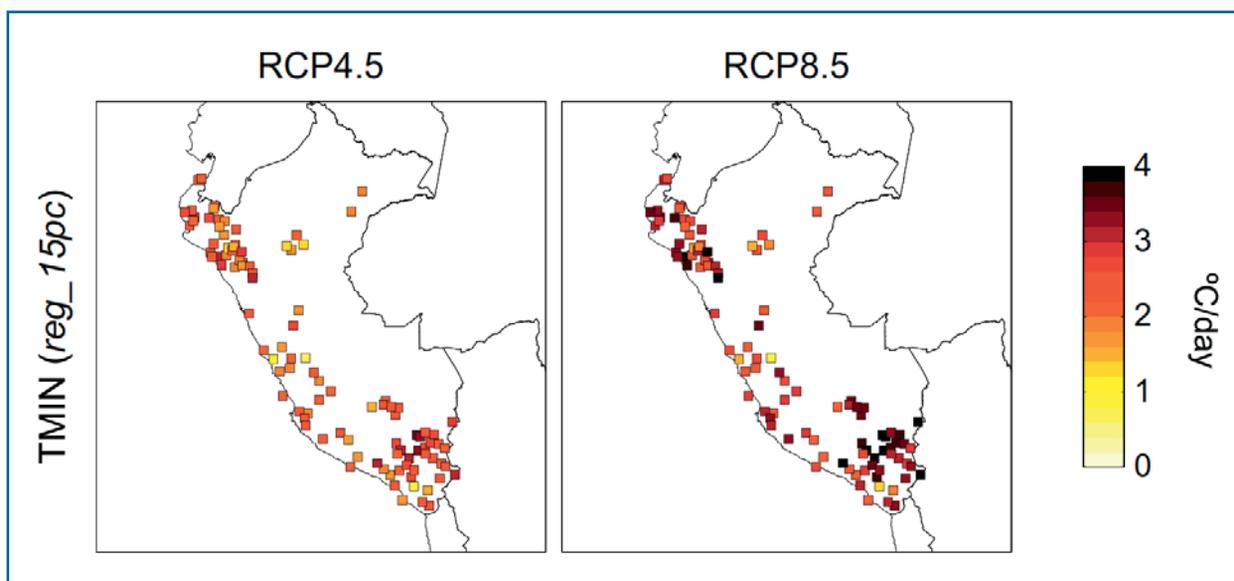
**Figura 13. Cambio porcentual de la precipitación, proyectado por dos escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) para el periodo 2036-2065, con respecto al periodo de referencia 1971-2000.**

*Fuente: (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016).*



**Figura 14. Aumento en °C de la temperatura máxima, proyectado por dos escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) para el periodo 2036-2065, con respecto al periodo de referencia 1971-2000.**

*Fuente: (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016).*



**Figura 15. Aumento en °C de la temperatura mínima, proyectado por dos escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) para el periodo 2036-2065, con respecto al periodo de referencia 1971-2000.**

*Fuente: (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016).*

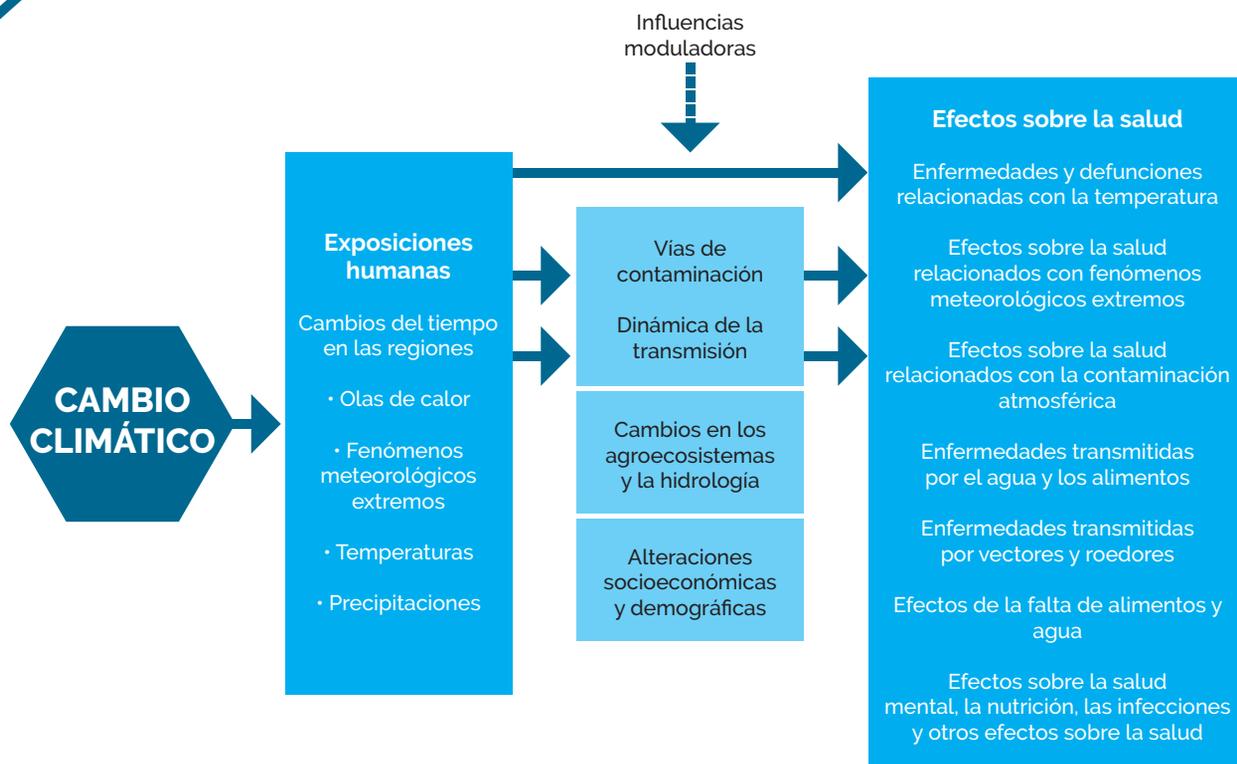
## 6.4 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables y más gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU, 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre

2030 y 2050 el cambio climático causará unas 250 000 muertes más al año, debido principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor. Y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030 (OMS, 2016). Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación y una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 19) (OMS, 2003). Entre los impactos que se pueden dar se encuentran los siguientes:

- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.
- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción, lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.



**Figura 19. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana.**

*Fuente: (OMS, 2003).*

Para el Perú, tanto las tendencias climáticas históricas como los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la temperatura y la precipitación en gran parte del territorio nacional. Esta combinación de tendencias climáticas incrementa el impacto en la salud humana (Tabla 5), al generar condiciones óptimas para el desarrollo de enfermedades transmisibles en zonas donde antes no se presentaban. Por ejemplo, el aumento de la temperatura y de la humedad (asociado a los incrementos de precipitación), pueden generar un aumento de la distribución del mosquito *aedes aegypti*, llevando enfermedades como la malaria y el dengue a zonas donde antes el vector no llegaba. Así mismo, otro tipo de enfermedades asociadas a eventos climáticos se intensificarían con los cambios de la temperatura, la precipitación y otras variables climáticas (enfermedades diarreicas, infecciones respiratorias agudas, peste, leptospirosis y otras enfermedades

distribuidas por roedores, entre otras). Estas enfermedades no solamente tendrían un impacto ante los efectos directos del cambio climático en las fuentes de propagación de las mismas, también los impactos que el cambio climático genera en otros sectores (por ejemplo pérdida de áreas agrícolas y alimentos por eventos extremos de lluvia, sequía o heladas, afectación en la infraestructura vial, etc.), puede llevar a serios problemas hídricos y alimenticios, y con lo cual se incrementarían estas enfermedades. Así mismo, el aumento del CO<sub>2</sub> global ha causado un incremento de la radiación ultravioleta, lo que contribuye al aumento del cáncer de piel. Y de igual forma, si continúan las tendencias y las proyecciones de aumento de la temperatura, esto ocasionaría mayores afectaciones en la salud ante el estrés calórico, debido al aumento de la duración e intensidad de las olas de calor.

**Tabla 5. Impactos en la salud de la población del Perú como consecuencia del cambio climático.<sup>1</sup>**

CONDICIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO	CONSECUENCIA	IMPACTO EN SALUD	ICD-10 <sup>16</sup>
<b>COSTA</b>			
Aumento del nivel del mar	Inundación en ciudades costeras	Aumento a la exposición a enfermedades zoonóticas	Aumento a la exposición a enfermedades zoonóticas
Aumento del nivel del mar	Sobrecarga de desagües	Aumento de la exposición a enfermedad diarreicas	(A09) diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
Aumento de temperatura del mar	Peces de agua fría (sardina, anchoveta) migran	Compromiso de la nutrición de población específicas	(E40-E46) malnutrición
Fenómeno de isla urbana de calor	Aumento de temperatura en ciudades	Aumento de casos de hipertermia en población de riesgo	(T67) efectos del calor y luz
Ola de calor	Aumento sostenido de temperatura por varios días	Aumento de casos de inanición en trabajadores	(X30) exposición a excesivo calor de origen natural
Aumento de CO <sub>2</sub> ambiental	Aumento de presencia de hierbas en cultivos	Aumento de uso de herbicidas	(T57) efectos tóxicos del arsénico
Aumento de CO <sub>2</sub> ambiental	Disminución de contenido proteico de cultivos	Compromiso de la nutrición del población específicas	(E40-46) malnutrición
Aumento de temperatura	Aumento de cosechas y roedores	Aumento de insectos vectores	(A20) Peste
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(B57) Enfermedad de Chagas
<b>SIERRA (incluye valles interandinos)</b>			
Aumento de temperatura en ríos y lagos	Disminución de peces de agua fría (trucha)	Compromiso de la nutrición de población específicas	(E40-E46) malnutrición
Cambios en precipitación	Aumento de los días sin nubes	Aumento de exposición a rayos ultravioletas	(X32) exposición a luz solar
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(A44) Bartonelosis, (B55) Leishmaniasis
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A92) Otras fiebres virales transmitidas por mosquitos
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A93) Otras fiebres virales transmitidas por mosquitos

<sup>1</sup> ICD: *International Classification of Disease* en español, *Clasificación Internacional de Enfermedades* (CIE)

SELVA			
Cambios en precipitación	Inundación en ciudades de la selva	Aumento en casos de enfermedades zoonóticas	(A27) leptospirosis
Cambios en precipitación	Inundación en ciudades de la selva	Aumento en casos de enfermedades diarreicas	(A09) diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
Cambios en precipitación	Sequía en ríos de la selva	Mayor dificultad para cazar animales	(E40-46) malnutrición
Friajes	Disminución sostenida de temperatura por varios días	Aumento de casos de hipotermia en población de riesgo	(T68) hipotermia
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(A90-A91) Dengue, (B50-B54) Paludismo, (A95) Fiebre amarilla
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A96) Fiebre hemorrágica por arnavirus
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A98) otras fiebres virales hemorrágicas

Fuente: (Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú, 2016)

Así mismo, dentro de los compromisos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, el Perú viene desarrollando las medidas para las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés). Este documento presenta diferentes acciones, estrategias y medidas que el país está tomando y tomará en el corto y mediano plazo para reducir las emisiones, y también incorpora diagnósticos y acciones que se están elaborando en el país para reducir el daño que el cambio climático está generando (o pueda generar) en diferentes sectores. El país ha elaborado una orientación de la información para diferentes sectores (Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC), 2018), y en el caso del sector salud, se han establecido tres componentes primordiales de trabajo, para los cuales se han identificado diferentes productos y medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad del sector salud ante el cambio climático en los próximos años en el país (Tabla 6):

1. Componente de Población: se espera reducir la vulnerabilidad de la población ante los peligros asociados al cambio climático a través del acceso a información epidemiológica que incorpore los escenarios climáticos y de la transferencia de prácticas saludables ante diferentes enfermedades y vectores exacerbados por el cambio climático.
2. Componente de Servicios: se espera garantizar la adecuación de los servicios de salud ante la ocurrencia de peligros asociados al cambio climático a través de la implementación de estrategias preventivas y de respuesta, de tal forma que se garanticen la cobertura y los servicios de salud a las poblaciones vulnerables.
3. Componente de Infraestructura: se espera reducir los daños y pérdidas actuales y potenciales en los establecimientos de salud ante los peligros asociados al cambio climático a través de la implementación de medidas de protección física, de tal forma que se asegure la capacidad de atención a las poblaciones vulnerables.

**Tabla 6. Productos y medidas de adaptación del componente Población del área temática de Salud ante el cambio climático**

Nº	Nombre del producto de adaptación	Nombre de la medida de adaptación	Sector gubernamental competente
1	Gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la planificación e inversión sectorial para el desarrollo sostenible en la salud pública.	Implementación de acciones relacionadas a la gestión del riesgo asociado al cambio climático en la planificación e inversión de las unidades orgánicas a nivel sectorial.	La Dirección General de Políticas y Normatividad en Salud Pública (DGPNSP) y la Oficina General de Planeamiento, Presupuesto y Modernización (OGPPM) del MINSA.
		Acceso de las instituciones del sector salud a fuentes de financiamiento para la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la salud pública.	La Oficina General de Planeamiento, Presupuesto y Modernización (OGPPM) y la Oficina General de Cooperación y Asuntos Internacionales (OGCAI) del MINSA y las Oficinas de Planeamiento de las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) y Gerencias Regionales de Salud (GERESA) de los Gobiernos Regionales.
2	Establecimientos de salud del MINSA utilizan información sobre escenarios climáticos en vigilancia epidemiológica y sanitaria para la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la salud pública.	Fortalecimiento del sistema de monitoreo y vigilancia epidemiológica y ambiental que incorpora los escenarios climáticos para la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la salud pública.	El Centro Nacional de Epidemiología Prevención y Control de Enfermedades (CDC) del Instituto Nacional de Salud (INS) y los establecimientos de salud que forman parte de la Red Nacional de Epidemiología (RENACE).
3	Poblaciones vulnerables adoptan prácticas saludables ante el incremento de enfermedades transmitidas por vectores por efectos del cambio climático.	Transferencia de prácticas saludables a la población vulnerable ante el incremento de enfermedades transmitidas por vectores por efectos del cambio climático.	La Dirección General de Promoción (DGPRO) y la Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres (DIGERD) del MINSA, con apoyo de las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) y Gerencias Regionales de Salud (GERESA) de los Gobiernos Regionales.
4	Poblaciones vulnerables adoptan prácticas saludables ante el incremento de enfermedades transmitidas por alimentos y agua por efectos del cambio climático.	Transferencia de prácticas saludables a la población vulnerable ante el incremento de enfermedades por alimentos contaminados y agua por efectos del cambio climático.	La Dirección General de Epidemiológica (DGE), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Dirección General de Promoción (DGPRO) del MINSA, con apoyo de las Gerencias Regionales de Salud (GERESA) y las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) de los Gobiernos Regionales.
5	Poblaciones vulnerables adoptan prácticas saludables ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.	Transferencia de prácticas saludables a la población vulnerable ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.	La Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres (DIGERD) y la Dirección General de Promoción (DGPRO) del MINSA, con apoyo de las Gerencias Regionales de Salud (GERESA) y las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) de los Gobiernos Regionales.
6	Población vulnerable sensibilizada sobre prácticas saludables ante riesgos asociados al cambio climático.	Fortalecimiento de las acciones de información y difusión de prácticas saludables ante riesgos asociados al cambio climático en la salud pública.	La Dirección General de Promoción (DGPRO) del MINSA, con apoyo de las Gerencias Regionales de Salud (GERESA) y las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) de los Gobiernos Regionales.

Fuente: (Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC), 2018).

## 6.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en las tendencias climáticas que viene presentando el Perú (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2009), se aprecia que la temperatura y la precipitación presentan tendencias al aumento en la mayor parte del país. En el caso de la precipitación, ésta muestra una tendencia al aumento en casi todo el territorio nacional, mientras que en el sur del mismo la tendencia es hacia la reducción de las lluvias. Así mismo, la distribución espacial de estos cambios se mantiene en cuanto a la intensidad diaria de las lluvias y los valores máximos registrados de 1 a 5 días, lo cual indica que, en las zonas donde llueve más es posible que los eventos extremos de lluvia se hayan intensificado, mientras que en las zonas donde ha disminuido la precipitación, los eventos de sequía son cada vez más prolongados. Para las temperaturas máxima y mínima, si bien las tendencias muestran temperaturas máximas cada vez más altas y temperaturas mínimas cada vez más bajas, los eventos extremos asociados a ellas presentan una tendencia que está mayormente relacionada con el aumento de la temperatura, es decir, cada vez hay más días y noches cálidas; y menos días y noches frías.
- Los escenarios de cambio climático para el Perú muestran que la precipitación presentaría reducciones del 10% al 30% en el suroriente y occidente del país, y aumentos del 10% al 40% en el resto del territorio nacional. Mientras que las temperaturas máxima y mínima aumentarían en todo el país, siendo los incrementos más significativos en esta última y bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5). Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor.
- El impacto en la salud humana en el Perú se daría en varios aspectos, principalmente con el aumento de las enfermedades transmisibles, infecciosas, diarreicas y asociadas a malnutrición, debido al aumento de la temperatura y la precipitación, lo que ocasionaría condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de estas enfermedades no sólo en las zonas donde actualmente se presentan, sino también que se generarían nuevas zonas que posibiliten el crecimiento de los vectores de mosquitos y roedores, así como una mayor vulnerabilidad de las personas ante el aumento de los eventos extremos que el cambio climático traería.
- Ante el impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◇ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◇ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.

- ◇ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
- ◇ Generar alianzas, no sólo en los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) es prioridad la ejecución del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, que a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación logre mantener vigente el análisis de los impactos negativos del cambio climático en la salud y en el bienestar de la población para mejorar las estrategias de promoción de la salud y la prevención de las enfermedades o afecciones a la salud ocasionadas e intensificadas por los efectos del cambio climático.



# REFERENCIAS

- Armenta, G. (2016). Análisis de Tendencias Climáticas y Eventos Climáticos Extremos para Ecuador. En MAE, & PNUD, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito. Obtenido de <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/13%20An%C3%A1lisis%20de%20tendencias%20clim%C3%A1ticas%20y%20eventos%20clim%C3%A1ticos%20extremos%20para%20Ecuador.pdf>
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC). (2018). Información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC). Lima, Perú. Obtenido de [http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/12/Informe-final-GTM-NDC\\_v17dic18.pdf](http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/12/Informe-final-GTM-NDC_v17dic18.pdf)
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- Karl, T., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes. Workshop summary. Climatic Change, 42.
- Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú. (2016). El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima, Perú. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>

- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. Rep. WCDMP-47, WMO, World Meteorological Organization.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2009). Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2015). Actualización de los Escenarios de Disponibilidad Hídrica en el Perú, en contexto de Cambio Climático. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-75.pdf>





# 7. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN VENEZUELA



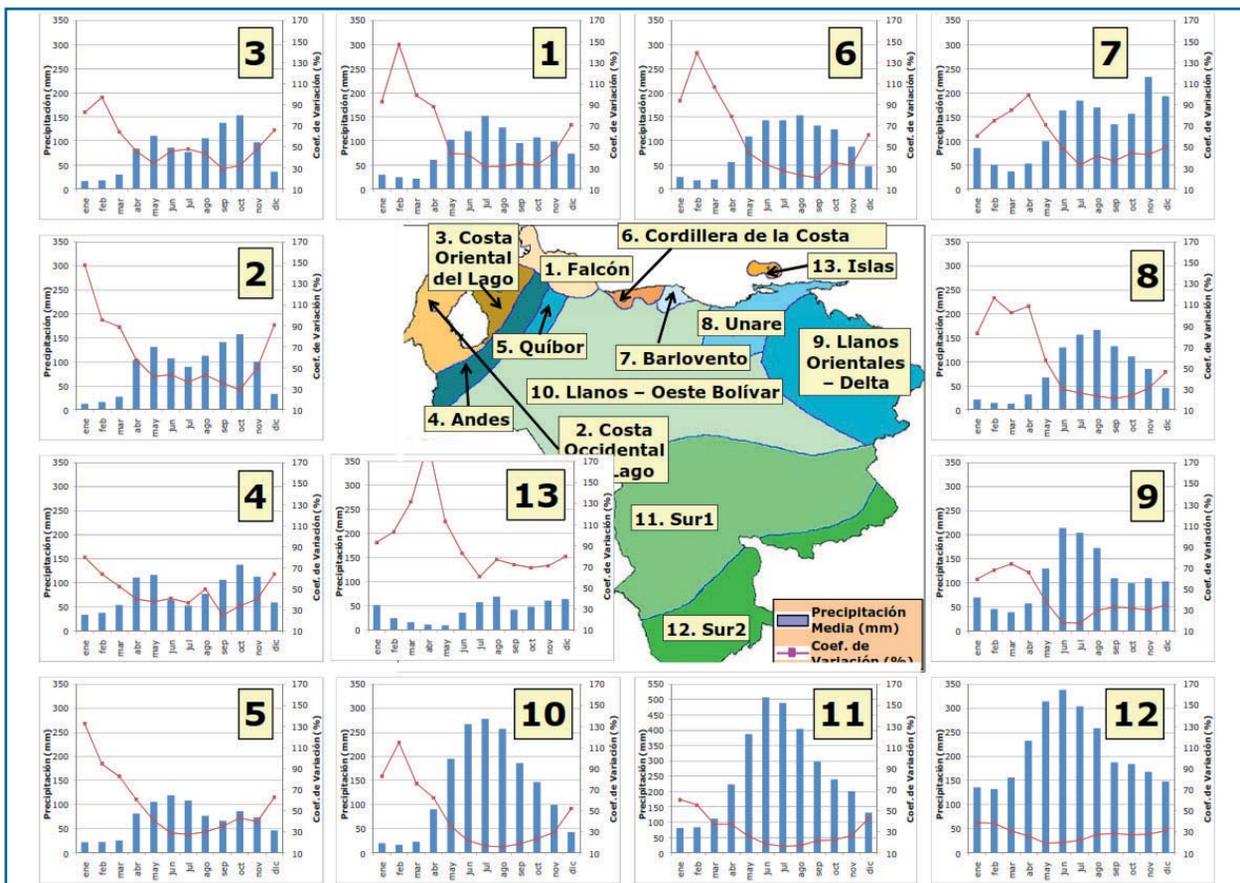
# 7. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN VENEZUELA

A continuación se presentan las principales tendencias climáticas y escenarios de Cambio Climático para Venezuela. Este análisis surge de la revisión de los documentos oficiales recientemente generados en el país en materia de clima y cambio climático, y entre los cuales se encuentran: el “Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaria en la República Bolivariana de Venezuela” (FAO, 2010); el “Primer Reporte Académico de Cambio Climático 2018” (ACFIMAN-SACC, 2018) y la “Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (MINEA & IFLA, 2017).

## 7.1 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN, LA TEMPERATURA MEDIA Y LA HUMEDAD RELATIVA

Se expone el comportamiento histórico de las variables: precipitación, temperatura media y humedad relativa, con base en los datos del periodo 1971-2005 (FAO, 2010). Según el comportamiento de la precipitación tanto en volumen como a lo largo del año, Venezuela se divide en 13 regiones (Figura 6). Si bien cada una de estas regiones presenta una distribución particular de la precipitación a lo largo del año, algunas de ellas comparten comportamientos similares en cuanto a temperatura media y humedad relativa. La Tabla 1 resume el comportamiento de estas variables climáticas durante el año.





**Figura 6. Comportamiento de la precipitación al año en Venezuela para el período 1971-2005.**  
Fuente: (FAO, 2010).

**Tabla 1. Descripción del comportamiento de la precipitación, la temperatura media y la humedad relativa anual en Venezuela, con base en el periodo 1971-2005.**

REGIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM/AÑO)	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA (°C) Y DE LA HUMEDAD RELATIVA (%)
<b>1. Falcón</b>	Las precipitaciones varían desde 400mm en la Península de Paraguaná a dos pequeños centros mayores a 1200mm, originados por la orografía, uno abarcando los valles de los ríos Yaracuy, Aroa y Tocuyo y el otro al norte en el río Hueque.	
<b>2. Costa occidental del Lago</b>	Precipitación muy variable: al sur del Lago > 2800mm; aún de enero a marzo llueve > 90 mm/mes, y > de 1500 mm en las laderas de la Sierra de Perijá. La lluvia disminuye hacia el norte: Maracaibo < 600mm, y Península de Perijá < 200mm. Temporada seca marcada. En las zonas intermedias, la lluvia es bimodal, con un primer pico entre abril y mayo, y un segundo pico (el más importante en muchas zonas) entre septiembre y octubre.	Temperatura Media de 27,5°C en la zona baja y 24°C en los piedemontes. Las Máximas medias varían de 32 a 22°C, y las Mínimas medias de 22 a 12°C. La Humedad es muy alta cerca del Lago y en el piedemonte (> 85%), y de 75 a 90% en la costa.
<b>3. Costa oriental del Lago</b>	Las precipitaciones varían de 400mm en las costas del Noroeste de Falcón, hasta centros mayores de 1200mm sobre Mene de Mauroa y entre Bobures en la costa del Lago y valles de Monay. Estos centros de alta pluviosidad se relacionan a efectos orográficos y circulación de vientos locales alrededor del Lago de Maracaibo, donde se forman tormentas que se mueven hacia el este.	
<b>4. Andes</b>	Precipitaciones muy variables, de unos 900mm en los Valles de Monay (Trujillo) y en Ureña (Táchira), hasta lluvias no estacionales de unos 3800 mm en la cuenca del río Uribante, en Táchira. En los páramos la precipitación es < 600mm. En las laderas orientadas al este se nota la influencia de lluvias orográficas.	Temperaturas medias de 24°C en la parte baja a menos de 0°C en la Sierra Nevada de Mérida. Máximas medias de 30 a 5°C, y Mínimas medias de 20 a -4°C.
<b>5. Valle Quibor</b>	La precipitación varía entre los 400mm alrededor de Barquisimeto, Quibor y El Tocuyo, hasta los 2400mm al Sur en el Piedemonte Andino sobre los límites de Lara, Portuguesa y Trujillo. La lluvia es bimodal, con máximo principal de septiembre a diciembre.	Temperatura media anual de 27 a 24°C. Humedad Relativa media de un 75%.
<b>6. Cordillera de la Costa</b>	Las precipitaciones varían entre los 800mm hasta los 1600mm, dependiendo de la orografía. Temporada seca marcada. Meses más lluviosos variables: junio, julio o agosto. En una proporción relativamente alta de los años (20% a 40%) la lluvia se comporta con un régimen bimodal (Figura 6)	La temperatura media varía de 12 a 27°C, con Máximas medias de 16 a 33°C y Mínimas medias de 8 a 22°C. La Humedad varía entre 65 y 75%.
<b>7. Barlovento</b>	Predominan totales de 1200 a 1600mm. Destaca un centro de alta pluviosidad entre 2000 y 2600mm, originado por el efecto orográfico de la Serranía del Interior sobre los vientos Alisios cargados que penetran a los Valles del Tuy por Barlovento.	La Temperatura media es de 26 a 27°C, con Máximas medias de 32 a 34°C y Mínimas medias de 22°C.

Fuente: (FAO, 2010).

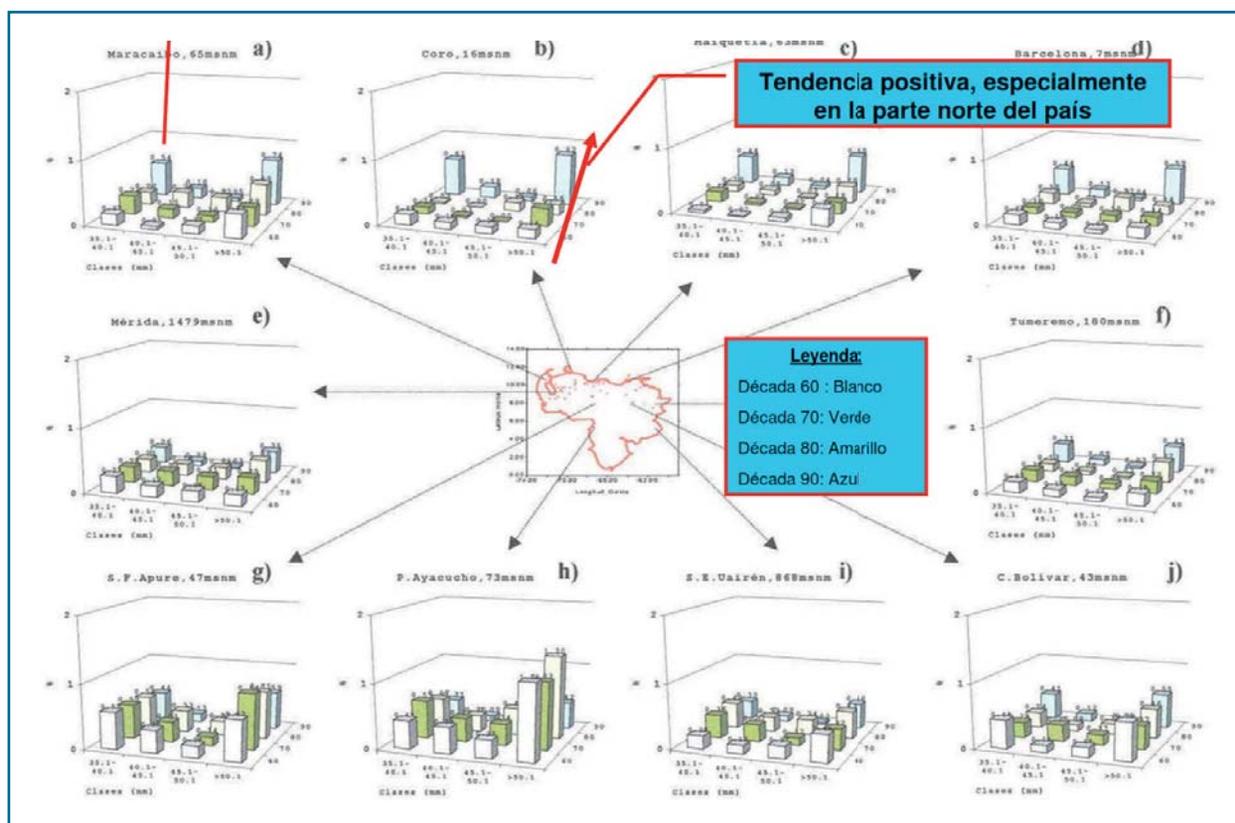
REGIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM/AÑO)	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA (°C) Y DE LA HUMEDAD RELATIVA (%)
8. Unare	Predominan precipitaciones entre los 400mm en la zona costera, los 800mm en los llanos de Monagas, y los 1200mm en los llanos de Anzoátegui. Destaca una cuña de alta pluviosidad de 1600mm a > 2000mm/año, que penetra desde el Golfo de Paria hacia la costa de Monagas, y luego hacia el Turimiquire.	<p>La Temperatura media es de 26 a 27°C, con Máximas medias de 32 a 34°C y Mínimas medias de 22°C. La Humedad Relativa media varía entre 65 y 80% en las zonas más lluviosas.</p> <p>Temperatura media de 26°C, con Máximas medias de 32°C y Mínimas medias de 22°C. Humedad muy alta, de 80 a 95 %.</p>
9. Llanos Orientales y Delta	La influencia persistente de la Zona de Confluencia InterTropical (ZCIT) genera fuerte nubosidad, la cual es incrementada por el efecto costa. El frente de nubosidad y precipitaciones formado en la costa genera acumulados de 2000 a 2400mm. Este frente se debilita gradualmente en la medida que penetra tierra adentro, hasta llegar a valores de solo 800 a 1200mm en el Sur de los llanos de Monagas y Anzoátegui, y el Nordeste de Bolívar.	
10. Llanos – Oeste de Bolívar	En los Llanos el período lluvioso concentra > 85% del total anual de lluvia, y al Norte de Bolívar > 70%; época seca muy marcada, febrero y marzo < 5mm; meses más lluviosos junio y julio, con más de 400mm entre los dos. Hay un gradiente en la lluvia: Llanos occidentales (unos 2400mm, período lluvioso 8 meses, abril a noviembre); Llanos Centrales y norte de Bolívar (unos 1500mm, período lluvioso 6 a 7 meses, mayo a octubre); Llanos Orientales (unos 1200mm, período lluvioso 5 meses, junio a octubre). Al Centro-Sur de Anzoátegui y Monagas hay un "bolsón seco" de 800-900mm, mientras que al Noroeste de Bolívar y Norte de Amazonas se incrementa la lluvia a más de 2000mm.	
11. Sur 1	Es la región más lluviosa de Venezuela; en la cuenca del Caroní se ubican 6 centros por encima de los 4000mm asociados a los tepuyes; Auyantepuy, Siera Lema, Kukenan Tepuy, Chimanta Tepuy, Guaikinimita Tepuy y sector de Karum. Otros centros mayores de 3500mm se ubican sobre el Norte de San Carlos de Río Negro y sobre el Alto Padamo en Amazonas.	
12. Sur 2	Meses más secos enero y febrero, con más de 100mm/mes. Meses más lluviosos mayo y junio, con más de 800mm entre los dos. La lluvia varía de 2000mm aguas arriba de Santa María de los Guaicas (Alto Orinoco) a > 3500mm al Sur de San Carlos de Río Negro.	
13. Islas	Región influenciada por una mayor cercanía de las altas presiones subtropicales relacionadas con relativo buen tiempo, y falta de efecto orográfico, por lo cual la temporada seca dura casi todo el año. Ningún mes con más de 75 mm, anual < 500mm.	

Fuente: (FAO, 2010).

## 7.2 TENDENCIAS CLIMÁTICAS DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA MEDIA

Con base en los análisis realizados por el Servicio de Meteorología de la Aviación de Venezuela en 2008, se presentan las tendencias de la precipitación y la temperatura media en el país para 4 periodos decadales (1961-1970, 1971-1980, 1981-1990 y 1991-2000). En ellas se muestra, en términos generales, que la precipitación ha presentado una tendencia a la disminución en la mayor parte del país (Figura 7), presentándose las

mayores reducciones al centro y oriente del territorio nacional. Sin embargo, en la última década del análisis se observa cómo en gran parte del país (especialmente al norte), se han incrementado la cantidad de días con lluvias bajas o escasas (menos de 35mm/día) y con lluvias moderadas a fuertes (más de 50 mm/día), lo que muestra que se han incrementado los eventos de sequías y lluvias extremas en los últimos años.



**Figura 7. Histogramas de la precipitación diaria por décadas, en distintas estaciones distribuidas a lo largo de Venezuela.** Fuente: Servicio de Meteorología de la Aviación de Venezuela.

De igual forma, en el análisis se muestra cómo hay una tendencia a la reducción de la cantidad de días con lluvia. Estas reducciones son más marcadas desde los años 90, presentándose entre 50 y 100 días menos con lluvias cada 5 años (Tabla 2).

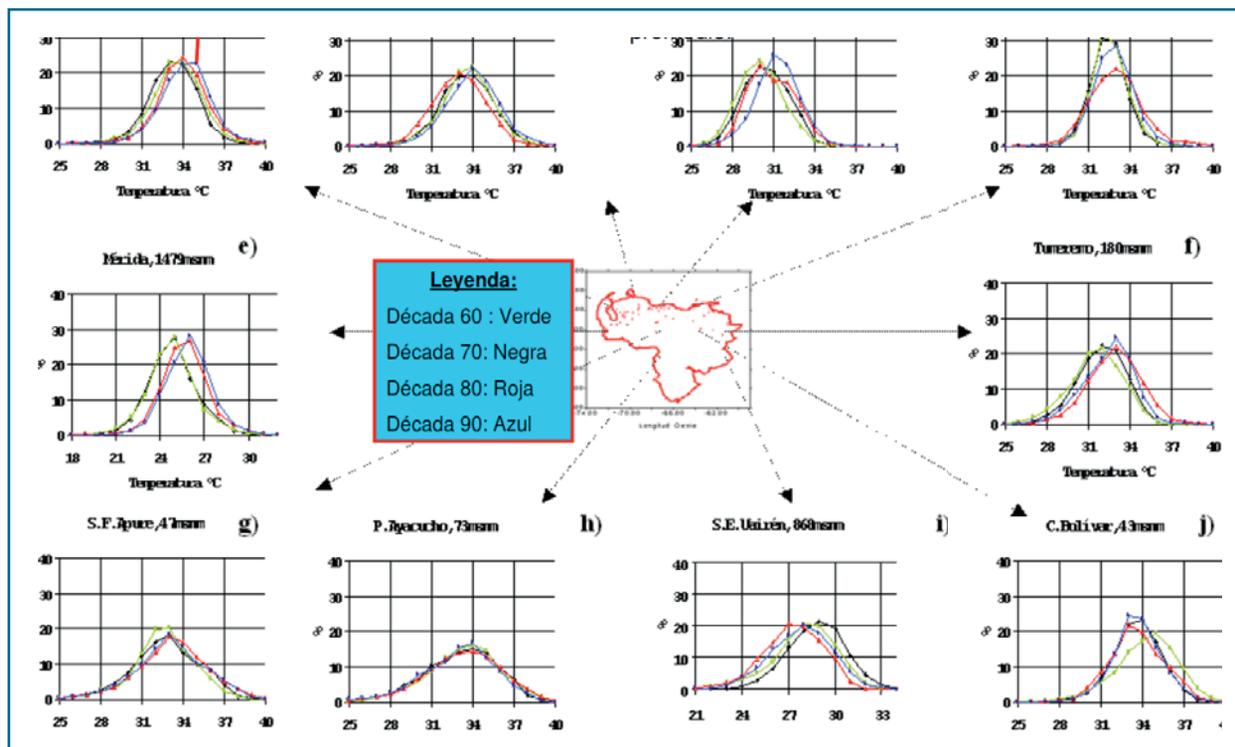
Para la temperatura media, los cambios observados en el análisis muestran un aumento de la misma, presentándose cada vez más días con temperaturas más altas (Figura 8). Desde la década de 1981-1990 se aprecian los aumentos más altos, especialmente en el centro y norte del país.

**Tabla 2. Número de días con lluvia cada 5 años para distintas estaciones distribuidas a lo largo de Venezuela.**

	CLONIA TOVAR	CORO	MARACAIBO	BARQUISIMETO	MARACAY	MAIQUETIA	BARCELONA	GUIRIA	S. ELENA
1961-1965	960	370	468	595	676	608	626	774	938
1966-1970	1027	445	510	670	752	710	665	850	982
1971-1975	967	389	427	684	663	636	568	767	966
1976-1980	894	341	411	623	662	568	624	741	961
1981-1985	856	388	430	623	650	510	668	796	946
1986-1990	751	358	436	605	603	547	561	778	1022
1991-1995	540	298	376	501	607	474	518	719	776
1996-2000	562	345	376	629	602	501	707	660	975
2001-2005	251	769	387	563	505	439	452	561	920

	M. GRANDE	CARRIZAL	MERIDA	MATURIN	S. ANTONIO	C. BOLIVAR	S. FERNANDO	TUMEREMO	P. AYACUCHO
1961-1965	606	552	1130	1030	827	637	586	785	962
1966-1970	863	523	1187	1002	954	728	1027	862	942
1971-1975	781	455	1309	1087	932	725	592	1000	904
1976-1980	700	537	1179	1105	869	678	648	908	877
1981-1985	871	563	1207	1263	828	626	568	949	901
1986-1990	952	179	1166	1018	796	705	530	895	882
1991-1995	817	103	1082	949	673	549	555	865	792
1996-2000	818	475	1099	976	735	699	588	869	873
2001-2005	658	436	989	881	601	613	600		782

Fuente: Servicio de Meteorología de la Aviación de Venezuela.



**Figura 8. Histogramas de la temperatura media mensual por décadas, en distintas estaciones distribuidas a lo largo de Venezuela.** Fuente: Servicio de Meteorología de la Aviación de Venezuela.

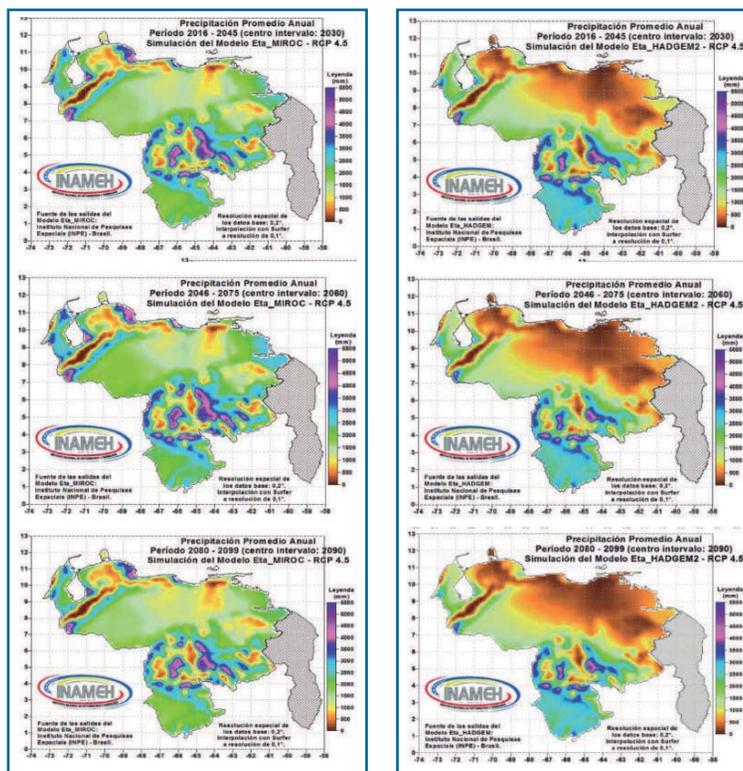
### 7.3 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las proyecciones climáticas de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima, generadas para la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (MINEA & IFLA, 2017), se elaboraron con base en dos escenarios del Quinto Reporte de Evaluación: un escenario intermedio (RCP 4.5) y un escenario pesimista (RCP 8.5) y tomando dos modelos regionales base: Eta\_HADGEM2 y Eta\_MIROC5, a una resolución espacial de 20 kilómetros. Las proyecciones bajo cada uno de estos escenarios se

generaron para los periodos futuros: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099, y tomando como periodo de referencia 1971-2000. Para la precipitación, los cambios proyectados muestran reducciones en la mayor parte de Venezuela, siendo las más marcadas en el centro, sur y oriente del país para los periodos 2046-2075 y 2080-2099 (Figura 9) y con el modelo Eta\_HADGEM2. A nivel estacional (Figuras 10 a 13), las mayores reducciones de precipitación se presentarían entre julio y noviembre, meses en los que en gran parte del país se presentan las lluvias más altas.



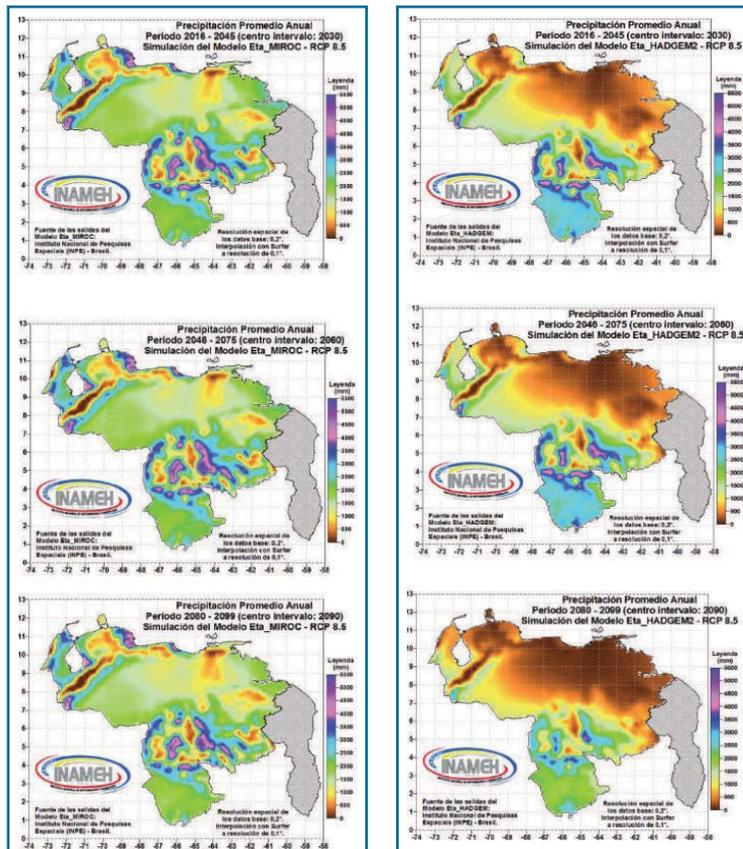
**ESCENARIO INTERMEDIO RCP 4.5**



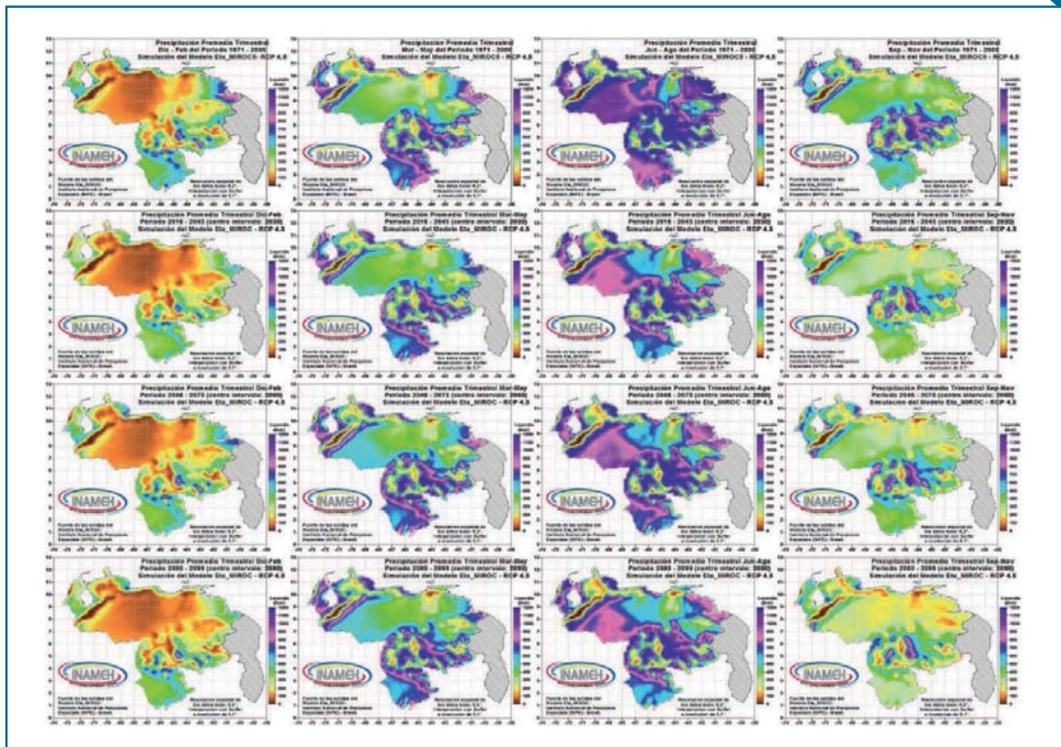
**Eta\_MIROC5**

**Eta\_HADGEM2**

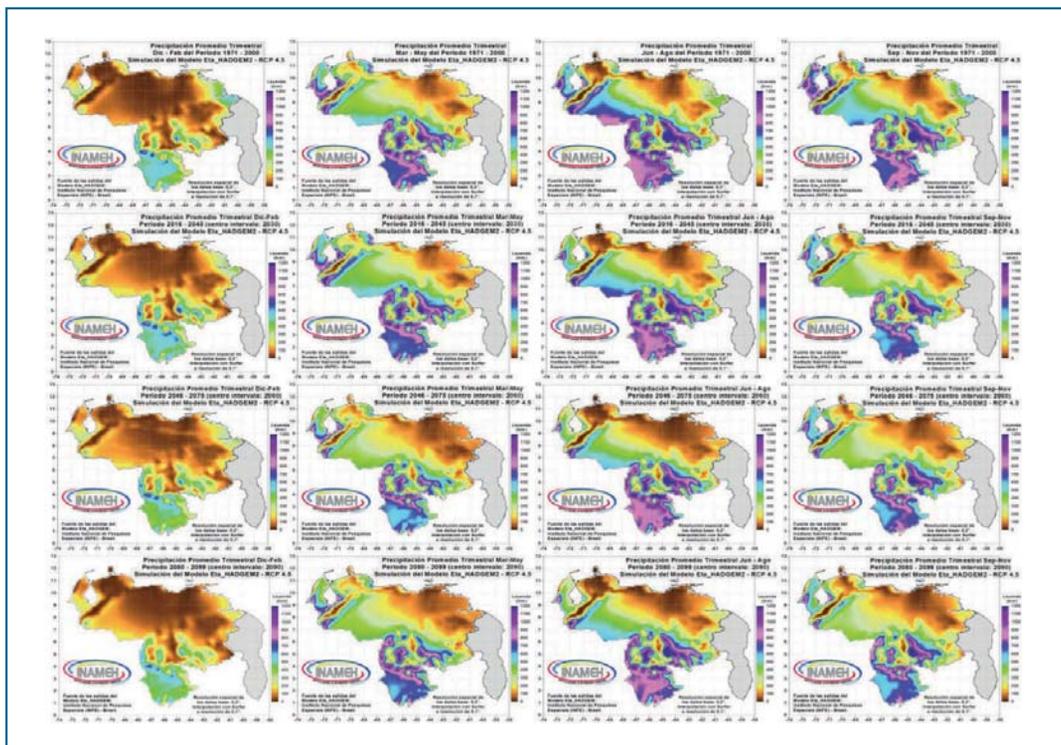
**ESCENARIO PESIMISTA RCP 8.5**



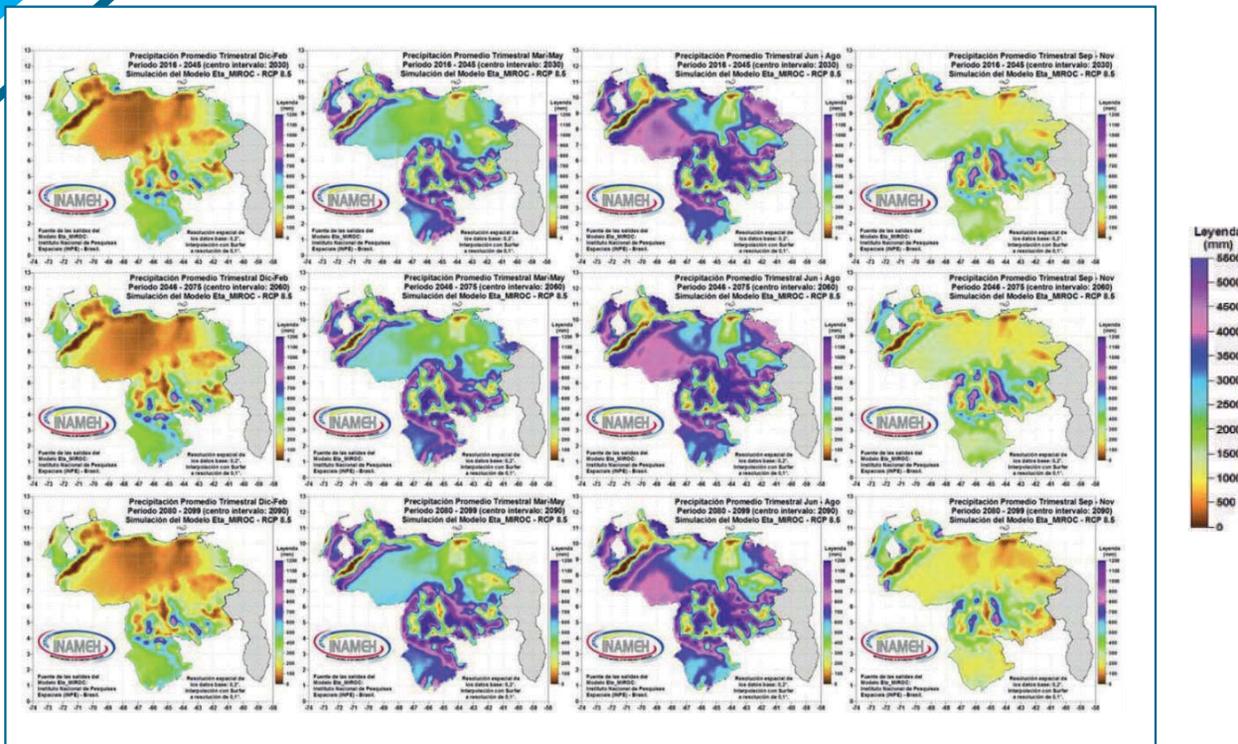
**Figura 9. Precipitación anual proyectada bajo los escenarios "intermedio" (RCP 4.5) y "pesimista" (RCP 8.5), para los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099, con base en las simulaciones de los modelos Eta\_MIROC5 y Eta\_HADGEM2. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).**



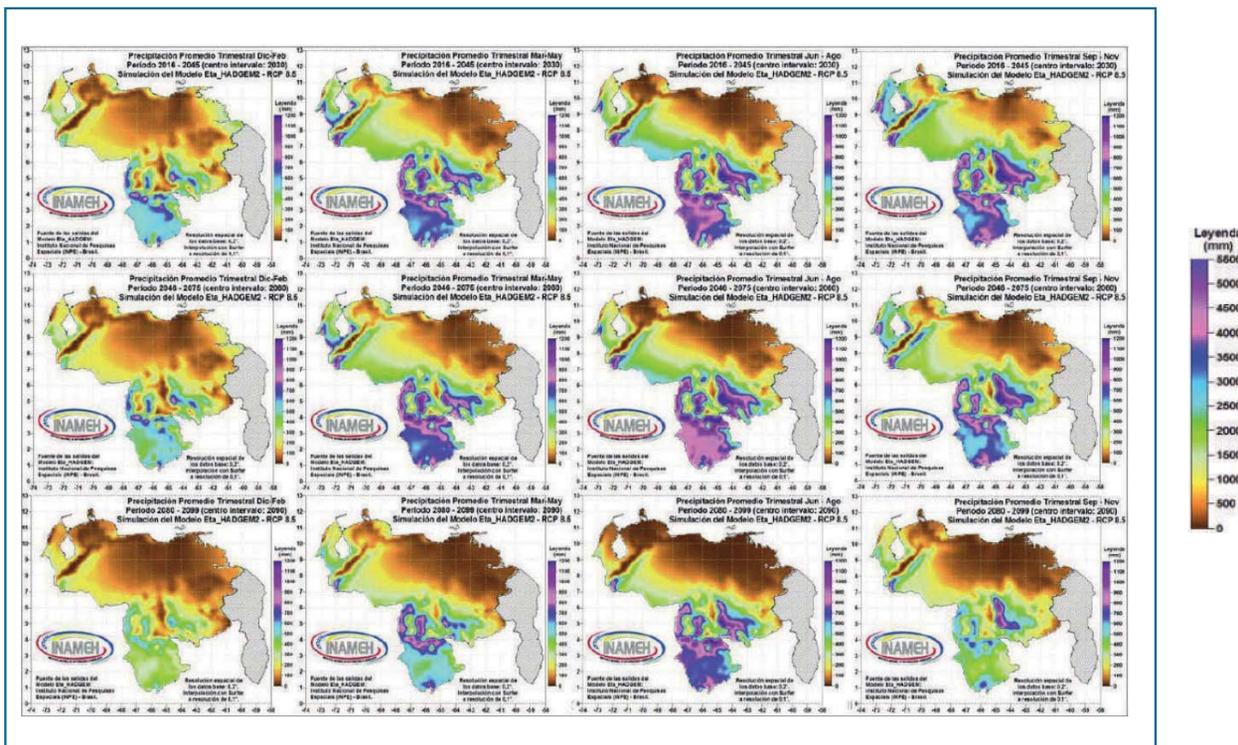
**Figura 10. Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 4.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_MIROC5.**  
 Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).



**Figura 11. Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 4.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_HADGEM2.**  
 Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).



**Figura 12. Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 8.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_MIROC5.**  
 Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).



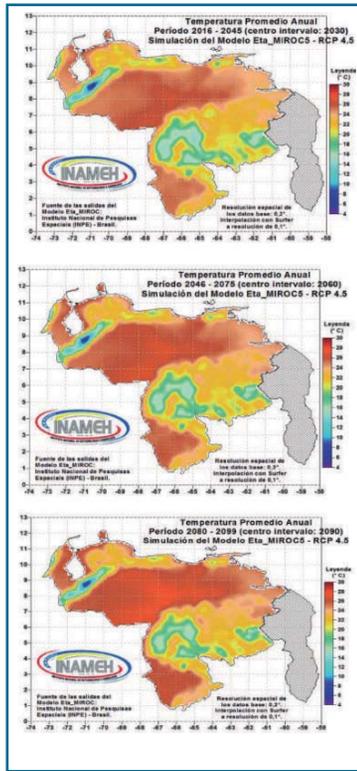
**Figura 13. Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 8.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_HADGEM2.**  
 Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).

En cuanto a la temperatura media, los cambios proyectados muestran incrementos en todo el país, y se darían los más altos en el norte y sur del territorio nacional, con aumentos de aproximadamente 1°C en el periodo 2016-2045, de 1,5°C en 2046-2075 y de 2°C o más a finales de siglo (Figura 14) y con el modelo Eta\_HADGEM2.

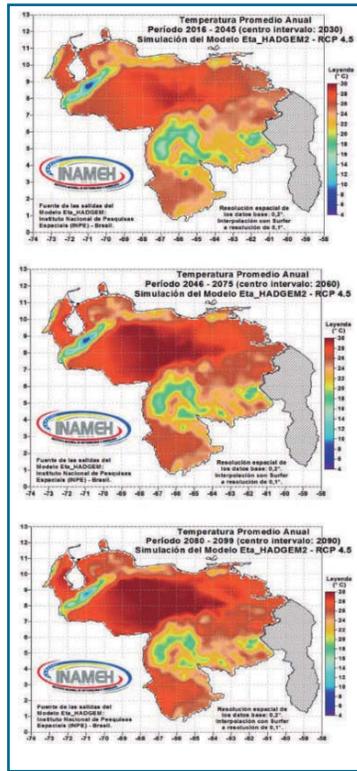
A nivel estacional (Figuras 15 a 18), los incrementos más altos de temperatura se darían de diciembre a febrero y de junio a noviembre, con aumentos del orden de 1°C para los dos primeros periodos (2016-2045 y 2046-2075) y de más de 1,5°C para finales de siglo y bajo el escenario "pesimista".



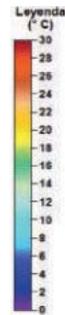
**ESCENARIO INTERMEDIO RCP 4.5**



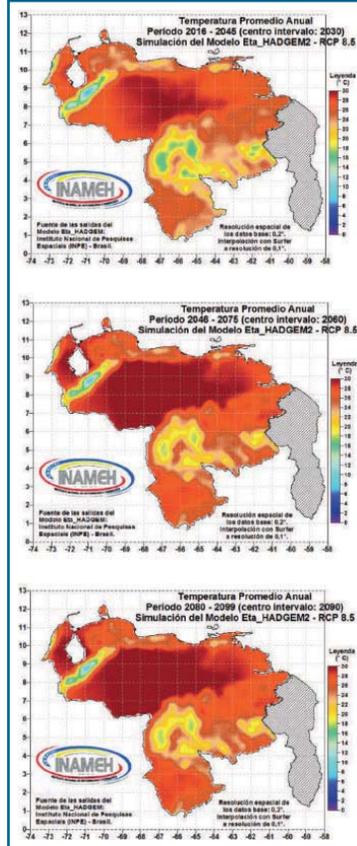
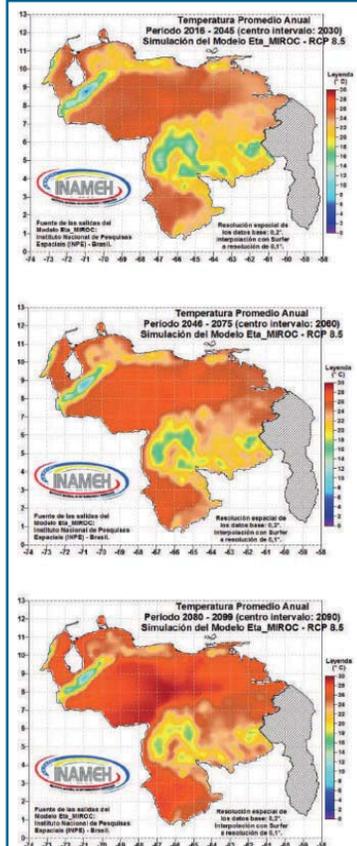
**Eta\_MIROC5**



**Eta\_HADGEM2**



**ESCENARIO PESIMISTA RCP 8.5**



**Figura 14. Temperatura media anual proyectada bajo los escenarios "intermedio" (RCP 4.5) y "pesimista" (RCP 8.5), para los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099, con base en las simulaciones de los modelos Eta\_MIROC5 y Eta\_HADGEM2. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).**

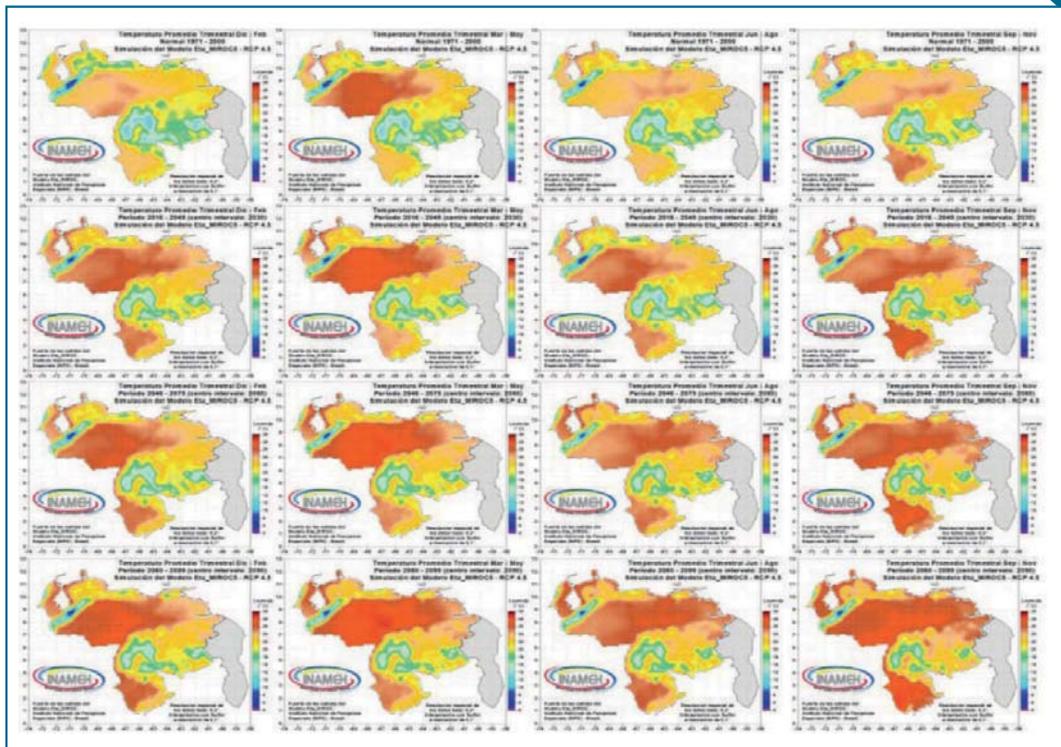


Figura 15. Distribución de la temperatura media a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 4.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_MIROC5. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).

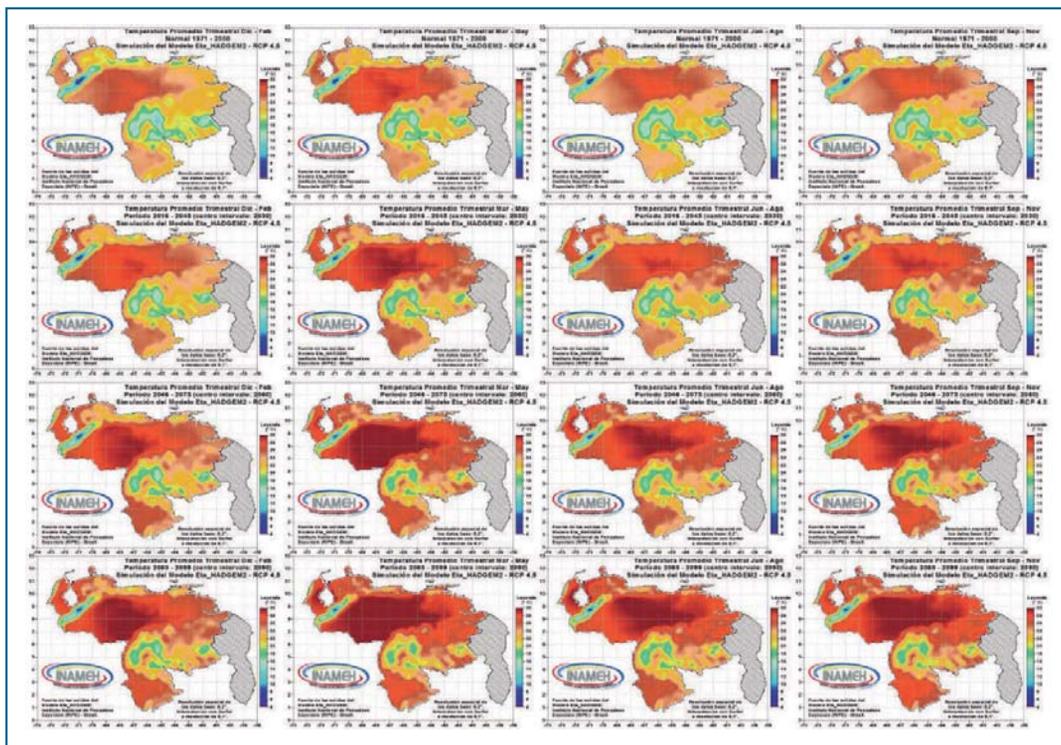
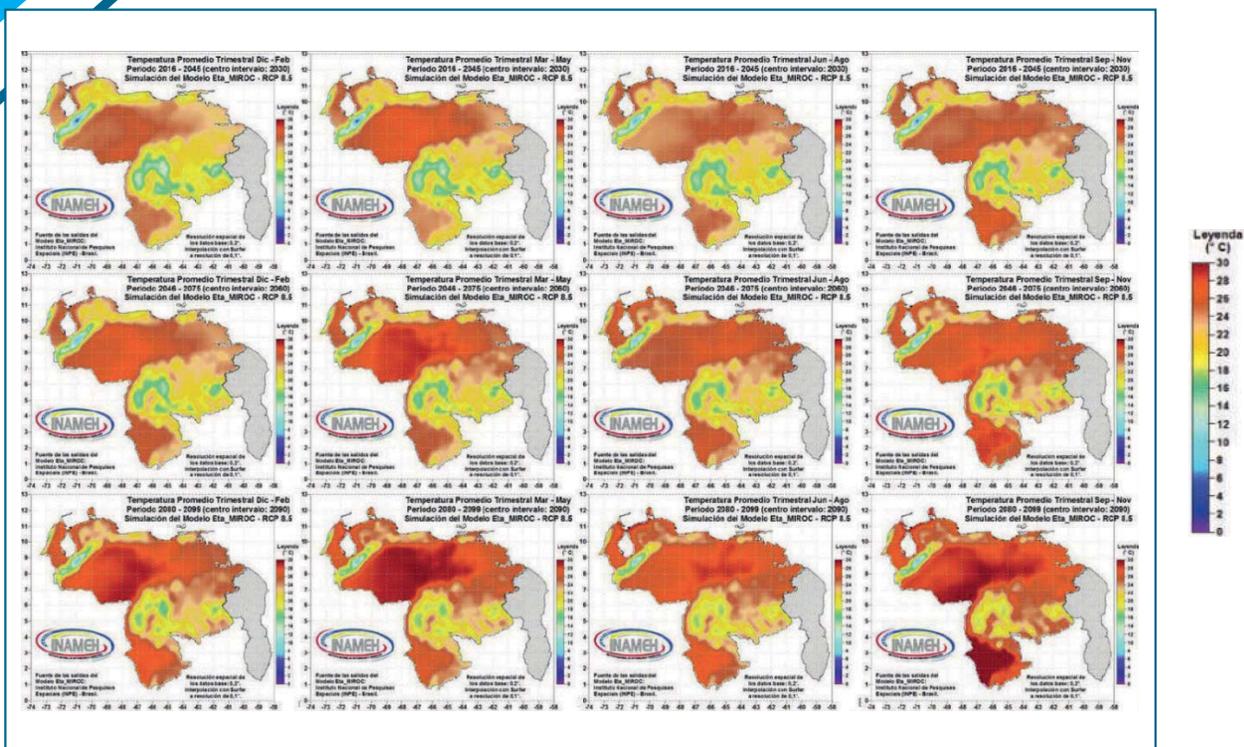
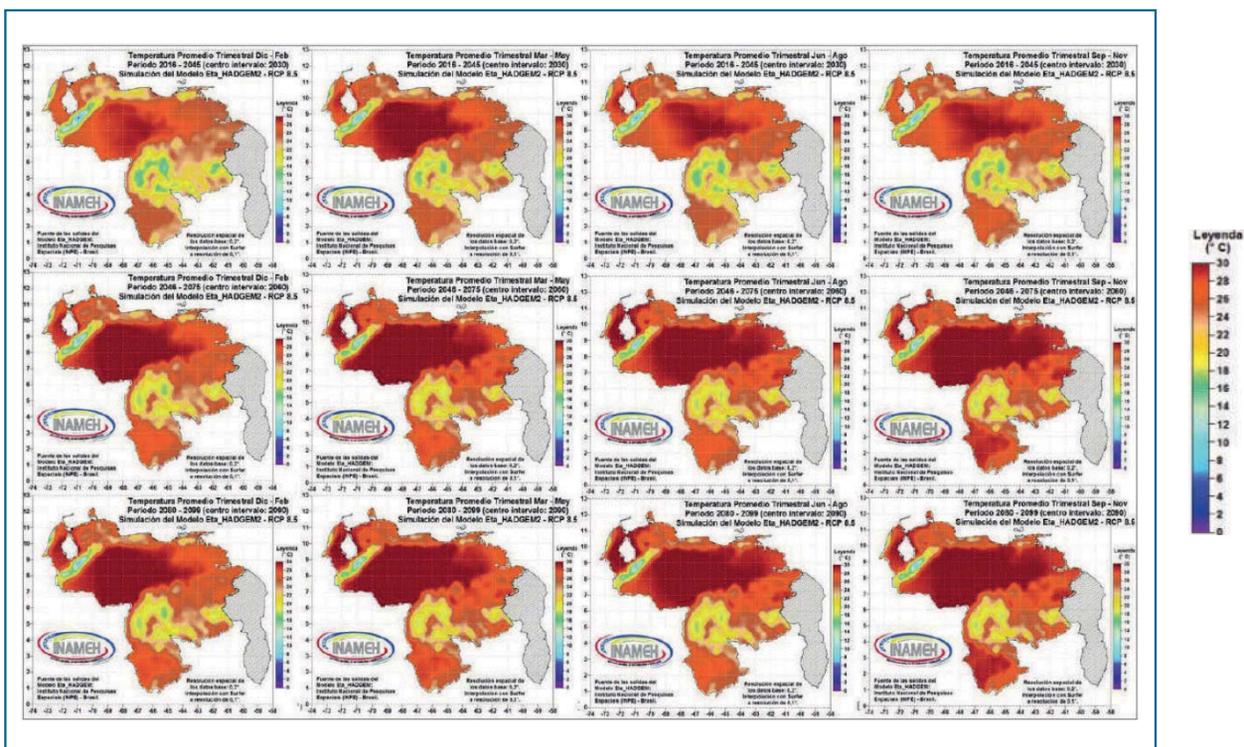


Figura 16. Distribución de la temperatura media a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 4.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_HADGEM2. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).



**Figura 17. Distribución de la temperatura media a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 8.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_MIROC5. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).**



**Figura 18. Distribución de la temperatura media a lo largo del año en 4 trimestres (Diciembre-Febrero, Marzo-Mayo, Junio-Agosto y Septiembre-Noviembre) para el periodo de referencia 1971-2000 y en los periodos: 2016-2045, 2046-2075 y 2080-2099 bajo el RCP 8.5, con base en las simulaciones del modelo Eta\_HADGEM2. Fuente: (MINEA & IFLA, 2017).**

## 7.4 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD

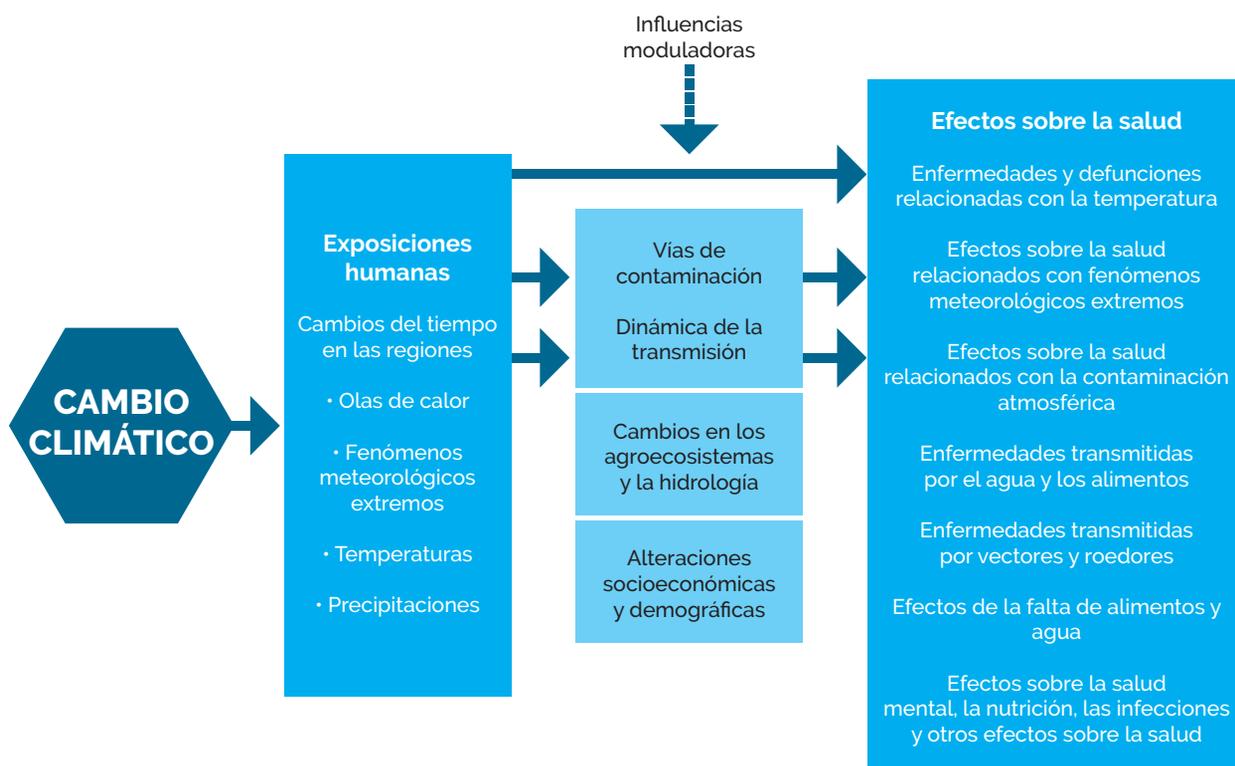
El cambio climático tiene una influencia muy importante en la salud, principalmente en el impacto que puede generar en los factores sociales y medioambientales, tales como la calidad del aire y del agua potable, una cantidad suficiente de alimentos y una vivienda segura, entre otros (OMS, 2016). El cambio climático tiene efectos negativos para la salud ya que agrava los determinantes sociales y ambientales de la salud, socavando así el derecho a la salud incluido el acceso al consumo de agua potable, al disfrute del aire puro, comida suficiente y refugio seguro. En cuanto a las razones del aumento de la inequidad social, los países se ven afectados de manera diferente por el cambio climático: los que menos han contribuido al cambio climático antropogénico suelen ser los más vulnerables y más gravemente afectados. Es ampliamente reconocido que, si bien todas las personas se verán afectadas por el cambio climático, las poblaciones más pobres y vulnerables sufrirán los mayores impactos en la salud. Por lo tanto, las personas pobres, desnutridas, enfermas, con viviendas inseguras, tierras degradadas, que trabajan en condiciones inseguras, con poca educación, privadas de sus derechos o que viven en lugares con sistemas de salud deficientes, y que no pueden influir en las decisiones, son las más afectadas. Asimismo, los impactos del cambio climático en la salud están fuertemente influenciados por factores individuales y de la población, incluida la edad (los niños, las niñas, los adultos mayores y mujeres a menudo están en mayor riesgo). (ORAS - CONHU, 2019, pág. 20).

Las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que entre 2030 y 2050 el cambio climático causará

unas 250 000 muertes más al año, debido principalmente a casos de malnutrición, paludismo, diarrea y estrés por olas de calor. Y los costos de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los de los sectores clave para la salud, tales como agricultura, agua y saneamiento) se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030 (OMS, 2016).

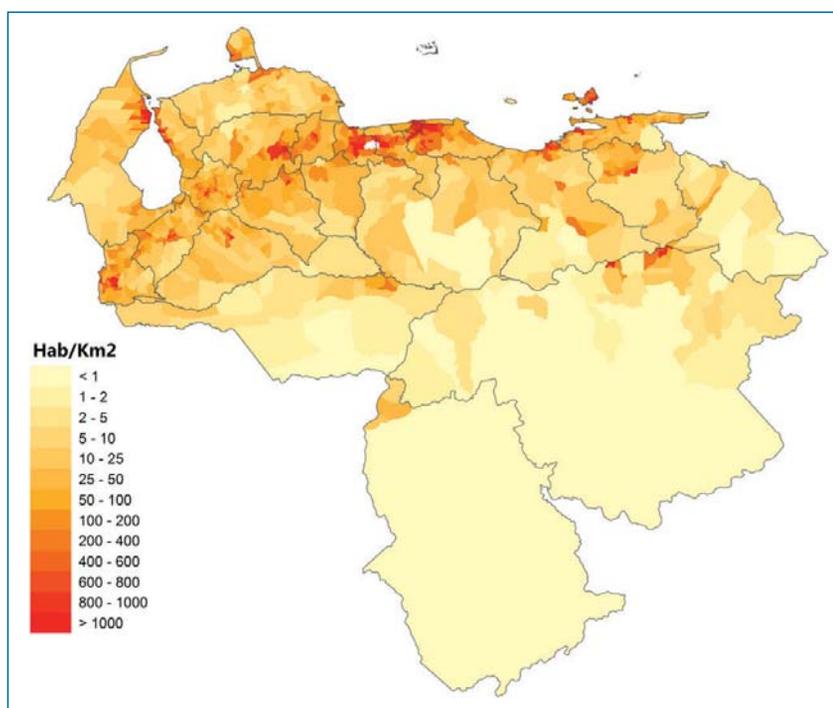
Los principales eventos climáticos que generan un impacto significativo en la salud son: el aumento de la temperatura y la precipitación y una mayor intensidad, duración y frecuencia de eventos extremos (sequías, lluvias intensas, olas de calor, entre otros) (Figura 19) (OMS, 2003). Entre los impactos que se pueden dar se encuentran los siguientes:

- El incremento de las enfermedades respiratorias debido al incremento de las precipitaciones.
- El desplazamiento a zonas más altas de los vectores de enfermedades que se dan a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (dengue, malaria, etc.) ante el aumento de la temperatura.
- El aumento de la precipitación ocasiona un incremento de las inundaciones, las cuales anegan los sembradíos y acaban con la producción, lo mismo sucede con la sequía, por lo que el impacto en las familias pobres es la desnutrición.
- El exceso de lluvias también puede llegar a contaminar los reservorios de agua, y debido a esto pueden brotar enfermedades tales como el cólera o las diarreas.



**Figura 19. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana. Fuente: (OMS, 2003).**

En el caso de Venezuela, si bien tanto las tendencias climáticas históricas como los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos en la temperatura, para la precipitación la tendencia es hacia la reducción, y esta combinación de tendencias climáticas incrementa el impacto en la salud humana, especialmente porque en las zonas donde se darían los cambios más significativos es donde está concentrada la mayor parte de la población del país (centro y norte del territorio) (Figura 20).



**Figura 20. Distribución de la población en Venezuela al año 2011. Fuente: (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2011)**

Por ejemplo, debido a las condiciones naturales del país (más del 90% del territorio está por debajo de los 1500 m.s.n.m.), la distribución del mosquito *aedes aegypti* es bastante alta, y el incremento de la temperatura puede no sólo llevarlo a zonas donde antes el vector no llegaba (por ejemplo la zona andina), sino que además puede generar una mayor densidad de mosquitos, y con ello aumentar la probabilidad de aumento de las enfermedades transmitidas por ellos (dengue, zika, chikungunya, etc.). Así mismo, otro tipo de enfermedades asociadas a eventos climáticos (Tabla 3) se intensificarían con los cambios de la temperatura, la precipitación y otras variables climáticas. A manera de ejemplo, un evento de sequía registrado en la ciudad de Caracas entre octubre de 2009 y marzo de 2010 generó un incremento significativo de la temperatura superficial de la ciudad, acrecentando los incendios forestales y ocasionando el aumento de la calima y el smog en la ciudad, y en consecuencia generando un incremento

en las enfermedades respiratorias de los habitantes de la capital venezolana (ACFIMAN-SACC, 2018).

Los cambios que se vienen presentando en el clima del país, sumados a otros aspectos (contaminación del agua, de suelos y del aire, excesivo crecimiento de algunas ciudades, pérdida de áreas agrícolas por desertificación y sobrepastoreo, deforestación, erosión y déficit de agua, entre otros), puede llevar a serios problemas hídricos y alimenticios, y con lo cual se incrementarían varias enfermedades (diarreicas, transmisibles, etc.). Así mismo, el aumento del CO<sub>2</sub> global ha causado un incremento de la radiación ultravioleta, lo que contribuye al aumento del cáncer de piel. Y de igual forma, si continúan las tendencias y las proyecciones de aumento de la temperatura, esto ocasionaría mayores afectaciones en la salud ante estrés calórico, debido al aumento de la duración e intensidad de las olas de calor.

**Tabla 3. Tipos de enfermedades asociadas a variables climáticas.**

Tipo de enfermedad	Enfermedad
Metaxénicas	Dengue, Malaria, Chikungunya, Zika, Chagas, Encefalitis Equina Venezolana, Fiebre de Guanarito, Fiebre amarilla, Oncocercosis, Leishmaniasis
Enfermedades Respiratorias	Asma, Bronquitis alérgicas, Influenza
Enfermedades Cardiovasculares	Hipertensión e Infartos
Enfermedades de la piel	Cáncer de piel
Enfermedades asociadas a los refugios temporales debido a cambio climático o VC	Tuberculosis, Neumonía, Meningitis Meningocócicas, Diarreas, Escabiosis, Pediculosis, Desajustes psicológicos, Violencia de género
Enfermedades asociadas a las inundaciones y deslaves.	Mordedura de animales, infecciones de piel, tétanos.

*Fuente: (ACFIMAN-SACC, 2018)*

## 7.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en las tendencias climáticas que viene presentando Venezuela, se aprecia que la temperatura y la precipitación presentan tendencias diferentes en el país. En el caso de la precipitación, ésta presenta una tendencia a la reducción en casi todo el territorio nacional, al mismo tiempo que se aprecia un aumento

en los días con lluvias intensas. Estos comportamientos muestran que se viene dando un cambio en los patrones de las lluvias en el país, con periodos prolongados de pocas o nulas precipitaciones y una mayor cantidad de eventos extremos cuando éstas se presentan. En cuanto a la temperatura, ésta viene aumentando en

todo el territorio nacional, con una mayor tasa de aumento en el centro y norte del país.

- Los escenarios de cambio climático para Venezuela (MINEA & IFLA, 2017), muestran que la precipitación presentaría reducciones en todo el territorio, y serían más fuertes desde mitad del siglo XXI en adelante. Mientras que la temperatura aumentaría en todo el país, siendo los incrementos más significativos bajo el escenario “pesimista” (RCP 8.5) y hacia finales de siglo. Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor. Así mismo, junto con las reducciones observadas y proyectadas de la precipitación, se incrementarían los eventos extremos asociados a sequías en gran parte del territorio nacional.
- El impacto en la salud humana en Venezuela se daría en varios aspectos, principalmente con el aumento de las enfermedades transmisibles, infecciosas, diarreicas y asociadas a malnutrición, debido al aumento de la temperatura y al aumento de la intensidad y duración de las sequías (asociadas a la tendencia de la reducción de la precipitación observada en la actualidad y proyectada hacia futuro).
- Ante el impacto del cambio climático en la salud humana se deben seguir generando diferentes medidas y acciones, con el fin de reducir este impacto de la mejor forma posible y evitar las futuras afectaciones que podría ocasionar (por ejemplo el aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos). Entre las acciones que se podrían generar están:
  - ◊ El fortalecimiento de las redes de salud pública.
  - ◊ La capacitación de las comunidades en la prevención y atención de las enfermedades relacionadas con el clima.
  - ◊ Generar las medidas para prevenir y minimizar los daños y riesgos asociados al cambio climático, proteger y defender la Madre Tierra y todas sus formas de vida.
  - ◊ Generar alianzas, no sólo en los actores del sector salud, sino en todos los sectores que de una u otra forma están relacionados con el desarrollo y bienestar de las personas, con el fin de que entre todos se puedan generar las acciones y medidas más adecuadas para reducir el cambio climático. Estas alianzas y sinergias no sólo serían a nivel nacional, sino que también deben generarse con los actores en los diversos países que están trabajando las materias relativas a salud y cambio climático.
- Teniendo en cuenta los resultados de la Reunión del Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (Santiago de Chile, 2, 3 y 4 de abril de 2019) es prioridad la ejecución del Plan Andino en Salud y Cambio Climático, que a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación logró la continuidad de investigaciones que proporcionen mejor información a los responsables de la toma de decisiones para que puedan diseñar y desarrollar políticas, programas y estrategias efectivas. El desarrollo de los estudios debe apuntar a identificar la relación entre variables ambientales vinculadas al cambio climático y el estado de salud de la población, las enfermedades y afecciones a la salud humana atribuidas al cambio climático.

# REFERENCIAS

- ACFIMAN-SACC. (2018). Primer Reporte Académico de Cambio Climático 2018. Caracas. Obtenido de [http://appportal.rect.ucv.ve/vrac\\_pasantias/vrac\\_ucv/documentos/PRACC%2023\\_01\\_2018.pdf](http://appportal.rect.ucv.ve/vrac_pasantias/vrac_ucv/documentos/PRACC%2023_01_2018.pdf)
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Ruiz, J. F. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia - Estudio Técnico Completo. En IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLETERÍA, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia. Bogotá. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf)
- FAO. (2010). Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaria en la República Bolivariana de Venezuela. Programa Mundial de Alimentos, Caracas. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ax365s.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2011). XIV Censo Nacional de Población y Vivienda 2011. Obtenido de [http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/ppt/Resultados\\_Censo2011.ppt](http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/ppt/Resultados_Censo2011.ppt)
- IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_ES\\_web.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf)
- IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. En G. I. Climático, Quinto Informe de Evaluación. Cambridge, Nueva York, Reino Unido, Estados Unidos. doi:ISBN 978-92-9169-343-6
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. En I. P. IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (págs. 127-141). Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC-DDC. (2013). Definition of Terms Used Within the Pages DDC. Obtenido de <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
- MINEA & IFLA. (2017). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Minea); Fundación Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA), Caracas. Obtenido de <http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/Segunda-Comunicación-sobre-Cambio-Climático-I.pdf>
- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. 2:7-21. Colombia.
- OMM. (2017). Commission for climatology – frequently asked questions. Obtenido de <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- OMS. (2003). Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- OMS. (2016). Cambio climático y salud. Notas Descriptivas de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>



# 8. CONCLUSIONES GENERALES

Se presenta a continuación las principales conclusiones respecto al comportamiento de la precipitación y de las temperaturas máxima y mínima, las tendencias climáticas y eventos climáticos extremos, los escenarios de cambio climático y su impacto en la salud en los países andinos.



# BOLIVIA

- En Bolivia, el comportamiento de los eventos climáticos extremos en las estaciones intermedias (otoño y primavera), con una mayor cantidad de días y noches cálidas y frías, muestra que en estas dos estaciones se presentan cambios bruscos de temperatura, lo cual se ve reflejado en el aumento de los eventos de temperaturas máximas muy altas y temperaturas mínimas muy bajas, ocasionando, de esta manera, que cada vez haya más eventos extremos asociados a esta variable. En cuanto a la precipitación se observa que hay más días con lluvia y con eventos extremos en las estaciones más cálidas del año (verano y primavera) en comparación con las estaciones más frías (otoño e invierno); por otra parte, hay más días secos en estas estaciones frías en comparación con las cálidas.
- Los escenarios de cambio climático revelan que la precipitación presentaría reducciones en el centro y occidente de Bolivia, mientras que en el resto del país la tendencia es al aumento. La temperatura aumentará en todo el país (entre 2,5°C y 4°C) y se presentarían los cambios más altos en el escenario "pesimista". Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos como los asociados a las olas de calor, que pueden tener consecuencias sobre la salud de la población: dermatitis, edemas, quemaduras, insolación, calambres, síncope (mareo o desmayo por calor), alteraciones de la visión, cefalea, náuseas, vómitos, diarreas, calambres musculares, ritmo cardíaco alterado, taquicardia, todo ello acompañado de una intensa sed y deshidratación. También se presenta estrés, tensión psicológica y agotamiento por calor. El golpe de calor es una situación grave y puede llevar a la muerte por colapso de múltiples órganos como el riñón, el hígado, el páncreas, etc. Todo lo cual incide en una mayor demanda de servicios en los establecimientos de salud. Además, junto con las reducciones proyectadas de la precipitación, en Bolivia, se incrementarán los eventos extremos asociados a sequías.



# CHILE

- En Chile, las precipitaciones presentan una tendencia a la reducción en gran parte del territorio nacional, siendo superiores al 10% y con reducciones mayores al 40% en las zonas al norte del país. Las regiones Sur y Austral presentan mayor tendencia al aumento de la temperatura.
- Los escenarios de cambio climático muestran que la precipitación presentaría reducciones en gran parte del territorio (del orden del 5-35%), mientras que la temperatura aumentaría en todo el país (entre 0,5°C y 2°C). Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor. Así mismo, junto con las reducciones observadas y proyectadas de la precipitación, se incrementarían los eventos extremos asociados a las sequías que pueden tener graves consecuencias para el ambiente, la agricultura, la economía, la salud y la sociedad. Por ejemplo, los agricultores de subsistencia son más propensos a migrar porque no tienen fuentes alternativas de alimentos. Otras consecuencias que se incluyen: disminución de la producción agrícola; malnutrición, deshidratación y enfermedades relacionadas; hambruna debido a la pérdida de los cultivos alimentarios; daños al hábitat, afectando la vida silvestre en la ecorregión terrestre y acuática. Los efectos más graves pueden ser: conflictos por recursos naturales, incluyendo el agua y los alimentos.
- Debido al aumento de las sequías, el impacto en la salud humana se daría principalmente en el aumento de las enfermedades infecciosas, diarreicas y asociadas a la malnutrición. De forma análoga, el aumento de los eventos extremos asociados a lluvias intensas podría ocasionar mayores afectaciones en los cultivos y en los suministros de agua potable, generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o a contaminación del agua (enfermedades diarreicas). Las inundaciones, los deslizamientos de tierra, etc., tienen graves consecuencias como la destrucción de establecimientos de salud, que conllevan a riesgos por exposición de material altamente infectado. Las instalaciones de salud son vulnerables al aumento del nivel del mar en las zonas costeras y al aumento de la demanda como resultado de los peligros, la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua y los vectores, la inseguridad alimentaria y la migración forzada. Adicionalmente, el aumento de la temperatura y de las sequías han ocasionado incrementos en la cantidad de incendios forestales, los cuales, además del daño a los ecosistemas donde se producen, ocasionan que haya una mayor afectación en la salud humana, a través de la contaminación del aire y el desplazamiento de especies transmisoras de enfermedades (roedores).



# COLOMBIA

- En Colombia, la precipitación y la temperatura se han venido incrementando en relación al comportamiento de hace 50 años. Las temperaturas máxima y mínima han aumentado, lo cual conlleva a una mayor cantidad de días y noches cálidas y una menor cantidad de días y noches frías. Se presentan más días con lluvias extremas en la mayor parte del país.
- Los escenarios de cambio climático muestran que para Colombia la temperatura aumentaría en todo el país. Los incrementos de la temperatura y la precipitación ocasionarían lluvias extremas y las olas de calor; y la reducción de las precipitaciones en la región Caribe causaría una mayor cantidad de eventos de sequía más fuertes y prolongados.
- El impacto en la salud humana en Colombia se daría principalmente con el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, zika, entre otras) y los desastres producidos por inundaciones y deslaves, ocasionando afectación en la seguridad alimentaria e incremento en las enfermedades respiratorias y diarreicas. El aumento de la temperatura en el aire y suelo crea las condiciones necesarias para ampliar la distribución de agentes transmisores o vectores de enfermedades como mosquitos, garrapatas y roedores. La capacidad de dichos vectores para propagar enfermedades infecciosas está aumentando como resultado del cambio climático. Asimismo, los eventos extremos ocasionarían mayores afectaciones en los cultivos (pérdidas por inundaciones o por sequías) y en los suministros de agua potable (por daños o escasez del líquido vital), generando problemas de salud asociados a desnutrición y contaminación del agua (enfermedades diarreicas).



# ECUADOR

- En Ecuador, la precipitación y la temperatura se han venido incrementando. El comportamiento de los eventos climáticos extremos muestra que la temperatura ha aumentado, ocasionando una mayor cantidad de días y noches cálidas y una reducción de los días y noches frías. Asimismo, el aumento de la precipitación ha ocasionado que cada vez se presenten más días con lluvias extremas, y una reducción en la cantidad de días secos consecutivos (es decir, periodos de sequías más cortos).
- Los escenarios de cambio climático muestran que la precipitación y la temperatura aumentarán en el país. Estos incrementos de la temperatura y la precipitación ocasionarán una mayor cantidad de eventos extremos a futuro, incrementándose especialmente las lluvias extremas y las olas de calor.
- El impacto en la salud humana para Ecuador se daría principalmente con el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, zika, chikungunya, entre otras), debido al aumento de la temperatura y de las precipitaciones, que ocasionarían un incremento de los nichos ecológicos de los vectores transmisores (roedores e insectos). Otra consecuencia del cambio climático consiste en la reducción de la capa de ozono que disminuye la protección natural que ofrece la atmósfera contra la radiación ultravioleta perjudicial del sol. La exposición excesiva al sol puede producir efectos perjudiciales en la salud humana como quemaduras, fotoenvejecimiento, fotosensibilidad, queratosis actínicas, cáncer de piel y las cataratas, que si no se tratan pueden ocasionar ceguera. También se presentaría aumento de los eventos extremos asociados a lluvias que ocasionan afectaciones en los cultivos y en los suministros de agua potable, generando problemas de salud asociados a desnutrición y/o a contaminación del agua (enfermedades diarreicas agudas).
- Adicionalmente, el cambio climático ha ocasionado que los eventos de variabilidad climática El Niño/La Niña se presenten cada vez más con una mayor frecuencia, duración e intensidad, lo que hace que se incrementen aún más las lluvias extremas (en el caso de eventos El Niño) y/o una mayor duración de las sequías (en el caso de eventos La Niña). Finalmente, el calentamiento global ha ocasionado que el océano presente temperaturas cada vez más altas, generando daños en los ecosistemas marinos y el desplazamiento de especies, de las cuales algunas se utilizan para pesca y consumo humano. Estos cambios generan impactos importantes en las actividades pesqueras y con ello se afecta en parte la seguridad alimentaria de las zonas costeras.



# PERÚ

- En el Perú, la temperatura y la precipitación presentan tendencias al aumento en la mayor parte del país. En el caso de la precipitación, ésta muestra una tendencia al aumento en casi todo el territorio nacional, mientras que en el sur del mismo la tendencia es hacia la reducción de las lluvias. Para las temperaturas máxima y mínima, las tendencias muestran temperaturas máximas cada vez más altas y temperaturas mínimas cada vez más bajas.
- Los escenarios de cambio climático muestran que la precipitación presentaría reducciones del 10% al 30% en el suroriente y occidente del país, y aumentos del 10% al 40% en el resto del territorio nacional. Mientras que las temperaturas máxima y mínima aumentarían en todo el país, siendo los incrementos más significativos en esta última y bajo el escenario "pesimista" (RCP 8.5). Estos incrementos de la temperatura ocasionarían una mayor cantidad de eventos extremos, tanto en las olas de calor (más días con temperaturas muy altas) como en los días con "friaje" o "heladas", los cuales ocasionan afectaciones significativas en la agricultura y la ganadería, y con ello un impacto en la seguridad alimentaria.
- El impacto en la salud humana se daría en varios aspectos, principalmente con el aumento de las enfermedades transmisibles, infecciosas, diarreicas y asociadas a malnutrición, debido al aumento de la temperatura y la precipitación, lo que ocasionaría condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de estas enfermedades no sólo en las zonas donde actualmente se presentan, sino también que se generarían nuevas zonas que posibiliten el crecimiento de los vectores de mosquitos y roedores, así como una mayor vulnerabilidad de la población humana ante el aumento de los eventos extremos que el cambio climático traería. El aumento de la temperatura y los cambios en la disponibilidad del agua tienen efectos en el incremento de plagas y la pérdida de tierras cultivables y cosechas, lo que a su vez repercute negativamente en la producción de alimentos para consumo local y de exportación. Los cambios ecológicos como resultado de los cambios climáticos al afectar el agua, los suelos y el saneamiento, inciden en la inseguridad alimentaria y la malnutrición.



# VENEZUELA

- En Venezuela, la precipitación presenta una tendencia a la reducción en casi todo el territorio nacional, al mismo tiempo que se aprecia un aumento en los días con lluvias intensas. Estos comportamientos muestran que se viene dando un cambio en los patrones de las lluvias en el país, con periodos prolongados de pocas o nulas precipitaciones y una mayor cantidad de eventos extremos cuando éstas se presentan. La temperatura en todo el territorio nacional está aumentando, con una mayor tasa de incremento en el centro y norte del país. Los incrementos de la temperatura ocasionarán una mayor cantidad de eventos extremos, entre otros, los asociados a las olas de calor. Asimismo, junto con las reducciones observadas y proyectadas de la precipitación, se incrementarán los eventos extremos asociados a sequías en gran parte del territorio nacional.
- El impacto en la salud humana en Venezuela se daría en varios aspectos, principalmente con el aumento de las enfermedades transmisibles, infecciosas, diarreicas y asociadas a malnutrición, debido al aumento de la temperatura y al aumento de la intensidad y duración de las sequías (asociadas a la tendencia de la reducción de la precipitación observada en la actualidad y proyectada hacia el futuro). Cabe anotar que la Organización Internacional de Migraciones (2019) afirma que el cambio climático ya está incidiendo en la migración en todas partes del mundo, las personas se desplazan a raíz de condiciones medioambientales difíciles y deterioradas en busca de oportunidades en otros países.

A partir del análisis de los resultados del estudio con el equipo del ORAS - CONHU y el Comité Andino de Cambio Climático, Gestión del Riesgo para Emergencias y Desastres (CACCGRED), se concluyó que el cambio climático afecta a la salud humana tanto directa como indirectamente, por lo cual, se acordó en la reunión del CACCGRED, realizada en Santiago de Chile, del 2 al 4 de abril, elaborar el Plan Andino en Salud y Cambio Climático, que a partir de una progresiva integración y una red intensificada de cooperación, conlleve al fortalecimiento de las capacidades y condiciones de los países andinos para una adecuada gestión del cambio climático, haciendo mayor énfasis en las implicaciones de este fenómeno en la salud humana, en una senda de desarrollo sostenible con baja en la producción de gases efecto invernadero, resiliente al clima, y que disminuya las consecuencias negativas de este fenómeno sobre la salud y el bienestar de la población.







## ORGANISMO ANDINO DE SALUD - CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

Av. Paseo de la República N° 3832  
San Isidro. Tercer Piso. Lima - Perú  
Teléfono: (00511) 6113700

[www.orasconhu.org](http://www.orasconhu.org)