



# PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ECUADOR (2023-2027)

Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

 **Gobierno  
del Ecuador**

**GUILLERMO LASSO**  
PRESIDENTE

# **PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ECUADOR (2023-2027)**

**TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN:**

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2022-2027).

© Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, febrero 2023

**CÍTESE COMO:**

MAATE. (2023). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2022-2027).  
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Quito, Ecuador.

**ELABORADO POR:**

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

Guillermo Lasso Mendoza

**MINISTRO DEL AMBIENTE, AGUA****Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA**

Gustavo Manrique Miranda

**VICEMINISTRO DEL AMBIENTE**

José Dávalos Hernández

**SUBSECRETARÍA DE  
CAMBIO CLIMÁTICO**

Karina Barrera Moncayo

**DIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN  
AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Diego Quishpe Landeta

**EQUIPO TÉCNICO****Dirección de Adaptación  
al Cambio Climático**

Pablo Caza Barcia  
 Rosa Ana González Benítez  
 Nicolás Zambrano Sánchez  
 Karina Salinas Heredia  
 Gabriela Vargas

**Proyecto Plan Nacional de  
Adaptación al Cambio Climático**

Jorge Núñez Jara - Coordinador  
 Camelia Sofiea  
 Estefanía Aguayo  
 Jonathan Torres  
 Jessica Calle  
 Paola Guadalupe

© Ministerio del Ambiente, Agua y  
 Transición Ecológica  
 Calle Madrid 1159 y Andalucía, Quito 170525  
[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

La reproducción parcial o total de esta  
 publicación, en cualquier forma y por cualquier  
 medio mecánico o electrónico, está permitida  
 siempre y cuando sea autorizada por los  
 editores y se cite correctamente la fuente.



CON EL APOYO DE: Programa de las Naciones Unidas para  
 el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora del  
 Proyecto "PLANACC" y el apoyo financiero del Fondo  
 Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés)

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA**  
**PROHIBIDA SU VENTA**

**Ministerio del Ambiente, Agua  
 y Transición Ecológica**



GUILLERMO LASSO  
 PRESIDENTE

# CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE ANEXOS.....	14
ACRÓNIMOS.....	15
GLOSARIO.....	21
CONSIDERACIONES GENERALES.....	28
<b>1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....</b>	<b>31</b>
1.1. Contexto Internacional.....	31
1.2. Contexto Nacional.....	36
1.3. Actores Vinculados.....	39
1.4. Articulación del PNA con la NDC de Ecuador y Otras Iniciativas Clave.....	43
1.5 Acciones Implementadas al 2022 en Ecuador.....	43
1.5.1. Condiciones habilitantes generadas para la gestión de la adaptación al cambio climático.....	46
1.5.2. Medidas, programas y proyectos de adaptación desarrollados.....	52
1.6. Marco Conceptual del PNA.....	53
1.6.1. Riesgo climático.....	53
1.6.2. Adaptación al cambio climático.....	56
1.6.3. Gobernanza climática para la adaptación.....	58
<b>2. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PNA.....</b>	<b>61</b>
2.1. Proceso Metodológico para la Formulación y Aprobación del PNA.....	61
2.2. Proceso Participativo para la Formulación y Aprobación del PNA.....	64
2.3. Mecanismo de Coordinación para la Formulación y Aprobación del PNA.....	66
<b>3. PRIORIZACIÓN DE SECTORES.....</b>	<b>69</b>
3.1. Sectores Priorizados para la Adaptación al Cambio Climático.....	69
3.2. Componentes Transversales.....	70
3.3. Barreras y Oportunidades para la Integración de la Adaptación al Cambio Climático en la Planificación del Desarrollo.....	72

<b>4. VISIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>75</b>		
4.1. Visión del PNA.....	75	7.3. Metas de la implementación del PNA.....	184
4.2. Objetivo General del PNA.....	75	7.4. Medidas y Metas del Componente de Adaptación del PI – NDC.....	185
4.3. Objetivos Específicos del PNA.....	76		
4.4. Alcance del PNA.....	76		
4.4.1. Alcance sectorial.....	77		
4.4.2. Alcance territorial.....	77		
<b>5. PROYECCIONES CLIMÁTICAS Y OCÉANICAS.....</b>	<b>79</b>		
5.1. Proyecciones Climáticas Futuras (2020–2050).....	79		
5.1.1. Metodología.....	80	9.1. Análisis de los Principales Riesgos/Desafíos para el Logro de los Objetivos del PNA.....	201
5.1.2. Resultados.....	85	9.2. Análisis de la Situación Actual de los Principales Riesgos y Desafíos.....	202
5.2. Proyecciones Oceánicas Futuras.....	86		
5.2.1. Metodología.....	88		
5.2.2. Resultados.....	91		
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO CLIMÁTICO.....</b>	<b>99</b>		
6.1. Modelo Conceptual y Metodológico para el Análisis de Riesgo Climático.....	99	10.1. Procedimientos y Mecanismos para el Seguimiento del PNA.....	209
6.1.1. Nivel I. Construcción participativa del riesgo climático.....	100	10.2. Mecanismo de evaluación del PNA.....	211
6.1.2. Nivel II. Análisis Estadístico a través de indicadores.....	106	10.2.1. Desarrollo.....	212
6.1.3. Nivel III. Modelación biofísica.....	108	10.2.2. Programación.....	212
6.2. Análisis Sectorial de Riesgo Climático.....	109	10.2.3. Ejecución.....	214
6.2.1. Patrimonio Natural.....	109	10.2.4. Comunicación de resultados.....	214
6.2.2. Patrimonio Hídrico.....	115	10.2.5. Uso de los resultados de la evaluación.....	215
6.2.3. Salud.....	121	10.2.6. Síntesis del proceso de evaluación.....	216
6.2.4. Asentamientos Humanos.....	125	10.3. Mecanismo de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las medidas del PNA.....	216
6.2.5. Sectores Productivos y Estratégicos.....	134	10.4. Procedimientos y Mecanismos para la Actualización del PNA.....	222
6.2.6. Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SAG).....	149		
6.3. Brechas y Vacíos en el Análisis Sectorial de Riesgo Climático.....	164		
<b>7. DEFINICIÓN DE MEDIDAS Y METAS.....</b>	<b>175</b>		
7.1. Medidas de Adaptación para Abordar los Impactos Identificados Mediante los ARC.....	176	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>225</b>
7.2. Medidas de Adaptación para Grupos de Atención Prioritaria (GAP).....	182	<b>ANEXOS.....</b>	<b>239</b>

# LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Actores sectoriales vinculados con la gestión de la adaptación al cambio climático en Ecuador.....	40
<b>Cuadro 2.</b> Acciones prioritarias, sugeridas en la CCN, para desarrollar la gestión de la adaptación al cambio climático en el Ecuador.....	45
<b>Cuadro 3.</b> Descripción de las condiciones habilitantes para la gestión de la adaptación en Ecuador.....	48
<b>Cuadro 4.</b> Lista de capacitaciones, talleres y cursos implementados durante la formulación del PNA.....	65
<b>Cuadro 5.</b> Componentes transversales del PNA del Ecuador.....	71
<b>Cuadro 6.</b> Especificaciones metodológicas aplicada para el análisis de clima futuro 2020–2050.....	82
<b>Cuadro 7.</b> Principales hallazgos de la evaluación histórica y futura de los cambios en variables oceánicas y costeras del Ecuador continental e Islas Galápagos.....	92
<b>Cuadro 8.</b> Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático en el nivel I en función de la caja de herramientas para los PDOT.....	102
<b>Cuadro 9.</b> Metodología aplicada para el análisis de riesgo climático mediante la adaptación de la caja de herramientas.....	105
<b>Cuadro 10.</b> Detalles metodológicos de los análisis de riesgo climático bajo el esquema del nivel II.....	107
<b>Cuadro 11.</b> Descripción del proceso metodológico aplicado para determinar el ARC sobre el Patrimonio Natural.....	111
<b>Cuadro 12.</b> Principales hallazgos del ARC de Patrimonio Natural en condiciones climáticas presentes y futuras.....	112
<b>Cuadro 13.</b> Descripción de las UH seleccionadas para el ARC en el sector de Patrimonio Hídrico.....	116
<b>Cuadro 14.</b> Descripción del proceso metodológico del modelo SWAT para el ARC en las UH priorizadas.....	118
<b>Cuadro 15.</b> Principales hallazgos del ARC de los SSP del sector Patrimonio Hídrico .....	120
<b>Cuadro 16.</b> Descripción de la metodología para modelar la idoneidad medioambiental para dengue a nivel nacional.....	123
<b>Cuadro 17.</b> Principales hallazgos del ARC del sector Salud en condiciones climáticas presentes y futuras.....	124
<b>Cuadro 18.</b> Ciudades intermedias seleccionadas para el ARC del sector de Asentamientos Humanos.....	127
<b>Cuadro 19.</b> Descripción del proceso metodológico aplicado para determinar las zonas inundables en los SSP del sector de Asentamientos Humanos.....	127
<b>Cuadro 20.</b> Descripción del proceso metodológico aplicado para el ARC con relación a deslizamientos en el sistema sectorial priorizado del sector de Asentamientos Humanos.....	129
<b>Cuadro 21.</b> Principales hallazgos del ARC de las ciudades analizadas del sector Asentamientos Humanos.....	130
<b>Cuadro 22.</b> Identificación de Centrales y Proyectos Hidroeléctricos analizados para el ARC del sector hidroeléctrico.....	136
<b>Cuadro 23.</b> Identificación de tramos de los SSP para el ARC de los Sectores Productivos y Estratégicos.....	139

<b>Cuadro 24.</b> Descripción del proceso metodológico para el ARC para centrales y proyectos hidroeléctricos.....	140
<b>Cuadro 25.</b> Descripción del proceso metodológico para el ARC para las vías principales y el SOTE.....	141
<b>Cuadro 26.</b> Principales hallazgos del ARC de los Sectores Productivos y Estratégicos.....	144
<b>Cuadro 27.</b> Identificación y descripción de los cultivos seleccionados para la aplicación de los modelos de impacto.....	149
<b>Cuadro 28.</b> Proceso metodológico aplicado para la simulación del rendimiento de cultivos con EPIC.....	151
<b>Cuadro 29.</b> Fases para la simulación de los impactos del cambio climático en la aptitud de áreas productivas con ZAE.....	153
<b>Cuadro 30.</b> Principales hallazgos del sector SAG en condiciones climáticas futuras.....	155
<b>Cuadro 31.</b> Brechas, vacíos o limitaciones de los sectores priorizados.....	165
<b>Cuadro 32.</b> Acciones sugeridas para disminuir las brechas y vacíos de información identificados por sector.....	169
<b>Cuadro 33.</b> Avances del ARC a nivel sectorial del PNA. Fuente: MAATE (2022b).....	171
<b>Cuadro 34.</b> Medidas de adaptación al cambio climático para abordar impactos sectoriales.....	177
<b>Cuadro 35.</b> Medidas de adaptación que se han identificado para los GAP.....	183
<b>Cuadro 36.</b> Objetivos específicos, metas para la implementación del PNA.....	184
<b>Cuadro 37.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Asentamientos Humanos.....	186
<b>Cuadro 38.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Patrimonio Hídrico.....	188
<b>Cuadro 39.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Patrimonio Natural.....	189
<b>Cuadro 40.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.....	191
<b>Cuadro 41.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Salud.....	193
<b>Cuadro 42.</b> Distribución categórica de las metas priorizadas para los Sectores Productivos y Estratégicos.....	194
<b>Cuadro 43.</b> Distribución categórica de las metas transversales.....	195
<b>Cuadro 44.</b> Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la implementación del PNA del Ecuador.....	199
<b>Cuadro 45.</b> Análisis de los principales riesgos/desafíos (y sus estrategias de gestión) para la implementación del PN.....	203
<b>Cuadro 46.</b> Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para el seguimiento del PNA.....	210
<b>Cuadro 47.</b> Mecanismo de coordinación para el seguimiento del PNA.....	211
<b>Cuadro 48.</b> Matriz para la selección de los actores que intervendrán en la evaluación del PNA.....	213
<b>Cuadro 49.</b> Modelo de evaluabilidad de una intervención pública.....	213
<b>Cuadro 50.</b> Estructura para realizar el informe de evaluación del PNA.....	215
<b>Cuadro 51.</b> Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la evaluación del PNA.....	216
<b>Cuadro 52.</b> Estructura del formato preestablecido para el registro de indicadores y reporte de cumplimiento de metas de adaptación del sistema MRV del PNA.....	221
<b>Cuadro 53.</b> Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la actualización del PNA.....	223
<b>Cuadro 54.</b> Mecanismo de coordinación para la actualización del PNA.....	223

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución temporal del marco normativo para la gestión del cambio climático en Ecuador, incluyendo instrumentos internacionales y nacionales. Adaptado de: MAAE (2020).....	38
<b>Figura 2.</b> Análisis general del mapeo de experiencias de los sectores priorizados para la adaptación, durante el periodo 2015–2020 en Ecuador.....	52
<b>Figura 3.</b> Representación gráfica del riesgo climático y la interacción entre los sistemas: climático, ecosistemas (que incluye biodiversidad) y humano. Adaptado de: IPCC (2022b, p. 4).....	55
<b>Figura 4.</b> Procedimientos, pasos y línea del tiempo de la formulación y aprobación del PNA del Ecuador.....	62
<b>Figura 5.</b> Esquema para la conformación y participación de los GST.....	63
<b>Figura 6.</b> Esquema gráfico del mecanismo de coordinación para la formulación y aprobación del PNA del Ecuador.....	67
<b>Figura 7.</b> Barreras y oportunidades para integrar la adaptación en la planificación territorial. Cada barrera se relaciona con varias oportunidades, vínculo que se representada en cuadros multicolor.....	73
<b>Figura 8.</b> Metodología para la generación de información de proyecciones climáticas futuras 2020–2050 a partir de análisis de circulación atmosférica y modelos climáticos del CMIP6-.....	81
<b>Figura 9.</b> Ejemplo de la salida gráfica (para el modelo MERRv2) de los patrones de circulación (filas superiores: paneles a–f) para el período presente (1985–2015). Se acompaña de campos diarios de precipitación (filas medias: paneles g–f) y de temperatura media (filas inferiores: paneles m–r).....	83
<b>Figura 10.</b> Información de la variabilidad diaria (diagrama Klee, panel superior izquierdo), interanualidad (panel superior derecho) y estacionalidad (panel inferior) de patrones de circulación del presente.....	83
<b>Figura 11.</b> Extremos de precipitación y temperatura esperados para el periodo 2020–2050, para los percentiles 95vo (primera fila), 90vo (segunda fila), 10mo (tercera fila) y 5to (cuarta fila), y para cada patrón de circulación.....	83
<b>Figura 12.</b> Patrones esperados de precipitación (primera fila), temperatura media (segunda fila), temperatura máxima (tercera fila) y temperatura mínima (cuarta fila), para el período 2020–2050. En la barra de colores, cero (0) indica el valor medio de 1985–2015 de la variable en cada punto. Las unidades de precipitación corresponden a milímetros por día (mm/d), que es una unidad común en los modelos de proyecciones climáticas. Las unidades de temperatura son Celsius (°C).....	85
<b>Figura 13.</b> A partir del diagrama Klee (panel superior izquierdo) se generan las secuencias diarias para cinco años tipo de patrones de circulación atmosférica (panel superior derecho), que permiten generar información a escala diaria de precipitación y temperaturas (panel inferior derecho) para esos cinco años tipo futuros.....	86
<b>Figura 14.</b> (a y b) Resultados de precipitación (mm) y temperatura (°C) por años tipo y trimestres (valores netos); (c) Patrones de circulación (WT) para cinco años tipo.....	87
<b>Figura 15.</b> Zona marina de la plataforma continental ecuatoriana y las Islas Galápagos.....	89
<b>Figura 16.</b> Proceso metodológico para la obtención de las condiciones oceánicas futuras en Ecuador.....	90
<b>Figura 17.</b> Valor absoluto para el periodo histórico y cambios esperados para los horizontes temporales futuros cercano y lejano, escenarios SSP2–4.5. (proyección intermedia) y SSP5–8.5. (proyección pesimista) para el percentil 50 % (cambios climáticos medios) de cada variable analizada, siendo estas: (a) temperatura superficial del mar; (b) pH superficial; (c) pH subsuperficial; (d) oxígeno disuelto superficial; y, (e) oxígeno disuelto subsuperficial.....	93
<b>Figura 18.</b> Cambios a nivel medio del mar (percentil 50 %) para el futuro cercano y lejano, y escenarios	

SSP2–4.5. (proyección intermedia) y SSP5–8.5. (proyección pesimista). En los dos escenarios existe incremento del nivel medio del mar para un futuro cercano y lejano.....	95
<b>Figura 19.</b> Oleaje del mar (percentil medio 50 %) en sus variables: (a) Campo de altura (Hs); (b) periodo (Tm); y, (c) dirección ( $\theta_m$ ) para los horizontes temporales históricos y futuros (cercano y lejano) en un escenario RCP 8.5 (proyección pesimista).....	96
<b>Figura 20.</b> Cota de inundación aplicado a la zona “La Libertad” para el escenario RCP 8.5 (proyección pesimista). En este ejemplo, (a) muestra los campos de oleaje medio para un periodo de Tm = 12 s y una dirección SW en aguas profundas; (b) y (c) muestran la cota de inundación en función del periodo de retorno para el histórico y futuros (cercano y lejano).....	97
<b>Figura 21.</b> Ejemplo de los mapas de amenazas climáticas expresados a nivel de píxel a 10 a 10 km.....	102
<b>Figura 22.</b> Preguntas orientadoras para determinar el grado de exposición.....	102
<b>Figura 23.</b> Preguntas orientadoras para determinar la sensibilidad.....	103
<b>Figura 24.</b> Preguntas orientadoras para determinar la capacidad adaptativa.....	103
<b>Figura 25.</b> Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático del análisis estadístico a través de indicadores. Adaptado de: CONCOPE (2019b); GIZ et al. (2018); y, MAG, MAATE y FAO (2020).....	106
<b>Figura 26.</b> Detalles metodológicos de los análisis de riesgo climático bajo el esquema del nivel III.....	109
<b>Figura 27.</b> Metodología aplicada para la simulación del nicho ecológico y la distribución potencial de especies de plantas vasculares endémicas y casi-endémicas del Ecuador en condiciones climáticas presentes (1985–2015) y futuros (2020–2050).....	111
<b>Figura 28.</b> Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador en el escenario climático presente.....	113
<b>Figura 29.</b> Proporción de especies de plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador reportadas en cada uno de los tipos de impacto observados en las condiciones climáticas futuras para los cinco años tipo considerando los dos supuestos de dispersión para las especies.....	113
<b>Figura 30.</b> Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador incluidas bajo condiciones de cambio climático futuras para los cinco años tipo y el supuesto de dispersión de las especies.....	114
<b>Figura 31.</b> Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador incluidas bajo condiciones de cambio climático para los cinco años tipo y el supuesto de no dispersión de las especies.....	114
<b>Figura 32.</b> Sistema Sectorial priorizado para el ARC para el sector de Patrimonio Hídrico.....	117
<b>Figura 33.</b> Esquema metodológico para el ARC del sector Patrimonio Hídrico mediante la aplicación del modelo SWAT.....	119
<b>Figura 34.</b> Diagrama metodológico para modelar la idoneidad medioambiental de dengue en todo el Ecuador.....	123
<b>Figura 35.</b> Idoneidad medioambiental para dengue en el escenario presente. Fila superior: salidas de cada modelo R0 (para el día calendario 200). Fila inferior: valor esperado e incertidumbre provista por el multi-modelo para R0. Valores de R0 menores a 1 indican que no existen condiciones medioambientales idóneas; y, valores por encima de 1, que el dengue se puede propagar.....	124
<b>Figura 36.</b> Resultados del multimodelos para R0 correspondiente al día calendario 200 del año futuro tipo 3.....	125
<b>Figura 37.</b> Matriz de distribución del impacto biofísico medido como las desviaciones con respecto al presente de la idoneidad medioambiental para cada año tipo (filas) y para cada temporada del año (columnas; DJF: Diciembre–Febrero, MAM: Marzo–Mayo, JJA: Junio–Agosto, SON: Septiembre–Noviembre). Tonos en rojo indican zonas más idóneas para dengue; tonos azules, regiones menos idóneas; y, en blanco, lugares no idóneos.....	125

<b>Figura 38.</b> Diagrama metodológico para el análisis de inundaciones del sector de Asentamientos Humanos.....	128
<b>Figura 39.</b> Mapas de inundaciones: (a) Daule; (b) Vinces; (c) Ventanas; (d) Chone; y, (e) Chone con capacidad del 50 % del bypass. Río en color azul. Altura de lámina de agua (1 – 19 cm / 50 – 99 cm / >100 cm) en amarillo / anaranjado / rojo respectivamente. Puntos negros de contorno verde, representan la cantidad de viviendas.....	132
<b>Figura 40.</b> Distribución espacial del riesgo biofísico de deslizamientos en el año futuro más desfavorable para las ciudades priorizadas: (a) Guaranda, (b) Sangolquí, y (c) Chone.....	133
<b>Figura 41.</b> Centrales y proyectos hidroeléctricos analizados para el ARC del sector hidroeléctrico.....	136
<b>Figura 42.</b> Tramos priorizados del SOTE para la modelación de impactos biofísicos para el ARC del subsector hidrocarburos.....	137
<b>Figura 43.</b> Tramos priorizados de las vías primarias para la modelación de impactos biofísicos para el ARC del subsector transporte.....	138
<b>Figura 44.</b> Diagrama de procesos de la modelación de ARC para centrales y proyectos hidroeléctricos.....	142
<b>Figura 45.</b> Diagrama de procesos de la modelación hidrológica e hidráulica para obtener resultados relacionados con inundación con base a diferentes períodos de retorno y condiciones climáticas futuras.....	142
<b>Figura 46.</b> Diagrama de proceso con los factores utilizados para obtener el mapa de susceptibilidad a deslizamientos de los tramos analizados.....	143
<b>Figura 47.</b> Mapas de inundación (escala 1:250.000) en el Tramo 1 (Cascales – Lumbaqui) en AT1 al AT5 con períodos de retorno de 50 y 100 años.....	146
<b>Figura 48.</b> Mapas de inundación (escala 1:250.000) en los Tramo 1 – 3 (Quinindé – San Mateo) en AT1 al AT5 con períodos de retorno de 50 y 100 años.....	146
<b>Figura 49.</b> Mapa de susceptibilidad ante deslizamientos superficiales para los seis tramos priorizados en el SOTE.....	147
<b>Figura 50.</b> Mapas de susceptibilidad a deslizamientos superficiales para los tramos priorizados en el subsector de Transporte.....	148
<b>Figura 51.</b> Flujograma para la simulación de cultivos e impactos biofísicos causados por el cambio climático con EPIC. Adaptado de: Schiek & Prager (2020).....	152
<b>Figura 52.</b> Metodología aplicada para la Zonificación Agroecológica de cultivos.....	154
<b>Figura 53.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 8,00) del cultivo de maíz duro con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	156
<b>Figura 54.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 4,00) del cultivo de maíz suave con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	157
<b>Figura 55.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 2,00) del cultivo de fréjol seco con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	158
<b>Figura 56.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 2,43 a 17,49) del cultivo de caña de azúcar con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	159
<b>Figura 57.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 1,11 a 9,27) del cultivo de arroz con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	160
<b>Figura 58.</b> Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,35 a 15,68) del cultivo de papa con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).....	161
<b>Figura 59.</b> Zonificación agroecológica de arroz, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020 – 2050) para los 5 años tipo.....	162
<b>Figura 60.</b> Zonificación agroecológica de caña de azúcar, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020 – 2050) para los 5 años tipo.....	163
<b>Figura 61.</b> Total, de medidas, iniciativas, metas (y aquellas que incorporan género) del componente de adaptación del PI – NDC. Adaptado de: MAAE, (2021).....	185
<b>Figura 62.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Asentamientos Humanos. Adaptado de: MAAE (2021).....	186
<b>Figura 63.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Patrimonio Hídrico. Adaptado de: MAAE (2021).....	188
<b>Figura 64.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Patrimonio Natural. Adaptado de: MAAE (2021).....	189
<b>Figura 65.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Adaptado de: MAAE (2021).....	191
<b>Figura 66.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Salud. Adaptado de: MAAE (2021).....	193
<b>Figura 67.</b> Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para los Sectores Productivos y Estratégicos. Adaptado de: MAAE (2021).....	194
<b>Figura 68.</b> Procedimientos, pasos y línea del tiempo para el seguimiento, evaluación y actualización del PNA.....	208
<b>Figura 69.</b> Representación gráfica del mecanismo de coordinación para el seguimiento del PNA.....	210
<b>Figura 70.</b> Fases y elementos del proceso evaluativo del PNA. Adaptado de: SNP (2021).....	212
<b>Figura 71.</b> Propuesta metodología de levantamiento de datos para la evaluación del PNA. Adaptado de: SNP (2021).....	214
<b>Figura 72.</b> Categorías de uso de los resultados de la evaluación del PNA. Adaptado de: SNP (2021).....	215
<b>Figura 73.</b> Representación gráfica del mecanismo de coordinación para la evaluación del PNA.....	217
<b>Figura 74.</b> Metodología general de la estructura del MRV del PNA.....	218
<b>Figura 75.</b> Proceso metodológico, responsables y condiciones habilitantes para el MRV del PNA.....	219
<b>Figura 76.</b> Formato preestablecido del Sistema MRV del PNA.....	221

# LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Base legal para la formulación, aprobación, seguimiento, evaluación y actualización del PNA.....	.239
<b>Anexo 2.</b> Recursos utilizados para la modelación con MaxEnt para el sector Patrimonio Natural.....	.241
<b>Anexo 3.</b> Recursos utilizados en la modelación con SWAT para el sector Patrimonio Hídrico.....	.242
<b>Anexo 4.</b> Recursos utilizados por el modelo de idoneidad medioambiental para dengue del sector Salud.....	.243
<b>Anexo 5.</b> Recursos utilizados en el modelo de inundaciones y deslizamientos para el sector Asentamientos Humanos.....	.243
<b>Anexo 6.</b> Recursos utilizados para el desarrollo de los modelos de inundaciones y deslizamientos de los Sectores Productivos y Estratégicos.....	.245
<b>Anexo 7.</b> Recursos utilizados para la modelación con EPIC y ZAE para el sector SAG.....	.245
<b>Anexo 8.</b> Medidas de adaptación por sector provenientes de iniciativas, programas y proyectos implementadas en el país, información secundaria e instrumentos de política pública.....	.247
<b>Anexo 9.</b> Acciones/prácticas que contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la gestión de suelos.....	.263
<b>Anexo 10.</b> Acciones/prácticas que contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la gestión de humedales.....	.265
<b>Anexo 11.</b> Ficha para la elaboración de perfiles de medidas de adaptación al cambio climático en Ecuador.....	.265
<b>Anexo 12.</b> Fichas para el diseño final de medidas de adaptación al cambio climático.....	.265
<b>Anexo 13.</b> Matriz de medidas, iniciativas, metas sectoriales e indicadores del componente de adaptación del PI – NDC.....	.265
<b>Anexo 14.</b> Movilidad Humana y Cambio Climático.....	.265
<b>Anexo 15.</b> Líneas de investigación en adaptación al cambio climático.....	.265
<b>Anexo 16.</b> Actores que han participado en la fase de formulación del PNA.....	.265
<b>Anexo 17.</b> Formato preestablecido del sistema MRV.....	.265

# ACRÓNIMOS

<b>AAN:</b> Autoridad Ambiental Nacional
<b>ACDI:</b> Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional / Canadian International Development Agency
<b>AECID:</b> Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo
<b>AF:</b> Adaptation Fund / Fondo para Adaptación
<b>AFD:</b> Agencia Francesa de Desarrollo
<b>AHP:</b> Analytical Hierarchy Process
<b>AICCA:</b> Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de los Andes
<b>AME:</b> Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
<b>ANCUPA:</b> Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera
<b>ANECACAO:</b> Asociación Nacional de Exportadores de Cacao
<b>APROCC:</b> Acción Provincial frente al Cambio Climático
<b>AR5:</b> Quinto Informe de Evaluación
<b>AR6:</b> Sexto Informe de Evaluación
<b>ARA:</b> Alianza de InvestigAaciones de Adaptación
<b>ARCA:</b> Agencia de Regulación y Control del Agua
<b>ASAP:</b> Adaptation for Smallholder Agriculture Programme / Programa de Adaptación para la Agricultura en Pequeña Escala
<b>BDE:</b> Banco de Desarrollo del Ecuador
<b>BEI:</b> Banco Europeo para Inversiones
<b>BID:</b> Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BM:</b> Banco Mundial
<b>BMZ</b> Ministerio Federal de Cooperación y Desarrollo Económico / Federal Ministry for Economic Cooperation and Development
<b>BTR:</b> Biennial Transparency Report / Informe Bienal de Transparencia
<b>CA:</b> Comunicaciones de Adaptación
<b>CAF:</b> Banco de Desarrollo de América Latina
<b>CCN:</b> Cuarta Comunicación Nacional
<b>CED:</b> Center for Research on the Epidemiology of Disasters
<b>CEDENMA:</b> Coordinadora Ecuatoriana de organizaciones para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente
<b>CEES:</b> Concejo Ecuatoriano de Edificación Sustentable
<b>CELEC:</b> Corporación Eléctrica del Ecuador

<b>CES:</b> Consejo de Educación Superior	<b>FLACSO:</b> Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
<b>CHASM:</b> Combined Hydrology And Slope Stability Model	<b>FMPLPT:</b> Fideicomiso del Fondo de Manejo de Páramos de Tungurahua y Lucha contra la Pobreza
<b>CI:</b> Conservación Internacional	<b>FONAC:</b> Fondo para la Protección del Agua
<b>CICC:</b> Comité Interinstitucional de Cambio Climático	<b>FONAPA:</b> Fondo de Agua en la Zona Austral del País
<b>CIF:</b> Fondos de Inversión en el Clima / Climate Investment Funds	<b>FORAGUA:</b> Fondo Regional del Agua
<b>CIIFEN:</b> Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño	<b>FPMA:</b> Fondo de Países Menos Adelantados
<b>CMIP6:</b> Coupled Model Intercomparison Project	<b>FSLAM:</b> Fast Shallow Landslide Assessment Model
<b>CMNUCC / UNFCCC:</b> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático / United Nations Framework Convention on Climate Change	<b>FVC:</b> Fondo Verde para el Clima
<b>CNIPN:</b> Consejo Nacional para la Igualdad de Pueblos y Nacionalidades	<b>GAD:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>CNULD:</b> Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación	<b>GBIF:</b> Global Biodiversity Information Facility
<b>COA:</b> Código Orgánico Ambiental	<b>GCF:</b> Green Climate Fund / Fondo Verde para el Clima
<b>CONADIS:</b> Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades	<b>GEF:</b> Global Environment Facility / Fondo Mundial para el Medio Ambiente
<b>CONAGOPARE:</b> Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador	<b>GEI:</b> Gases de Efecto Invernadero
<b>CONDESAN:</b> Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina	<b>GIZ:</b> Cooperación Técnica Alemana / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
<b>CONCOPE:</b> Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador	<b>GST:</b> Grupo Sectorial de Trabajo
<b>COP:</b> Conferencia de las Partes	<b>GTPC:</b> Grupo de Trabajo de Proyecciones Climáticas
<b>CRED:</b> Center for Research on the Epidemiology of Disasters	<b>GWP:</b> Global Water Partnership / Alianza Mundial para el Agua
<b>CTCN:</b> Centro y Red de Tecnología del Clima / Climate Technology Centre and Network	<b>HEC- GeoHMS:</b> Geospatial Hydrologic Modeling Extension
<b>DOI:</b> Departamento del Interior del Gobierno de los Estados Unidos / United States Department of the Interior	<b>HEC-HMS:</b> Hydrologic Engineering Hydrologic Modeling System
<b>DSSAT:</b> Decision Support System for Agrotechnology Transfer / Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones en la Transfereencia Agropecuaria	<b>HEC-RAS:</b> Hydrologic Engineering Center's River Analysis System
<b>ENAP:</b> Empresa Nacional de Petróleo	<b>IAF:</b> Fundación Interamericana / Inter-American Foundation
<b>ENCC:</b> Estrategia Nacional de Cambio Climático	<b>IDF:</b> Intensidad-Duración-Frecuencia
<b>ENEMDU:</b> Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Sumbempleado	<b>IGM:</b> Instituto Geográfico Militar
<b>EFIC:</b> Estrategia Nacional de Financiamiento Climático	<b>IICA:</b> Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
<b>EPA:</b> Empresa Pública del Agua	<b>IIGE:</b> Instituto de Investigación Geológico y Energético
<b>EPN:</b> Escuela Politécnica Nacional	<b>IKI:</b> Internationale Klimaschutzinitiative / Iniciativa Climática Internacional de Alemania
<b>ESPOL:</b> Escuela Superior Politécnica del Litoral	<b>IKIAM:</b> Universidad Regional Amazónica
<b>FAO:</b> Food and Agriculture Organization / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura	<b>INABIO:</b> Instituto Nacional de Biodiversidad
<b>FARO:</b> Fundación para el Avance para las Reformas y las Oportunidades	<b>INAMHI:</b> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
<b>FFLA:</b> Fundación Futuro Latinoamericano	<b>INEC:</b> Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
<b>FIAS:</b> Fondo de Inversión Ambiental Sostenible	<b>INGECA:</b> Ingeniería y Calidad Sostenible
<b>FIDA:</b> Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola	<b>INIAP:</b> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
	<b>INOCAR:</b> Instituto Oceanográfico de la Armada
	<b>INP:</b> Instituto Nacional de Pesca

<b>INSPI:</b> Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública	<b>OECD:</b> Organization for Economic Cooperation and Development / Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>IPCC:</b> Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	<b>OIM:</b> Organización Internacional para las Migraciones
<b>IPIAP:</b> Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca	<b>OIMT:</b> Organización Internacional de las Maderas Tropicales
<b>JICA:</b> Agencia de Cooperación Internacional del Japón / Japan International Cooperation Agency	<b>OLADE:</b> Organización Latinoamericana de Energía
<b>KFS:</b> Servicio Forestal Coreano / Korea Forest Service	<b>ONG:</b> Organización no Gubernamental
<b>KfW:</b> Bando Alemán para el Desarrollo / Kreditanstalt für Wiederaufbau	<b>OPS:</b> Organización Panamericana de la Salud
<b>KOICA:</b> Agencia de Cooperación InterBrnacional de Corea / Korean International Cooperation Agency	<b>OSC:</b> Organizaciones de la Sociedad Civil
<b>LAPG III:</b> Linear Angiosperm Phylogeny Group III	<b>OTCA:</b> Organización del Tratado de Cooperación Amazónica
<b>LEG:</b> Least Developed Countries Expert Group / Grupo de Expertos para los Países Menos Avanzados	<b>PDOT:</b> Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
<b>LOPC:</b> Ley Orgánica de Participación Ciudadana	<b>PLANACC:</b> Proyecto Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
<b>MAAE:</b> Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador	<b>PLS:</b> Partial Least Squares
<b>MAATE:</b> Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	<b>PNA:</b> Plan Nacional de Adaptación
<b>MAE:</b> Ministerio de Agricultura y Ganadería	<b>PNUD:</b> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>MAE:</b> Ministerio del Ambiente del Ecuador	<b>PNUMA:</b> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>MAG:</b> Ministerio de Agricultura y Ganadería	<b>PPCR:</b> Pilot Program for Climate Resilience / Programa Piloto para la Resiliencia Climática
<b>MAGAP:</b> Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca	<b>ProAmazonía:</b> Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible
<b>MAP:</b> Ministerio de Acuacultura y Pesca	<b>PROPARCO:</b> Grupo de la Agencia Francesa de Desarrollo / Groupe Agence Française de Développement
<b>MaxEnt:</b> Maximum Entropy	<b>PUCE:</b> Pontificia Universidad Católica del Ecuador
<b>MDE:</b> Modelo digital de elevaciones	<b>QGIS:</b> Quantum Geographic Information System
<b>MDT:</b> Modelo Digital del Terreno	<b>RCOA:</b> Reglamento al Código Orgánico Ambiental
<b>MIDUVI:</b> Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	<b>RCP:</b> Representative Concentration Pathway / Trayectorias de Concentración Representativas
<b>MIES:</b> Ministerio de Inclusión Económica y Social	<b>RNCC:</b> Registro Nacional de Cambio Climático
<b>MREMH:</b> Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana	<b>ROSCGAE:</b> Red de Organizaciones Sociales y Comunitarias en la Gestión del Agua del Ecuador
<b>MRV:</b> Monitoreo, Reporte y Verificación	<b>SC:</b> Sociedad Civil
<b>MSP:</b> Ministerio de Salud Pública	<b>SCC:</b> Subsecretaría de Cambio Climático
<b>MTOP:</b> Ministerio de Transporte y Obras Públicas	<b>SCCF:</b> Special Climate Change Fund / Fondo Especial para el Cambio Climático
<b>MVR:</b> Monitoreo, Reporte y Verificación	<b>SENECYT:</b> Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
<b>NatGeo:</b> National Geographic	<b>SIG:</b> Sistemas de Información Geográfica
<b>NCI:</b> Naturaleza y Cultura Internacional	<b>SNGRE:</b> Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias
<b>NDC:</b> Nationally Determined Contributions / Contribución Determinada a Nivel Nacional	<b>SNP:</b> Secretaría Nacional de Planificación
<b>NNUU:</b> Naciones Unidas	<b>SWAT:</b> Soil Water Assessment Tool
<b>OCP:</b> Oleoducto de Crudos Pesados	<b>SWISSAID:</b> Fundación Suiza de Cooperación al Desarrollo / Swiss Agency for Development and Cooperation
<b>ODS:</b> Objetivos de Desarrollo Sostenible	

**TCN:** Tercera Comunicación Nacional

**TNC:** The Nature Conservancy

**UASB:** Universidad Andina Simón Bolívar

**UC:** Universidad de Cuenca

**UCE:** Universidad Central del Ecuador

**UDLA:** Universidad de Las Américas

**UH:** Unidades Hidrográfica

**IUCN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**ULEAM:** Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**UNDRR:** United Nations Office for Disaster Risk Reduction

**UNICEF:** United Nations International Children's Emergency Fund / Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

**UNL:** Universidad Nacional de Loja

**UPS:** Universidad Politécnica Salesiana

**USAID:** U.S. Agency for International Development / Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

**USFQ:** Universidad San Francisco de Quito

**USGS:** Servicio Geológico de Estados Unidos

**UTN:** Universidad Técnica del Norte

**UTPL:** Universidad Técnica Particular de Loja

**WCS:** Wildlife Conservation Society

**WHO:** World Health Organization

**WT:** Weather Type

**WWF:** World Wildlife Fund / Fondo Mundial para la Naturaleza

**ZAE:** Zonificaciones Agroecológicas

# GLOSARIO

## Adaptación

En los sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (IPCC, 2021a).

## Años Tipo

Son condiciones climáticas futuras de variación de temperatura y precipitación en el periodo 2020-2050, que parten de señales del clima observado expresados a través de la probabilidad de ocurrencia (temporal y espacial) de la agrupación de patrones de circulación atmosférica asociados a lluvias y temperaturas.

## Amenaza

Según el IPCC (2013) amenaza es la ocurrencia de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que pueda causar la pérdida de vidas humanas, lesiones u otros impactos sobre la salud, así como daños y pérdidas en bienes, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y medio ambiente.

## Amenaza climática

Amenaza de una potencial de ocurrencia de eventos de cambio climático que pueden tener un impacto físico, social, económico y ambiental en una zona determinada por un cierto período. Cada amenaza se caracteriza por su localización, frecuencia e intensidad (Cardona, 2012).

## Cambio climático

Es un cambio en el estado del clima que puede identificarse (p. ej., mediante pruebas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más. El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos o forzamientos externos, como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como: "un cambio de clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que está en además de la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". La CMNUCC, por lo tanto, hace una distinción entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2021a).

## Capacidad adaptativa

La capacidad de los sistemas, instituciones, seres humanos y otros organismos para adaptarse al daño potencial, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias (IPCC, 2021a).

## Clima

El clima, en un sentido estricto, suele definirse como el tiempo promedio, o más rigurosamente como la descripción estadística en términos de la media y la variabilidad de cantidades relevantes durante un período de tiempo que va desde meses hasta miles o millones de años. El período clásico para promediar estas variables es de 30 años, tal como lo define la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las cantidades relevantes suelen ser variables de superficie como la temperatura, la precipitación y el viento. El clima en un sentido más amplio es el estado, incluida una descripción estadística, del sistema climático (IPCC, 2021a).

## Cobeneficios

Efectos positivos que una política o medida destinada a un objetivo podrían tener en otros objetivos, incrementando de ese modo los beneficios totales para la sociedad o el medioambiente. Los cobeneficios suelen estar sujetos a incertidumbre y dependen de las circunstancias locales y las prácticas de aplicación, entre otros factores. Los cobeneficios también se denominan beneficios accesorios (IPCC, 2021a).

## Condiciones habilitantes

Condiciones que afectan la viabilidad de las opciones de adaptación y mitigación, y que pueden acelerar y ampliar la escala de las transiciones sistémicas que limitarían el aumento de la temperatura a 1,5°C y fortalecerían las capacidades de los sistemas y las sociedades para adaptarse al cambio climático conexo, a la vez que se logran el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y la reducción de las desigualdades. Entre las condiciones habilitadoras se incluyen la financiación, la innovación tecnológica, el fortalecimiento de los instrumentos de política, la capacidad institucional, la gobernanza en múltiples niveles y cambios en el comportamiento humano y los estilos de vida. También abarcan los procesos de inclusión, la atención a las asimetrías de poder y la desigualdad de oportunidad (IPCC, 2018).

## Desarrollo sostenible

Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (WCED, 1987) y equilibra las preocupaciones sociales, económicas y ambientales (IPCC, 2018).

## Desastre

Alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación (IPCC, 2018).

## Efecto invernadero

Efecto radiativo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero y las nubes y, en menor medida, los aerosoles absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de esos absorbdores debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión. Una mayor concentración de gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto, y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los gases de efecto invernadero debida a emisiones antropógenas contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiativo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiativo en la parte superior de la atmósfera (IPCC, 2021a).

## Equidad de género

Garantizar la equidad en que mujeres y hombres tengan los mismos derechos, recursos y oportunidades. En el caso del cambio climático, la equidad de género reconoce que las mujeres suelen ser más vulnerables a los impactos del cambio climático y pueden estar en desventaja en el proceso y los resultados de la política climática (IPCC, 2018).

## Ensemble

Conjunto de simulaciones de modelos que caracterizan una predicción o una proyección climática. Las diferencias en las condiciones iniciales y la formulación de los modelos dan lugar a diferentes evoluciones de los sistemas de los modelos y pueden aportar información sobre la incertidumbre asociada con el error de los modelos y con el error en las condiciones iniciales en el caso de los pronósticos climáticos y sobre la incertidumbre asociada con el error de los modelos y con la variabilidad climática generada internamente en el caso de las proyecciones climáticas (IPCC, 2018).

## Escenario climático

Representación plausible y en ocasiones simplificada del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas internamente coherente definido explícitamente para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropógeno, y que puede introducirse como datos entrantes en los modelos de impacto. Las proyecciones climáticas suelen utilizarse como punto de partida para definir escenarios climáticos, aunque estos requieren habitualmente información adicional, por ejemplo, sobre el clima actual observado. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual. Véanse también Escenario de emisiones y Escenario (IPCC, 2018).

## Evapotranspiración

Proceso combinado de evaporación en la superficie de la Tierra y de transpiración de la vegetación (IPCC, 2018).

## Exposición

La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos medioambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente. Véanse también Peligro, Riesgo y Vulnerabilidad (IPCC, 2021a).

## Forzamiento radiativo

Variación, expresada en W m<sup>-2</sup>, del flujo radiativo (la descendente menos la ascendente) en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debida a una variación del causante externo del cambio climático; por ejemplo, una variación de la concentración de dióxido de carbono o de la radiación solar (IPCC, 2013).

## Gases de efecto invernadero

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2018).

## Gestión del riesgo

Planes, medidas, estrategias o políticas que tienen por objeto reducir la probabilidad de riesgos o las consecuencias de los riesgos o de responder a dichas consecuencias (IPCC, 2018).

## Gobernanza adaptativa

Un término emergente en la literatura para la evolución de las instituciones formales e informales de gobernanza

que priorizan el aprendizaje social en la planificación, implementación y evaluación de políticas a través del aprendizaje social iterativo para dirigir el uso y la protección de los recursos naturales, los servicios ecosistémicos y los recursos naturales comunes, particularmente en situaciones de complejidad e incertidumbre (IPCC, 2018).

#### Gobernanza climática

Mecanismos y medidas intencionados destinados a orientar los sistemas sociales hacia la prevención, la mitigación o la adaptación a los riesgos que plantea el cambio climático (Jagers y Stripple, 2003).

#### Helada

Fenómeno atmosférico que consiste en una baja de temperatura del aire a niveles inferiores al punto de congelación del agua, lo cual provoca que ésta se solidifique y deposite en forma de hielo en las superficies (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

#### Impactos climáticos

Consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas humanos y naturales, donde los riesgos provienen de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud y bienestar, ecosistemas y especies, bienes económicos, sociales y culturales, servicios (incluidos los servicios ecosistémicos) e infraestructuras (IPCC, 2018).

#### Incertidumbre

Estado de conocimiento incompleto que puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido o incluso cognoscible. Puede reflejar diversos tipos de situaciones, desde la imprecisión en los datos hasta una definición ambigua de un concepto o término, una comprensión incompleta de los procesos críticos, o una proyección incierta del comportamiento humano. Por ello, la incertidumbre puede representarse mediante valores cuantitativos (p. ej., una función de densidad de probabilidad) o mediante asertos cualitativos (que reflejen, por ejemplo, una apreciación de un equipo de expertos) (IPCC, 2018).

#### Interculturalidad

Proceso de intercambio, diálogo y aprendizaje que busca generar relaciones de equidad entre diversos grupos étnico-culturales que comparten un espacio a partir del reconocimiento y de la valoración positiva de sus diferencias culturales (Ministerio de Cultura, 2015).

#### Intergeneracionalidad

Las relaciones intergeneracionales implican que las comunidades poseen una memoria colectiva, pues cada generación retoma las enseñanzas de sus antecesores y deja un legado a sus sucesores, lo que constituye marcos de referencia para la construcción social de la realidad, por ende, del riesgo y su percepción (Ojeda y López, 2017).

#### Inundaciones

Rápido ascenso del nivel del agua, generando caudales inusuales que cubren o llenan temporalmente, superficies de terreno que normalmente son bajos, secos o adyacentes a riberas de ríos, lagos o mares (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018). Una inundación como fenómeno natural, forma parte del comportamiento hidrometeorológico de una región o sub-región. Se convierte en desastre cuando irrumpie su cotidianidad y da lugar a consecuencias sociales, económicas y políticas que suponen una regresión y un retraso en el nivel de desarrollo que presenta esa sociedad (Herzer et al., 2002).

#### Isotermas

La palabra isoterna proviene de las raíces griegas, *isos* igual y *termos* temperatura. Al unir los valores térmicos de la misma temperatura se van obteniendo las isotermas (Fuentes, 2015).

#### Isoyetas

Con la ubicación de los pluviómetros y las respectivas cantidades de lluvia recogidas, se pueden interpolar líneas de igual precipitación, denominadas isojetas o isohietas (Segerer y Villodas, 2006).

#### Mecanismo de coordinación interinstitucional

La coordinación interinstitucional evita que, al haber diversidad de instituciones con competencias en la materia, tales como ministerios, secretarías y corporaciones, surjan duplicaciones de políticas e incentivos contrarios a los objetivos (Levin y Encinas, 2008).

#### Mitigación

Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

#### Mitigación del cambio climático

Intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2021a).

#### Modelación

Herramienta de representación de situaciones o fenómenos del “mundo real”, el cual se convierte en el sistema objeto de estudio (Villa, 2007).

#### Movimiento en masa

Todo desplazamiento de material litológico y/o de escombros hacia abajo (vertical o en dirección del pie de una ladera) debido a la gravedad (Vargas, 2000).

#### Nicho ecológico

El nicho ecológico es el conjunto de características ambientales que una especie tolera y requiere para subsistir (Valverde et al., 2005).

#### Ola de calor

Período prolongado de temperaturas inusualmente altas y, a menudo, alta humedad. Se espera que se vuelvan más frecuentes y más graves en el futuro debido al cambio climático (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2022).

#### Parámetro

Cantidad numérica que media las relaciones entre las variables de estado de un modelo (Sarmiento, 2000).

#### Patrón

Término referido a la persistencia de un evento a través del tiempo con ligeros cambios en el espacio; tiene la connotación de una configuración particular de las propiedades del sistema que se estudia (Sarmiento, 2000).

**Predictando**

Variable dependiente (Minetti, 2005).

**Predictor**

Variable independiente (Minetti, 2005).

**Probabilidad**

Posibilidad de que se obtenga un determinado resultado, siempre que sea posible estimarlo por métodos probabilísticos (IPCC, 2021a).

**Provincia biogeográfica**

La provincia biogeográfica es una subdivisión de región que define comunidades vegetales a escala regional (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

**Proyecciones climáticas**

Respuesta simulada del sistema climático a diversos escenarios de emisiones o de concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, frecuentemente basada en simulaciones mediante modelos climáticos (IPCC, 2022c).

**Resiliencia**

Capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

**Respuesta climática**

Término general para la forma en que el sistema climático responde a un forzamiento radiativo (IPCC, 2021a).

**Riesgo climático**

Es el potencial de impactos desfavorables sobre personas, sistemas naturales y sectores económicos producto de la ocurrencia de condiciones climáticas adversas (Billi y Garreaud, 2020).

**Seguridad alimentaria**

Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 1996).

**Semana epidemiológica**

Es el lapso de tiempo transcurrido entre las 0:00 horas del domingo hasta las 24:00 horas del sábado siguiente (Ministerio de Salud Pública, 2020a).

**Sensibilidad**

El grado al cual un sistema puede ser afectado directa o indirectamente por un fenómeno (Mendoza, 2011).

**Sequía**

Anomalía transitoria en las precipitaciones, con disponibilidad de agua que se sitúa por debajo de los requerimientos estadísticos de un área geográfica específica. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de un ecosistema o entorno (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

**Simulación**

Proceso que consiste en relacionar los diferentes eventos que pueden cambiar el estado de un sistema bajo estudio, por medio de distribuciones de probabilidad y condiciones lógicas del problema que se esté analizando (García et al., 2006).

**Sistema climático**

Entidad compuesta por cinco componentes interactuantes (atmósfera, hidrosfera, criósfera, litósfera y biosfera) que en conjunto funcionan complejamente como un todo (IPCC, 2021a).

**Sitios de monitoreo**

Zonas en donde el dengue es endémico y en las que se puede realizar el monitoreo de la distribución y densidad de los vectores *Aedes aegypti* y *Aedes Albopictus* (Ministerio de Salud Pública, 2020b).

**Susceptibilidad**

Es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento peligroso (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

**Unidad Hidrográfica**

Unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

**Variabilidad climática**

Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos (IPCC, 2021a).

**Variabilidad natural**

La variabilidad natural se refiere a las fluctuaciones climáticas que ocurren sin ninguna influencia humana, es decir, la variabilidad interna combinada con la respuesta a factores naturales externos como erupciones volcánicas, cambios en la actividad solar y, en escalas de tiempo más largas, efectos orbitales y placas tectónicas (IPCC, 2021a).

**Vectores**

Organismos vivos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas (Organización Mundial de la Salud, 2020).

**Vulnerabilidad**

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

# CONSIDERACIONES GENERALES

El cambio climático es una realidad global que afecta directamente a los sistemas sociales, ambientales y económicos (IPCC, 2021a). Los grupos de trabajo que conforman el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas han publicado reportes que contribuyen al Sexto Informe de Evaluación (AR6), donde establece que la influencia antrópica sobre el sistema climático, natural, alimentario y socioeconómico, ha generado eventos extremos frecuentes (olas de calor, fuerte incremento de las precipitaciones y sequías, y aumento del nivel del mar) que perjudican las características propias de cada sistema (Zhou, 2021). Hoy en día, con los avances científicos y tecnológicos, se ha logrado conocer con mayor profundidad lo sensible que es el clima ante el aumento o disminución de dióxido de carbono.

A tal punto que el IPCC establece que, incluso con una disminución de las emisiones, la Tierra seguiría calentándose hasta el 2050 (Ming et al., 2021). Esto significa que, los impactos del cambio climático son y serán inevitables durante este y los próximos siglos. Por ello, son imperantes los esfuerzos mundiales sobre los cuales se ha venido trabajando bajo alianzas internacionales, donde destaca el Acuerdo de París enfocado a reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el aumento de la temperatura global en este siglo a 2°C y esforzarse para limitar este aumento a incluso a menos 1,5°C; así como en la reducción del riesgo climático e incremento de la resiliencia y la capacidad de adaptación a los impactos adversos del cambio climático. En este esfuerzo, es imprescindible el compromiso global para no solo reducir las emisiones, sino también para promover estrategias de adaptación al cambio climático (IPCC, 2022a).

Bajo este contexto, el Ecuador ha ratificado su compromiso de enfrentar el cambio climático a través de su Constitución, y mediante el diseño e implementación de políticas que permiten tanto la adaptación como la mitigación, conforme a los acuerdos nacionales e internacionales suscritos por el Ecuador en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), como es el Acuerdo de París, al que el país se adhiere en 2016 y ratifica en 2017 (MAAE, 2020). Estos compromisos están alineados con las prioridades establecidas en el Plan de Creación de Oportunidades (2021–2025) (Secretaría Nacional de Planificación (SNP), 2021b), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) 2012–2025 (MAE, 2012) y la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2020–2025 (MAAE, 2021).

La experiencia y lecciones aprendidas del Ecuador vinculadas con la adaptación al cambio climático han demostrado que su éxito está directamente relacionado con una adecuada planificación y gestión. Con ello, el país ha fortalecido aún más su marco normativo para la adaptación, a través del Código Orgánico del Ambiente (COA) publicado en 2017, el Regla-

mento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA), expedido en 2019 y el Acuerdo Ministerial 017 del MATTE emitido en 2021. Instrumentos que en conjunto con la ENCC establecen la importancia de formular e implementar el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA) como un instrumento clave para reducir el riesgo climático, incrementar resiliencia y capacidad adaptativa.

El PNA es en un proceso continuo y estratégico, que permitirá contribuir al desarrollo sostenible del país mediante la integración de la adaptación en la planificación territorial, para identificar las prioridades nacionales, locales y sectoriales que deben abordarse en el mediano y largo plazo (International Institute for Sustainable Development [IISD], 2022). Además, este Plan utiliza como insumo clave la realización de los análisis de riesgo climático (actual y futuro) de los sectores priorizados para la adaptación, estableciendo lineamientos y directrices bajo una visión nacional que guiará la implementación de medidas y metas, así como el seguimiento de su progreso e impacto.

Esto permitirá el fortalecimiento y mejoramiento de los subsecuentes Planes. Además, considera el enfoque de género, grupos de atención prioritaria, la integración multinivel, que permiten crear progresivamente vínculos estratégicos para que los sistemas naturales, alimentarios y socioeconómicos sean más resistentes a los impactos del cambio climático, bajo esquemas de acción más estratégicos y planificados (IISD, 2022).

Para garantizar el inicio de este proceso estratégico y programático, este primer PNA del Ecuador se ha estructurado en 10 capítulos, consolidados gracias al marco normativo, las directrices de la CMNUCC y un análisis comparativo de las experiencias en gestión de la adaptación de los países de la región. Con ello, el capítulo 1 presenta una visión nacional e internacional referente a la gestión de la adaptación al cambio climático, y el detalle de acciones implementadas en el país a la fecha, información relevante para establecer las condiciones habilitantes que facilitaron la formulación de este Plan. En el capítulo 2 se presenta el proceso para la formulación y aprobación del PNA. La priorización de los sectores prioritarios para la adaptación y el análisis las barreras y oportunidades respectivas en el capítulo 3. La visión, objetivos y alcance se encuentran en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se detalla la metodología y principales hallazgos del análisis de las proyecciones climáticas y oceánicas, en el presente (1985–2015) y futuro (2020–2050), como insumo clave para los análisis sectoriales de riesgo climático, mismos que se presentan en el capítulo 6. Las medidas/metas como acciones específicas de adaptación a implementarse para cada sector se muestran en el capítulo 7.

Mientras que, el plan de acción y cronograma, como hoja de ruta donde se definen los responsables de la implementación y se identifican potenciales fuentes para financiar la ejecución del PNA se encuentra en el capítulo 8. Los principales riesgos y desafíos, su influencia y estrategias de gestión, se muestran en el capítulo 9. Y finalmente, en el capítulo 10 se presentan los mecanismos de seguimiento (que incluye un sistema de monitoreo, reporte y verificación), evaluación de los resultados, así como el proceso de actualización del Plan.



# ANTECEDENTES Y CONTEXTO

## 1.1 Contexto Internacional

La comunidad científica internacional, ha llegado al consenso de que el cambio climático es un fenómeno real e inequívoco. Ante ello, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), como el principal órgano de las Naciones Unidas, ha estado encargado desde 1988 de evaluar (científica, técnica, social, ambiental y económicamente) las causas, efectos y medidas de respuesta del cambio climático, tomando como base que el sistema climático mantiene interrelaciones en doble vía con otros sistemas (IPCC, 2021). En otras palabras, tanto las causas como los efectos del cambio climático no están asociadas únicamente con factores climáticos, sino también con otros derivados de las dinámicas económicas, sociales, políticas y ambientales (Mbow *et al.*, 2019).

En el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC, la información presentada en el reporte denominado “Cambio Climático 2021: la Base de la Ciencia Física”, contribución del Grupo de Trabajo I muestra “la comprensión física más actualizada del sistema y el cambio climático”. Este informe, que contiene una mejor precisión de datos y de sus modelos climáticos, ha permitido clarificar la visión del mundo respecto al clima presente (observado) y futuro (proyectado), y con ello mejorar la base científica para las acciones que deben seguirse implementando. En esta evaluación, no solo se reconoce la influencia humana sobre la atmósfera, también sobre el océano, criósfera y biosfera.

Una de las más importantes conclusiones del citado informe, es que las últimas cuatro décadas han sido más cálidas en comparación con las que precedieron antes de 1850. La temperatura mundial entre 2001 y 2020 fue de 0,99°C (0,84 a 1,10°C), mayor a la estimada entre 1850 – 1900, con incrementos superiores en la superficie terrestre (1,59°C, con rangos entre 1,34 a 1,83°C) versus la superficie de los océanos (0,88°C, con rangos entre 0,68 a 1,01°C) (IPCC, 2021b).

En las proyecciones climáticas del informe en mención<sup>1</sup> se puede observar un incremento de los impactos del cambio climático en los próximos años en todas las regiones del mundo. Bajo los diferentes escenarios, con una temperatura mundial de 1,5°C serán evidentes mayores olas de calor, estaciones cálidas más largas y estaciones frías más cortas (pero con variaciones tanto en temporalidad como magnitud). En cambio, con una temperatura mundial de 2°C, los eventos extremos llegarán con mayor frecuencia a los umbrales críticos bajo los cuales los sistemas naturales y humanos

(como agricultura y salud) funcionan con normalidad y aún se pueden adaptar (Gutiérrez et al., 2021; IPCC, 2021c, 2021b; Iturbide et al., 2020).

En el reporte “Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”, presentado por el Grupo de Trabajo II dentro del AR6, se dan a conocer futuros riesgos climáticos a nivel global, los cuales comprenden un mayor estrés por calor, riesgo de inundaciones (alrededor de mil millones de personas en ciudades bajas junto al mar y en islas pequeñas en riesgo para mediados de siglo), escasez de agua (a 2°C, las regiones que dependen del deshielo podrían experimentar una disminución del 20 % en la disponibilidad de agua para la agricultura después de 2050) y reducción de la seguridad alimentaria (IPCC, 2022b).

Esta situación ha permitido resaltar que las acciones de mitigación no son suficientes para hacer frente al cambio climático, por lo que es importante enfocar esfuerzos para promover aún más la adaptación a nivel global, regional, nacional y local, como un pilar fundamental para reducir el riesgo climático e incrementar la resiliencia y la capacidad adaptativa. Ante ello, las Naciones Unidas han establecido una estructura de coordinación cuyos principales espacios están dados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el IPCC como su soporte científico. Esta estructura invita a las Partes a “formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y/o regionales que contengan medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático” (Naciones Unidas, 1992).

1 Para el AR5, el IPCC ilustró los escenarios futuros (con resultados del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 o CMIP5) bajo “trayectorias de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés)”, que incorporaron series temporales de emisiones y concentraciones de GEI, uso y cobertura de la tierra, representados como RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5. Para el AR6, las proyecciones climáticas se presentan bajo cinco escenarios (con los resultados del CMIP6) con una amplia gama de GEI, uso de la tierra y contaminantes del aire que los que se evalúan en el AR5. Estos escenarios consideran además la actividad solar y el forzamiento de fondo de los volcanes. Los resultados se muestran para tres períodos: 2021 – 2040 (corto plazo), 2041 – 2060 (mediano plazo) y 2081 a 2100 (largo plazo). Los escenarios se representan como SSPx-y, donde x se refiere a la Vía Socioeconómica Compartida (SSP, por sus siglas en inglés) y describe las tendencias socioeconómicas asociadas al escenario; y muestra el nivel de forzamiento radiativo. Estos escenarios son: SSP1 – 1.9, SSP1 – 2.6, SSP2 – 4.5, SSP3 – 7.0 y SSP5 – 8.5 (IPCC, 2021b).

## 196 países adoptaron el Acuerdo de París para mejorar la aplicación de la CMNUCC y reforzar la respuesta global al cambio climático.

En esta línea, 196 países adoptaron el Acuerdo de París<sup>2</sup> para mejorar la aplicación de la CMNUCC y reforzar la respuesta global al cambio climático bajo un contexto de sostenibilidad, incremento de la capacidad adaptativa, promoción de la resiliencia al clima y reducción de las emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2015). Este Acuerdo internacional tiene como meta “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C” y continuar con los “esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C”, todo con respecto a la era preindustrial y “reconociendo que ello reducirá considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático”. Por otro lado, establece “aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático” y “situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI” (Naciones Unidas, 2015, p. 3). Como implementación del Acuerdo de París, se han establecido lineamientos para planificar e implementar acciones para hacer frente al cambio climático. Estos espacios se cristalizan a través de las Conferencias de las Partes<sup>3</sup> (COP).

En la COP7 de Marrakech (Marruecos en 2001), la adaptación empezó a ganar impulso a través de la creación del Fondo de Países Menos Adelantados (SEAM et al., 2017). En la COP16 (Méjico en 2010) se estableció el Marco de Adaptación de Cancún para ayudar a las Partes a integrar la adaptación en la toma de decisiones mediante un proceso de planificación nacional que

considere la adaptación en el mediano y largo plazo. En la COP17 de Durban (Sudáfrica en 2011) se establecieron las “Directrices iniciales para la formulación de planes nacionales de adaptación (PNA) para países menos desarrollados”, donde se reconoce que la “planificación nacional de la adaptación puede permitir a las Partes que son países desarrollados y en desarrollo evaluar sus vulnerabilidades, incorporar los riesgos del cambio climático y la necesidad de abordar la adaptación en el contexto más amplio de la planificación del desarrollo sostenible”. Los objetivos acordados de dichas directrices fueron: “(i) reducir la vulnerabilidad al cambio climático creando capacidad adaptativa y resiliencia; y, (ii) facilitar la integración de la adaptación al cambio climático en las políticas, programas y actividades relevantes (nuevas o existentes), en procesos y estrategias de planificación del desarrollo concretas y en todos los sectores relevantes y a diferentes niveles según sea necesario” (CMNUCC, 2012, 2021a; United Nations, 2011).

La COP26 de Glasgow (Escocia 2021), se desarrolló bajo el marco de cuatro objetivos: (i) asegurar el cero neto a nivel mundial para mediados de siglo, y mantener 1,5°C de temperatura; (ii) adaptarse urgentemente para proteger comunidades y hábitats naturales; (iii) movilizar financiamiento; y, (iv) trabajar juntos para lograrlo. En el segundo objetivo, la Conferencia buscó promover acciones para evitar, minimizar y abordar los impactos negativos del cambio climático, estableciendo la importancia de implementar planes y un mayor

2 El Acuerdo de París representa uno de los hitos más importantes a nivel mundial. Fue adoptado por 196 países el 12 de diciembre de 2015 para mejorar la aplicación de la CMNUCC y reforzar la respuesta global al cambio climático bajo un contexto de sostenibilidad, incremento de la capacidad adaptativa, promoción de la resiliencia al clima y reducción de las emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2015).

3 La COP es el órgano supremo de la Convención, que está encargado de “examinar regularmente y tomar las decisiones necesarias para promover su eficaz aplicación” (Naciones Unidas, 1992).



Cuenca del Río Jubones – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

financiamiento para la adaptación, protección y restauración de hábitats, y la comunicación de los países sobre lo que se está haciendo y planifican realizar para adaptarse al cambio climático (CMNUCC 2021c).

Finalmente, en la COP27 de Sharm el-Sheij (Egipto, 2022), se llegó a un acuerdo histórico para establecer y operativizar un Fondo de Pérdidas y Daños, principalmente para atender a los países más vulnerables afectados por el cambio climático y el marco de trabajo para operativizar la meta de adaptación. (United Nations, 2011).

Cabe mencionar que, en el segundo reporte del AR6, IPCC (2022a) se dio a conocer que, los esfuerzos de adaptación han incrementado pero aún existen brechas entre las medidas de adaptación implementadas y las metas propuestas, siendo estas más evidentes entre las poblaciones de menores ingresos. Además, es

importante acelerar el ritmo de las acciones de adaptación mediante la consolidación del compromiso político y un marco institucional consistente, la transmisión del conocimiento de los impactos y riesgos del cambio climático que permita generar respuestas de adaptación, la ejecución del seguimiento y evaluación de las medidas de adaptación, así como el establecimiento de una gobernanza inclusiva que priorice la equidad y la justicia climática.

Bajo este contexto, a nivel mundial se reconoció la importancia de una adecuada gestión de la adaptación al cambio climático para encaminar acciones que permitan aprovechar los impactos positivos y reducir las afectaciones del cambio climático y que, de acuerdo con el IPCC (2014a), consideren una base científica/técnica para incluir la adaptación en las planificaciones nacionales y en la ejecución de estrategias de cambio climático. Para facilitar la gestión de la adaptación, el

Grupo de Expertos para los Países Menos Avanzados (LEG, por sus siglas en inglés) desarrolló las “Directrices técnicas para el proceso de los PNA”, orientadas principalmente a: “(i) establecer un proceso nacional para coordinar la planificación de la adaptación en todas las escalas relevantes a mediano y largo plazo; (ii) identificar las carencias y crear capacidades para la planificación y aplicación de la adaptación; (iii) preparar los PNA; (iv) establecer un sistema de seguimiento y evaluación de las necesidades y medidas de adaptación; (v) diseñar estrategias de comunicación sobre el cambio climático; y, (vi) establecer planes de colaboración entre sectores e instancias de gobierno” (LEG, 2012b, p. 18).

En dichas directrices, el LEG establece que el proceso de construcción de los PNA esté a cargo de cada país, adaptando los lineamientos al marco regulatorio y a las circunstancias nacionales, así como realizando una promoción eficaz y continua de “enfoques parti-

cipativos que tengan en cuenta las cuestiones de género” (LEG, 2012b, p. 135). Para incorporar un enfoque de adaptación sensible al género que responda a las diferentes limitaciones y necesidades de las personas, es necesario que la adaptación: (i) no exacerbe la desigualdad o cree nuevas desigualdades para satisfacer las necesidades específicas de hombres y mujeres; (ii) desarrolle la capacidad de resiliencia de manera igualitaria; y, (iii) asegure la participación igualitaria de una variedad de personas en la toma de decisiones y en la implementación (LEG, 2015).

Estos instrumentos se diseñan e implementan considerando los problemas que representa el cambio climático. Además, deben incluir las disposiciones para fortalecer las capacidades que faciliten toda acción que encamine las naciones hacia un proceso estratégico para integrar la adaptación en la planificación territorial y sectorial, considerando que cada Plan tendrá

resultados específicos y variables. Según el último reporte del UNFCCC (2022), se han registrado 129 de 154 países en desarrollo que han emprendido al menos una actividad relacionada con el proceso de formulación y ejecución de sus PNA.

Se busca que los PNA promuevan políticas para una efectiva adaptación nacional, local y sectorial, direccionalizando los esfuerzos no solo hacia los impactos climáticos, también a los procesos sociales (considerando aspectos de género interseccionalidad, económicos/productivos y ambientales relacionados con el riesgo el climático).

## 1.2. Contexto Nacional

En el reporte "Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad" presentado en el AR6, se informó que las regiones y las personas con considerables limitaciones de desarrollo tienen una alta vulnerabilidad a las amenazas climáticas (IPCC, 2022a). En este sentido, las circunstancias sociales, económicas y ambientales imperantes en el Ecuador constituyen un serio desafío para el progreso del país, el cual se profundiza al considerar los impactos actuales y esperados del cambio climático (MAE, 2013, 2019b). Por lo tanto, abordar este desafío es relevante para las prioridades de desarrollo, ya que varios de los ejes y objetivos establecidos en la planificación nacional, pueden ser susceptibles a la influencia negativa de los potenciales efectos del cambio climático, resultando predominante integrar la adaptación al cambio climático en la gestión del desarrollo local y sectorial del país para asegurar la estimulación de acciones de corto, mediano y largo plazo para reducir el riesgo y la vulnerabilidad climática.

Respecto a ello, en la Tercera Comunicación Nacional del Ecuador (TCN) publicada por el MAE (2017), entre el periodo 1960 – 2010 se evidenciaron cambios en la temperatura media (principalmente incrementos) y

los ciclos de precipitación (principalmente aumentos) que se diferenciaron para cada región del país, donde se mostraron algunos impactos como: (i) pérdida del 40 % aproximadamente de la cobertura glaciar de los volcanes Antisana, Carihuayrazo, Cotopaxi y Chimborazo; (ii) sequías intensas con afectaciones al 66,7 % de las zonas agrícolas y 53,7 % de las zonas pecuarias (pastizales); (iii) lluvias extremas que incrementarían en 15,9 % la superficie inundable donde se ubica el 49,5 % de la población del país. Ya en la Cuarta Comunicación Nacional del Ecuador (CCN), elaborada por MAATE (2022b), se menciona la ocurrencia de 13.258 eventos hidrometeorológicos que tuvieron lugar en el período 2010 – 2020, siendo el 2017 el que mostró el mayor número de eventos (2.194), debido posiblemente a la presencia del fenómeno de El Niño durante el período 2016 – 2017. Estos datos se pudieron obtener a partir del Catálogo de Eventos Peligrosos, de la Secretaría de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).

El incremento de la intensidad y frecuencia de estos fenómenos climáticos extremos han provocado daños y pérdidas económicas en cuanto a bienes y servicios (las pérdidas anuales podrían alcanzar entre 927 y 3.300 millones de dólares americanos), y no económicas como son, las pérdidas de vida, salud, movilidad humana, biodiversidad, patrimonio cultural y conocimiento indígena; en relación con estos últimos, 18 pueblos y 13 nacionalidades indígenas se encuentran en riesgo por las amenazas e impactos del cambio climático.

Las proyecciones nacionales para el futuro cercano (2020-2050) prevén cambios de frecuencia en la ocurrencia y en magnitud de precipitación y temperatura, tanto para los valores medios, como para los extremos. Las alteraciones del clima influirán principalmente en el deshielo de la cobertura glaciar de los volcanes, variación de la temperatura superficial del mar, cambios en los regímenes espaciales y temporales de la precipitación, incremento de las áreas inundables e intensificación de las sequías, disminución de la cantidad y calidad del agua, ampliación del rango de distribución de vectores transmisores de enfermedades (dengue y

## En el país se ha venido trabajando para establecer y hacer visibles respuestas sostenibles para adaptarse a los efectos del cambio climático.

malaria) y pérdida de la biodiversidad. El incremento de la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos y de aparición lenta, provocan pérdidas y daños de índole económica y no económica sobre bienes y servicios (MAE, 2019b).

Ante esta realidad nacional y bajo un contexto de cambio climático, en el país se ha venido trabajando para establecer y hacer visibles respuestas sostenibles para adaptarse a los efectos del cambio climático. Ecuador es miembro de la CMNUCC, por lo que suscribió el Acuerdo de París en 2016 y lo ratificó en 2017. En 2018, adoptó como política de Estado la Agenda 2030 y el cumplimiento de los ODS (principalmente el 13 donde se establecen metas para la gestión, planificación y adaptación de medidas ante el cambio climático, y el 15 vinculado con la igualdad de género y empoderamiento de mujeres y niñas) (Naciones Unidas, 2018). En complemento y desde la perspectiva de la reducción de riesgos de desastres, en 2015 Ecuador firmó el Marco de Sendai (MAAE, 2020). Además, cada uno de estos instrumentos resalta la importancia de una gestión que responda a las cuestiones de género, ya que los impactos asociados con el cambio climático son diferentes para hombres y mujeres, así como las acciones de adaptación al cambio climático que se implementan.

Estos compromisos adquiridos han facultado al país para estructurar un marco normativo e institucional para una adecuada gestión del cambio climático. La base de dicha estructura es la Constitución de la República del Ecuador del 2008, cuyo artículo 414 hace mención a la toma de medidas para hacer frente al cambio climático (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Mediante los Decretos Ejecutivos 1815, 495 y 98 firma-

dos en 2009, 2010 y 2017 respectivamente, se declaró política de Estado a la adaptación y mitigación del cambio climático. Esto, abrió la puerta para el desarrollo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) 2012–2025, la cual direcciona al país en la gestión del cambio climático y la incorporación progresiva de la adaptación y mitigación en la planificación territorial y sectorial (MAE, 2019b; MAAE, 2021). Esta Estrategia está bajo el liderazgo del Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), cuya presidencia corresponde al Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por intermedio de la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) que actúa como Secretaría Técnica.

El Plan Nacional de Adaptación (PNA) es un instrumento para la operatividad de la ENCC. En lo que compete específicamente con la adaptación al cambio climático, se han priorizado seis sectores considerados de importancia para el desarrollo del país (Asentamientos Humanos; Patrimonio Hídrico; Patrimonio Natural; Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Salud; y, Sectores Productivos y Estratégicos) (MAE, 2012; MAAE, 2020). El Código Orgánico del Ambiente (COA) y el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA), instrumentos que facilitan la gestión del cambio climático y la articulación interinstitucional y sectorial, determinan que el PNA constituye un instrumento clave para la acción climática, que posibilita la implementación de la ENCC (MAE, 2017, 2019; MAAE, 2019). A ello se suma el Acuerdo Ministerial 017 del MAATE emitido en 2021, donde se establecen los lineamientos para cada una de las etapas del PNA (formulación, implementación, seguimiento, evaluación y actualización), incluyendo las disposiciones de aplicación y contenidos mínimos a ser incluidos. En este marco, entre 2019 y 2022 se ejecutó el

Proyecto Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PLANACC), liderado por el MAATE con el apoyo del PNUD y el financiamiento del Fondo Verde para el Clima (FVC), el cual contribuyó a la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo a escala nacional, local y sectorial.

Por otro lado, Ecuador marcó un hito importante al presentar ante la CMNUCC su Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2020–2050 y su Plan de Implementación (PI), con la finalidad de dar cumplimiento a los compromisos de adaptación y mitigación asumidos por el país, principalmente ante la CMNUCC y el Acuerdo París. Además, con base en los lineamientos de la COP24, se presentó la Primera Comunicación de Adaptación, incluida en la primera NDC. Toda esta evolución del marco normativo y político del Ecuador para la gestión del cambio climático, se sistematiza a continuación en la Figura 1.

Bajo las previsiones normativas y reglamentarias vigentes y antes mencionadas, los esfuerzos del país para la gestión de la adaptación al cambio climático y

su inclusión en la planificación territorial, y en el marco de los objetivos del PLANACC, se construyó el presente Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador con el objetivo de direccionar, crear y fortalecer las capacidades del país para lograr un desarrollo sostenible y hacer frente a los impactos negativos del cambio climático.

Este instrumento es primordial para la gestión de la adaptación, e incluye principalmente los objetivos y resultados que se esperan alcanzar durante cuatro años de implementación a partir de su aprobación, con las medidas diseñadas para los sectores priorizados en la ENCC. Este Plan, será la base para el fortalecimiento progresivo de los escenarios técnicos, ambientales, sociales, económicos y políticos, para la gestión de la adaptación en el país, aspectos que son fundamentales para la actualización de los siguientes Planes, y el escalamiento paulatino de insumos como los análisis de riesgo climático, las medidas de adaptación y los mecanismos de financiamiento para asegurar la sostenibilidad de las intervenciones multiescala y multiactores.

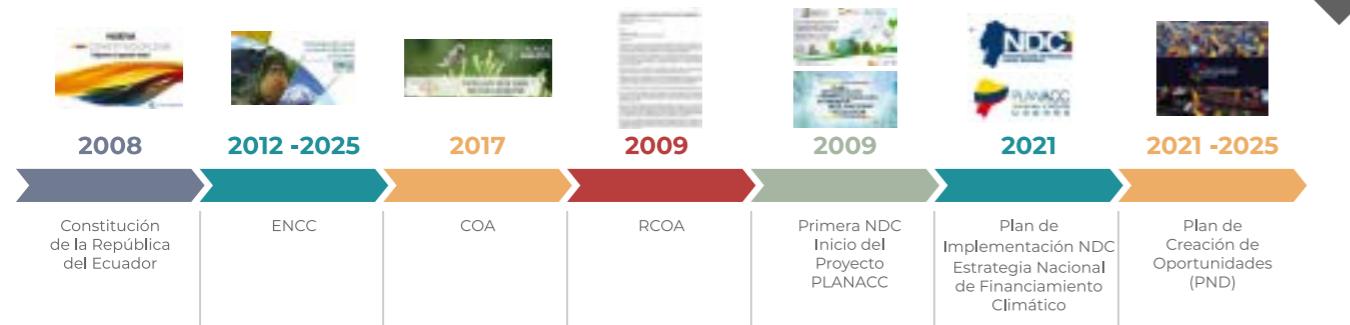


Cantón Cuenca, Provincia de Azuay – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

## INTERNACIONAL



## NACIONAL



**Figura 1.** Evolución temporal del marco normativo para la gestión del cambio climático en Ecuador, incluyendo instrumentos internacionales y nacionales. Adaptado de: MAAE (2020)

## 1.3. Actores Vinculados

En los últimos años, el país a través de varias iniciativas ha logrado plasmar acciones enfocadas en mejorar la adaptación al cambio climático de todos los sectores priorizados en la ENCC. Estas iniciativas no solo han permitido gestionar e implementar acciones, también han sido fundamentales para promover la articulación interinstitucional y multiactores para la gestión climática y avanzar hacia estructuras de gobernanza que posibilitan que actores locales sean quienes lideran la identificación e implementación de medidas de adaptación. Acorde con la ENCC, la Primera NDC y su Plan de Implementación, en el Cuadro 1 se presenta un mapeo inicial de actores involucrados en la gestión de la adaptación con potencial de participar en la formulación, aprobación, seguimiento, evaluación y actualización del PNA del Ecuador. La activa participación de

estos y otros actores que se vayan sumando a las diferentes etapas del PNA del Ecuador, permitirá cumplir sus objetivos, implementar medidas para reducir el riesgo climático, a nivel nacional, local y sectorial.

**cuadro 1.** Actores sectoriales vinculados con la gestión de la adaptación al cambio climático en Ecuador

Tipo de Entidad	Patrimonio Natural	Patrimonio Hídrico	Salud	Asentamientos Humanos	Sectores Productivos y Estratégicos	Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
Academia	Universidad Andina Simón Bolívar (UASB)	Escuela Politécnica Nacional (EPN)	Escuela Politécnica Nacional (EPN)	Centro de Investigación y Control Ambiental		
	Universidad San Francisco de Quito (USFQ)	Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)				
	Universidad Técnica del Norte (UTN)	Universidad Central del Ecuador (UCE)				
	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)					
	Universidad del Azuay					
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)					
	Universidad Nacional de Loja (UNL)					
	Universidad Politécnica Salesiana (UPS)					
Cooperación	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Organización Panamericana de la Salud (OPS)	GIZ	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO)	
	Cooperación Técnica Alemana (GIZ)	GIZ	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	PNUD		
	USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)	Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)	Organización Internacional para las Migraciones (OIM)	GIZ	
Entidades de control transversal a todos los sectores*	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONCOPE) Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador (CONAGOPARE) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) Consejo Nacional para la Igualdad de Género (CNIG) Consejo Nacional para la Igualdad de Pueblos y Nacionalidades (CNIPN) Secretaría de Gestión de Riegos (SGR)					

\*Estos actores están vinculados a la gestión de la adaptación en sectores específicos, pero también juegan un rol transversal, principalmente por la coordinación y liderazgo (el caso del MAATE, AME, CONCOPE, CONAGOPARE) y la generación de información base (INEC, INAMHI, IGE). Por otro lado, se vinculan con los enfoques transversales para la adaptación priorizados en la ENCC (como es el caso del SGR, CNIG y CNIPN).

## 1.4. Articulación del PNA con la NDC de Ecuador y Otras Iniciativas Clave

En cumplimiento de los compromisos adquiridos ante la CMNUCC por la suscripción del Acuerdo de París (principalmente los estipulados en el artículo 2, 3, 4 y 7), el país inició desde 2017 el proceso de construcción de la Primera NDC, la cual, fue presentada y publicada oficialmente en 2019, cuyo objetivo principal es “implementar políticas, acciones y esfuerzos que promuevan la reducción de GEI y aumento de la resiliencia y disminución de la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático en los sectores priorizados para la adaptación en la ENCC” (MAE, 2019b, p. 12). Su construcción estuvo liderada por el MAATE, en calidad de Autoridad Ambiental Nacional y rector de la política de cambio climático del Ecuador. En 2021 se presentó su

respectivo Plan de Implementación (PI) para ejecutar las medidas y metas de sus dos componentes: mitigación y adaptación. El componente de adaptación que fue definido como la Primera Comunicación de Adaptación del país, está vinculado directamente con el PNA, ya que “busca determinar acciones de adaptación al cambio climático que aporten a su consecución” a escala nacional, local y sectorial, para “promover la resiliencia al clima y reducir el riesgo ante los efectos del cambio climático” (MAE, 2019b, p. 13 y 31; MAAE, 2021).

Dentro de estos instrumentos para la gestión del cambio climático, destaca la transversalización del enfoque de género. Se consideró “en todas las fases del proceso de la NDC, recopilación y análisis de datos y toma de decisiones, la activa participación tanto de mujeres como de hombres en espacios de reflexión y análisis, así como la incorporación específica de información que permita una adecuada contextualización sobre la

relación entre desigualdades sociales y acciones por el cambio climático” (MAE, 2019b, p. 1, 31).

El alcance de la Primera NDC y su PI es nacional, y el componente de adaptación considera acciones para los seis sectores priorizados y dos enfoques transversales establecidos en la ENCC. En síntesis, la NDC establece un total de 43 medidas, y el PI 111 metas, de las cuales, 22 incorporan el enfoque de género. Además, en el PI se establecen tres medidas categorizadas como transversales relacionadas con el financiamiento y datos meteorológicos e hidrológicos. Este instrumento tiene un periodo de implementación 2022-2025 (MAAE, 2021).

Existe una relación directa entre la Primera NDC y su PI, con el PNA, ya que el Plan permitirá implementar acciones consolidadas a partir de una base técnica y científica (como las proyecciones climáticas y oceánicas futuras y análisis sectoriales de riesgo climático), el fortalecimiento de capacidades y la identificación de fuentes potenciales para el financiamiento (MAE, 2019b; MAAE, 2021). Por ello, el presente Plan permitirá “mejorar la coherencia de la planificación de la adaptación y el desarrollo” del país, “identificar e implementar medidas sensibles al género” que permitan reducir el riesgo climático en el corto, mediano y largo plazo, y afianzar los importantes esfuerzos del país en materia de adaptación (CMNUCC, 2021a; LEG, 2012b, p. 7).

## 1.5. Acciones Implementadas al 2022 en Ecuador

El enfoque y estrategias bajo las cuales se construyó el PNA del Ecuador, han surgido de diversas experiencias exitosas de adaptación al cambio climático (estudios, iniciativas de investigación, acciones y proyectos) que se han desarrollado en el país. Estas experiencias han



Cantón Pucara, Provincia de Azuay - Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

permitido desde la creación de la Subsecretaría de Cambio Climático en 2009, llegar a un mejor conocimiento y comprensión sobre:

- Niveles de sensibilidad y adaptación de los sistemas humanos y naturales representativos.
- Identificación de las amenazas climáticas (presentes y futuras) y sus impactos reales y potenciales.
- Niveles de exposición a las amenazas climáticas antes mencionadas.
- Requisitos y avances en acciones e iniciativas de investigación de adaptación a nivel nacional, local y sectorial.
- Proyecciones climáticas futuras (bajo varios escenarios) con horizontes de tiempo hasta el final del siglo XXI y con base a los lineamientos del IPCC.

- Evidencia de los efectos causados por las alteraciones climáticas en los glaciares continentales, comportamiento e incidencia de mosquitos transmisores de enfermedades tropicales, interacciones oceánico-atmosféricas y sus repercusiones económicas, etc.
- Identificación, diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático con la transversalización del enfoque de género.
- Posicionamiento del país y los esfuerzos en adaptación a nivel internacional, principalmente en las negociaciones del CMNUCC.

La CCN definió las barreras, necesidades y oportunidades, en cuanto a la institucionalidad, financiamiento, gestión del conocimiento, transferencia de tecnología e investigación; y se formularon las acciones prioritarias para desarrollar la gestión de la adaptación al cam-

bio climático en el país (MAATE, 2022b). Las acciones por implementarse se describen a continuación en el Cuadro 2.

Con base en lo expuesto, en la presente sección se muestran las condiciones habilitantes generadas por

el país, principalmente bajo el marco del Proyecto PLANACC, y las iniciativas que se han implementado o se encuentran en curso.

**Cuadro 2.** Acciones prioritarias, sugeridas en la CCN, para desarrollar la gestión de la adaptación al cambio climático en el Ecuador

Área	Acciones por implementarse
Institucionalidad	<p>Potencializar los grupos de trabajo que se encuentran bajo el CICC para establecer sinergias de cooperación con los institutos de investigación pública (INAMHI, INEC, INIAP, entre otros) que generan y administran información climática.</p> <p>Concretar estrategias para la identificación de fuentes de financiamiento para las acciones de adaptación con las instituciones encargadas de la asignación de recursos nacionales con la finalidad de diversificar las fuentes de financiamiento que mantiene el país.</p>
Financiamiento	<p>Contar con mayor capacidad técnica para diseñar propuestas de financiamiento para la implementación de planes, programas y proyectos de adaptación al cambio climático a nivel sectorial y subnacional.</p>
Gestión del conocimiento	<p>Promover documentos técnicos con las sistematizaciones de las acciones de adaptación y bases de datos de la información generada por los proyectos y proponer la integración de los componentes sociales, económicos, políticos, biofísicos e institucionales en las metodologías para la gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.</p> <p>Disponer programas de capacitaciones eficaces y duraderos con un alcance intergeneracional, intercultural y de género, sobre las políticas de adaptación, metodologías y demás herramientas que disminuyan el riesgo a la permanente rotación de personal a nivel sectorial y subnacional, y conduzcan a la participación de jóvenes.</p> <p>Promover el uso de la Plataforma de Adaptación desarrollada en el marco del Proyecto Plan Nacional de Adaptación (PLANACC), la cual contiene módulos virtuales de acceso libre.</p>
Transferencia de tecnología	<p>Generar acuerdos de cooperación y convenios con otros países (cooperación sur-sur), el sector privado, subnacional, academia e institutos de investigación, para fortalecer la capacidad instalada (infraestructura) y plataformas informáticas (software y hardware) para mejorar los servicios hidrometeorológicos de manera que permitan una gestión integral de la información de calidad y cantidad (generación, procesamiento, transmisión e interpretación).</p>
Investigación	<p>Incrementar los procesos de formación de profesionales en la ciencia del cambio climático y fortalecer el conocimiento científico sobre el clima.</p> <p>Identificar fuentes de financiamiento internacional para ejecutar líneas de investigación de adaptación, con el fin de generar información de calidad para que sean consideradas en los reportes de evaluación del IPCC, a nivel nacional y regional.</p> <p>Configurar estrategias para la difusión y aplicación de hallazgos científicos relativos a los impactos del cambio climático y generar mecanismos que mejoren la calidad y disponibilidad de información de agua, tiempo y clima.</p>

# Desde el 2019, el Ecuador a través del MAATE ha venido trabajando particularmente en la generación de las condiciones habilitantes para la gestión de la adaptación al cambio climático.

## 1.5.1. Condiciones habilitantes generadas para la gestión de la adaptación al cambio climático

Las condiciones habilitantes están relacionadas con el entorno favorable que permite entrever las medidas y acciones para lograr la adaptación al cambio climático nacional, local y sectorial, en el corto, mediano y largo plazo. Este entorno favorable genera las bases para reducir las barreras y brechas que puedan impedir una adecuada gestión de la adaptación, y proponer soluciones efectivas y sensibles al género, integrando diversos actores para generar sinergias que faciliten la toma de decisiones y garantizar la implementación del PNA (Gutierrez et al., 2016; la Torre et al., 2021).

Desde el 2019, el Ecuador a través del MAATE ha venido trabajando particularmente en la generación de las condiciones habilitantes para la gestión de la adaptación al cambio climático mediante el desarrollo de metodologías, indicadores, políticas, programas de creación de capacidades y otras herramientas útiles para reducir la vulnerabilidad y el riesgo climático de los sectores priorizados para la adaptación, así como programas y proyectos asociados a dichos sectores, mediante:

- Mejoramiento de la cobertura y resolución espacial y temporal de las proyecciones climáticas, y generación de los análisis de riesgo climático que facilitaron el diseño de medidas sectoriales con transversalización del enfoque de género.

- Fortalecimiento de capacidades institucionales a través el desarrollo de documentos de orientación (estándares, directrices técnicas, etc.), regulaciones (a nivel central y local), métodos y herramientas estandarizadas para facilitar la gestión de la adaptación al cambio climático.
- Capacitación al personal clave, socios e interesados (de los sectores público y privado) para facilitar la integración de la adaptación al cambio climático en los procesos de planificación y presupuestos del desarrollo a nivel sectorial, territorial y local.
- Inclusión de criterios de adaptación al cambio climático y de género en la planificación nacional y local.
- Diseño de mecanismos de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para el proceso del PNA y para las acciones de adaptación implementadas por partes interesadas.
- Identificación de fuentes potenciales para acceder a financiamiento que permita la implementación de las medidas de adaptación del PNA.

El trabajo que se ha venido desarrollando en el país para incrementar la capacidad adaptativa, reducir el riesgo climático, permitirá, mediante el PNA, continuar con la integración de la gestión de la adaptación en los



Parroquia Lluzhapa, cantón Saraguro, provincia de Loja - Proyecto FORECCSA

procesos de planificación del desarrollo a nivel nacional, local y sectorial, bajo cuatro pilares<sup>4</sup>: gobernanza e institucionalidad, recursos humanos, técnicos y financieros. Con ello, en el Cuadro 3 se presenta una síntesis de las principales condiciones habilitantes generadas en el Ecuador, que han favorecido la construcción del PNA y facilitarán su implementación, bajo siete líneas generales: (i) bases físicas y riesgo climático; (ii) gober-

nanza; (iii) medidas de adaptación; (iv) construcción y fortalecimiento de capacidades; (v) difusión y socialización de la adaptación; (vi) enfoques interseccionales<sup>5</sup> a la adaptación; y, (vii) financiamiento, réplica, escalamiento y sostenibilidad de la adaptación.

<sup>4</sup> Bajo el marco del proyecto PLANACC, se realizó una consulta a 64 especialistas sectoriales (63 % hombres y 37 % mujeres), representantes del sector público, organizaciones no gubernamentales (ONG), cooperación internacional, sector privado, academia y gobiernos autónomos descentralizados (GAD). Con ello, se determinó que las condiciones habilitantes para la adaptación al cambio climático en el país se enmarcan en cuatro pilares: gobernanza e institucionalidad, recursos humanos, recursos técnicos, recursos financieros. En el primer pilar se hizo notar que la voluntad y liderazgo político es una condición muy importante para incorporar la adaptación en la planificación nacional, local y sectorial, sostenida en un marco normativo y espacios de colaboración y coordinación liderados por el MAATE con actores sectoriales. En el segundo pilar, se resaltó la necesidad de generar condiciones que permitan contar con personal altamente capacitado y especializado en adaptación al cambio climático. El tercer pilar está vinculado con el acceso, generación, gestión y uso de información especializada para la toma de decisiones. Conjuntamente, las condiciones habilitantes de recursos humanos y técnicos deben propiciar la generación y uso de información climática para analizar los impactos del cambio climático (actuales y futuros) y determinar opciones viables (considerando sus costos y beneficios) de adaptación acordes a la realidad de cada sector. Y para ello, es importante generar capacidades paralelas para diseñar propuestas competitivas para acceder a fuentes de financiamiento nacionales e internacionales, que básicamente son las condiciones habilitantes para el pilar recursos financieros.

<sup>5</sup> La interseccionalidad permite comprender cómo los factores sociales (género, etnia, ubicación geográfica, etc.), que definen a los individuos o grupos, se superponen y generan sistemas interdependientes que se exacerbán con el cambio climático (Osborne, 2013; Trevizo, 2020).

**Cuadro 3.** Descripción de las condiciones habilitantes para la gestión de la adaptación en Ecuador

Línea general	Descripción del entorno favorable para la adaptación	Línea general	Descripción del entorno favorable para la adaptación
Bases físicas y riesgo climático  (generación de proyecciones climáticas y oceánicas, e insumos técnicos para la realización de los análisis de riesgo climático)	<p>Homogenización y relleno de información climatológica e hidrológica de estaciones meteorológicas priorizadas. Las series climáticas de larga duración y de buena calidad permiten reducir la incertidumbre en los análisis sobre variabilidad climática, cambio climático, hidrología y meteorología.</p> <p>Desarrollo de un programa (en software libre) para filtrar, verificar, llenar y validar datos meteorológicos históricos y actuales de manera automática.</p> <p>Generación de información histórica de precipitación y temperatura (media, mínima y máxima) del periodo 1985 – 2015, combinando datos observados, datos satelitales y datos de reanálisis.</p> <p>Cálculo de patrones atmosféricos (observados y modelados) y sus cambios espaciales y temporales.</p> <p>Cálculo de los cambios esperados de precipitación y temperaturas para el periodo 2020 – 2050 para los percentiles 5, 10, 90 y 95.</p> <p>Generación de las proyecciones climáticas 2020–2050 relativa a los parámetros de precipitación total y temperatura (media, máxima y mínima) con los resultados de la fase 6 del <i>Coupled Model Intercomparison Project</i> (CMIP6) y basado en un análisis de cambios de frecuencia y patrones especiales de regímenes de circulación atmosférica, con una resolución especial de 10 km y temporal diaria.</p> <p>Generación de extremos climáticos a partir de cambios en parámetros estadísticos asociados a los escenarios de precipitación y temperatura (2020–2050).</p> <p>Generación de las proyecciones oceánicas futuras 2020–2050.</p> <p>Diseño e implementación de un modelo numérico (hidrodinámico de inundación) para la reproducción de los fenómenos de transformación y rebase del oleaje sobre el litoral ecuatoriano para el Instituto Oceanográfico y Antártico del Armada del Ecuador (INOCAR). Como parte de este proceso, se analizó los datos históricos del aumento de la temperatura superficial del mar, incremento del nivel del mar, acidificación oceánica y cambio del oxígeno en mares y océanos del Ecuador (incluyendo Galápagos).</p> <p>Generación de insumos técnicos claves para la realización de análisis de riesgo climático en los seis sectores priorizados para la adaptación*.</p> <p>Análisis de riesgo climático sectoriales con base a la modelación biofísica de impactos del cambio climático y uso de las nuevas proyecciones climáticas 2020–2050*.</p> <p>Generación de áreas homogéneas con condiciones similares de degradación (físicas, ambientales y socioeconómicas) para la gestión de prácticas de conservación y recuperación del suelo (rural y de producción), bajo un contexto de cambio climático.</p> <p>El Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), con el financiamiento de la Unión Europea (UE) ejecutó el proyecto “Acción Provincial frente al Cambio Climático (APROCC)”, donde se generaron diagnósticos y estrategias provinciales de cambio climático para promover la generación e implementación de políticas públicas y acciones de adaptación y mitigación al cambio climático de los GAD Provinciales (CONGOPE, 2020a, 2020b)*.</p>	Medidas de adaptación  (identificación y diseño de medidas de adaptación al cambio climático para su posterior implementación)	<p>Guías para la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en planes de desarrollo (nacional y locales).</p> <p>COA y RCOA donde se establece la importancia del PNA como instrumento clave para la gestión de la adaptación al cambio climático en Ecuador.</p> <p>Generación de la Primera Comunicación de Adaptación e incorporación como componente de la Primera NDC y su Plan de Implementación*.</p> <p>Acuerdo Ministerial 017 del MAATE con los lineamientos para formulación, seguimiento, evaluación y actualización de los instrumentos de gestión al cambio climático (entre ellos: ENCC, PNA y NDC).</p> <p>Indicador de Vulnerabilidad del Plan Nacional de Desarrollo.</p> <p>Desarrollo de la metodología, mecanismos de coordinación y procedimientos para la formulación, aprobación, implementación, seguimiento, evaluación y actualización del Plan Nacional de Adaptación*.</p> <p>Consolidación del Grupo de Trabajo de Proyecciones Climáticas (GTPC)*.</p> <p>Conformación de seis Grupos Sectoriales de Trabajo (GST) con representantes bajo el siguiente esquema: ministerios sectoriales vinculados, MAATE, institutos públicos de investigación, cooperación internacional/agencias de Naciones Unidas, ONG y/u otros actores de la sociedad civil, universidades y especialistas sectoriales independientes*.</p> <p>Generación de las condiciones necesarias para la acreditación del Laboratorio de Metrología Hidrológica y Meteorológica (LABMETHM) del INAMHI (con base en la norma INEN – ISO/IEC 17025:2018).</p> <p>Caja de herramientas para incorporar lineamientos de cambio climático en la planificación territorial*.</p> <p>Base de datos de buenas prácticas y lecciones aprendidas de iniciativas de adaptación al cambio climático con enfoque de género (disponible en la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de Ecuador) *.</p>
Gobernanza  (marco normativo e institucional, incorporación de lineamientos de cambio climático y criterios de adaptación en planes de desarrollo, y mecanismos de coordinación del PNA)	<p>Constitución de la República del Ecuador del 2008, estableciendo a la adaptación como pilar importante para hacer frente al cambio climático.</p> <p>Decretos Ejecutivos 2009, 2010 y 2017, que declaran a la adaptación al cambio climático como política de Estado.</p> <p>Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012–2025, que establece las directrices para la gestión del cambio climático, sectores priorizados y enfoques transversales para la adaptación.</p> <p>Suscripción del Marco de Sendai (en 2015) para la reducción del riesgo de desastres.</p> <p>Suscripción (desde 2016) del Acuerdo de París bajo la CMNUCC.</p> <p>Adopción (desde 2018) de la Agenda 2030 y los ODS como política de Estado.</p>	Construcción y fortalecimiento de capacidades  (capacitaciones sobre proyecciones climáticas y gestión de la adaptación con enfoque de género e intergeneracional; y, generación de conocimiento mediante líneas de investigación científica)	<p>Metodología participativa para la identificación y priorización de medidas/metas de adaptación al cambio climático*.</p> <p>Lineamientos para la formulación de perfiles y diseño final de medidas de adaptación al cambio climático.</p> <p>Portafolio sectorial de medidas de adaptación al cambio climático del PI-NDC y de los Análisis de Riesgo Climático*.</p> <p>Capacitación al GTPC (36 especialistas: técnicos, académicos e investigadores) en las metodologías, técnicas, datos, avances, resultados y lecciones aprendidas del proceso de las proyecciones climáticas*.</p> <p>Desarrollo y aprobación por el Consejo de Educación Superior (CES) del programa internacional de educación superior (Máster en Cambio Climático, Agricultura y Desarrollo rural Sostenible) en la Universidad Regional Amazónica IKIAM*.</p> <p>Capacitación al personal del INAMHI (12 personas de laboratorios: LABMETHM, LANCAS, Dirección de Red de Observación), encaminado al cumplimiento de los requerimientos de la norma ISO17025:2018 para alcanzar la acreditación del LABMETH. Las capacitaciones se realizaron en cinco temáticas (metrología básica, estimación de la incertidumbre, validación de métodos, NTE INEN ISO IEC 17025:2018, e ISO 19011 Directrices para Auditoría) con una duración total de 88 horas*.</p>

Línea general	Descripción del entorno favorable para la adaptación	Línea general	Descripción del entorno favorable para la adaptación
	<p>Capacitación al personal técnico (28 participantes con una duración de 57 horas) del INOCAR en el manejo e interpretación de las salidas del modelo numérico (hidrodinámico de inundación) para la reproducción de los fenómenos de transformación y rebase del oleaje sobre el litoral ecuatoriano*.</p> <p>Capacitación sobre la caja de herramientas para la integración de criterios de cambio climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (1000 participantes aprox., 42,86 % mujeres y 57,14 % hombres) *.</p> <p>Capacitación sobre clima futuro (24 participantes, 25 % mujeres y 75 % hombres) *.</p> <p>Capacitación sobre Adaptación al Cambio Climático con enfoque de género (30 participantes, 76,67 % mujeres y 23,33 % hombres) *.</p> <p>Clases magistrales para el concurso de cuentos "Semillas del Cambio" (8 participantes, 75 % mujeres y 25 % hombres) *.</p> <p>Curso virtual sobre MOCC (Massive Online Open Courses) de Manejo Integral del Fuego (198 participantes, 32,32 % mujeres y 67,68 % hombres) *.</p> <p>Cursos virtuales de capacitación en diferentes temáticas relacionadas con la adaptación al cambio climático. A la fecha, están disponibles en la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de Ecuador cinco cursos: (i) clases magistrales, concurso de cuentos "Semillas del Cambio"; (ii) curso de huella de carbono; (iii) caja de herramientas para niños, niñas y jóvenes: guardianas del clima; (iv) curso MOOC sobre manejo integral del fuego (MIF) y cambio climático; y, (v) curso sobre la caja de herramientas para incorporar el enfoque de cambio climático en la planificación territorial*.</p> <p>Repositorio digital sobre información técnica generada por las diferentes iniciativas vinculadas con la gestión de la adaptación al cambio climático en el país (disponible en la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de Ecuador) *.</p> <p>Identificación y priorización de las líneas de trabajo para la Agenda de Investigación de Cambio Climático (proceso participativo con 66,67 % mujeres y 33,33 % hombres) *.</p> <p>Fortalecimiento de capacidades (superior a 1.000 personas) a personal técnico de los GAD y otros técnicos nacionales, en la gestión de la adaptación y la incorporación de lineamientos de cambio climático en la planificación territorial*.</p>	<p>Wiki de adaptación al cambio climático y género (disponible en la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de Ecuador) para fortalecer las capacidades de los actores vinculados con la gestión de la adaptación al cambio climático para diseñar e implementar acciones de adaptación sensibles al género, y guiar el proceso de implementación*.</p> <p>Generación de los lineamientos metodológicos para la incorporación del enfoque de género en iniciativas, acciones y productos desarrollados por el Proyecto PLANACC, y en programas/proyectos de adaptación al cambio climático*.</p> <p>Generación de los lineamientos de adaptación al cambio climático para la gestión de riesgos de desastres provocados por amenazas hidrometeorológicas (considerado como un aspecto clave en la ENCC y la NDC del Ecuador) que afectan a asentamientos humanos. Además de los lineamientos, se generó un plan piloto para su aplicación*.</p> <p>Guía para la sistematización de buenas prácticas y lecciones aprendidas de iniciativas de adaptación con enfoque de género*.</p> <p>Conformación de la mesa técnica de género y cambio climático*.</p> <p>Análisis y definición de acciones para la gestión de la movilidad humana, desarrollo sostenible y cambio climático.</p> <p>Caja de herramientas de capacitación de género y cambio climático*.</p>	
Difusión y socialización de la adaptación (compilación de información de adaptación a nivel nacional mediante la plataforma digital que incluye información académica, cursos virtuales y resultados del proyecto PLANACC)	<p>Lanzamiento de la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de Ecuador (<a href="https://www.adaptacioncc.com/">https://www.adaptacioncc.com/</a>) como medio digital para socializar los avances y resultados alcanzados a lo largo del tiempo, en materia adaptativa. Posibilita la interacción con otros actores interesados y permite descargar información relevante sobre acciones de adaptación que implementa el Ecuador (como los avances, acciones y resultados del Proyecto PLANACC) *.</p> <p>Desarrollo de la Plataforma S-PRACC para socializar los procesos de información climática del país (proyecciones climáticas, medidas de adaptación e indicador de vulnerabilidad).</p>	<p>Financiamiento, réplica, escalamiento y sostenibilidad de la adaptación (insumos técnicos que proporcionan la información base para la formulación de proyectos y obtención de financiamiento climático)</p>	Desarrollo de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (EFIC), la cual permite fortalecer y ampliar la formulación y ejecución de proyectos de mitigación y/o adaptación al cambio climático, y conocer la dinámica del financiamiento climático (incluyente y con enfoque participativo) durante los próximos 10 años (hasta el 2030) (MAAE y MEF, 2021).

\*Estas acciones incluyen enfoque de género

\*\*Se incorpora una sección exclusiva para visibilizar acciones específicas vinculadas con la adaptación al cambio climático y el enfoque de género

## 1.5.2. Medidas, programas y proyectos de adaptación desarrollados

En el desarrollo del componente de adaptación de la NDC y su PI de la NDC, se realizó un mapeo de experiencias gubernamentales y de cooperación (herramientas; proyectos; programas; instrumentos legales, políticos y de gestión), que entre 2015 a 2022 incluyeron (directa o indirectamente) la adaptación al cambio climático. El mapeo de dichas experiencias se realizó para los sectores priorizados considerando información primaria (consulta con especialistas sectoriales y en adaptación al cambio climático) y secundaria (informes sectoriales del componente de adaptación de

la NDC, matrices de trazabilidad generadas para el componente de adaptación del Plan de Implementación de la NDC y bibliografía de documentos técnicos/oficiales de los distintos sectores).

Con ello, se identificaron un total de 100 experiencias (Figura 2), de las cuales, 40 han considerado directamente la adaptación al cambio climático y 60 tienen el potencial de incluirla. Según el tipo de experiencia, la mayor parte son instrumentos de gestión (38), instrumentos de política (23) y proyectos (28). Por el alcance:

- (i) nacional: 38 experiencias;
- (ii) nacional y local: 31 iniciativas;
- y, (iii) local: 31 experiencias.

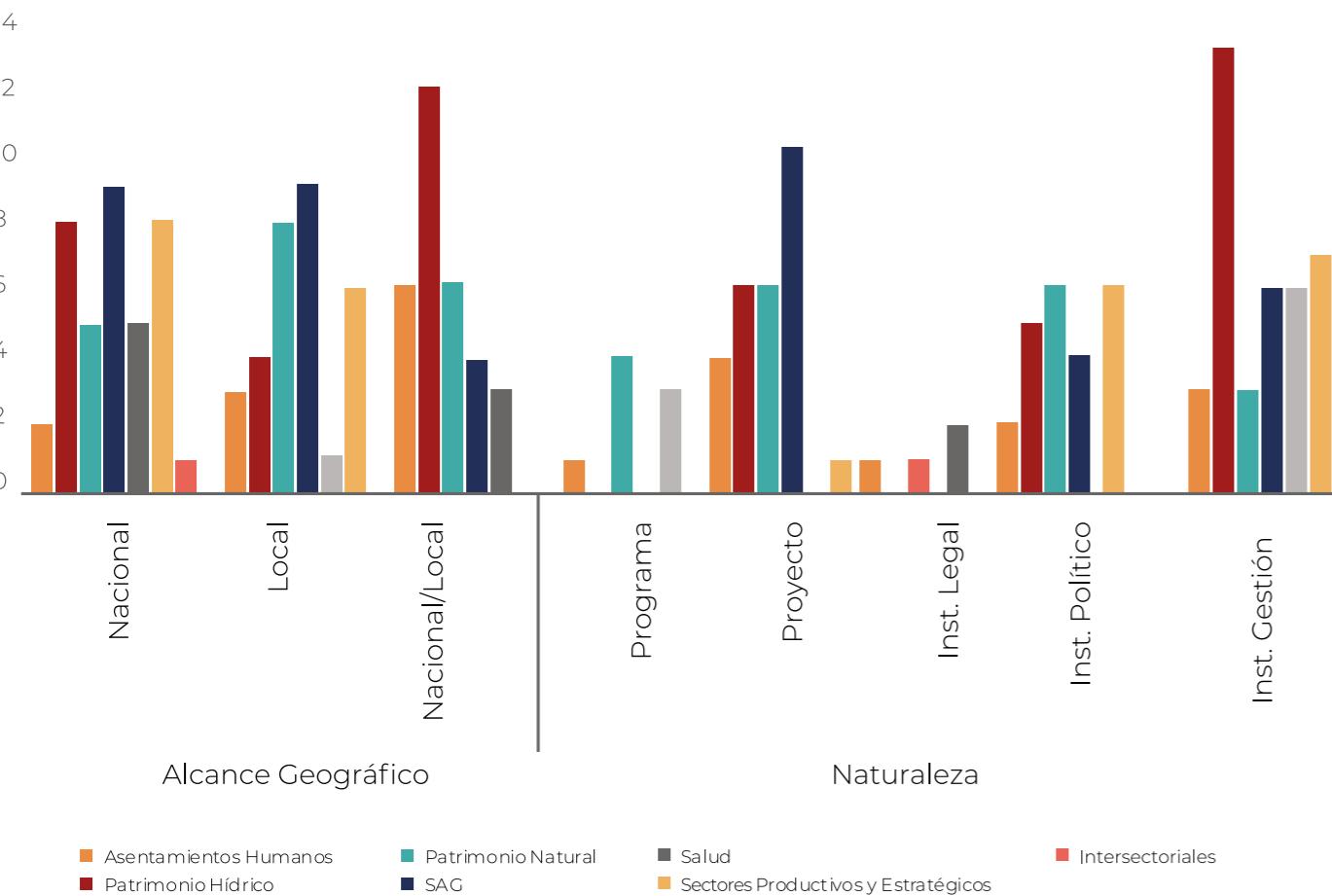


Figura 2. Análisis general del mapeo de experiencias de los sectores priorizados para la adaptación, durante el periodo 2015–2020 en Ecuador



Parroquia San Sebastián de Yuluc, cantón Saraguro, provincia de Loja, medida de adaptación al cambio climático de Sistema de Riego por goteo – Proyecto FORECCSA

## 1.6. Marco Conceptual del PNA

### 1.6.1. Riesgo climático

El IPCC, en la contribución del Grupo de Trabajo I al ciclo AR6, define al cambio climático como un “cambio en el estado del clima que puede identificarse (mediante análisis estadístico) mediante la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un periodo de tiempo prolongado (típicamente décadas o más)”. El cambio climático puede resultar de “procesos naturales propios del sistema climático o por forzamientos externos”, principalmente por cambios antropogénicos, cuya influencia “puede persistir en la composición de la atmósfera y el uso de la tierra” (IPCC, 2021a, p. 19).

Reconociendo que el cambio climático es un fenómeno real, es imperante precisar que tanto sus causas como sus efectos no están asociadas únicamente con factores climáticos, sino también a las dinámicas económicas, sociales, políticas, etc.

Por estas complejas interrelaciones a nivel sistémico, el IPCC en la contribución del Grupo de Trabajo II al AR6 denominado: “Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”, reconoce “la interdependencia del clima, ecosistemas y biodiversidad, y las sociedades humanas, e integra con mayor fuerza el conocimiento de las ciencias naturales, ecológicas, sociales y económicas”. Además, la “evaluación de los impactos y riesgos del cambio climático, así como la adaptación” se comparan con factores no climáticos de tendencia mundial como: “pérdida de biodiversidad, consumo general insostenible de los recursos naturales, degra-

dación de la tierra y ecosistemas, rápida urbanización, cambios demográficos humanos, desigualdades sociales y económicas, y pandemias" (IPCC, 2022a, p. 2).

Con ello, se define al riesgo climático como "el potencial de efectos adversos para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos asociados con tales sistemas". Los aportes de los Grupos de Trabajo del IPCC consideran que el riesgo "proporciona un marco referencial para comprender los impactos cada vez más graves, interconectados y a menudo irreversibles del cambio climático en los ecosistemas, la biodiversidad y los sistemas humanos; y, cómo reducir mejor las consecuencias adversas para las generaciones actuales y futuras". Como se puede observar en la Figura 3, dichas interacciones "son la base de riesgos emergentes al cambio climático, la degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad, y al mismo tiempo, ofrecen oportunidades para el futuro" (IPCC, 2022, p. 4 y 5).

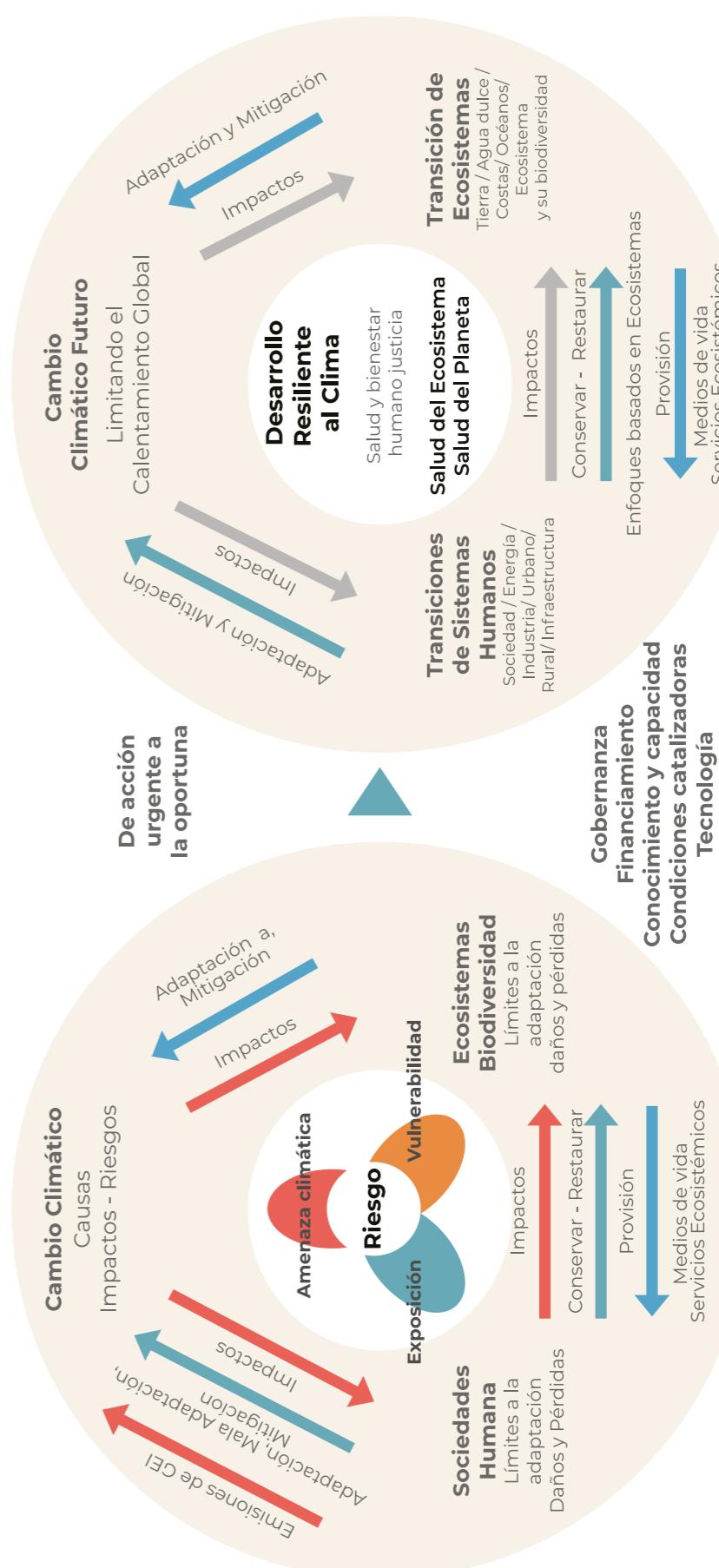
En la Figura 3, a la izquierda<sup>6</sup> (a) se muestra que las "amenazas, exposición y vulnerabilidad"<sup>7</sup> generan impactos y riesgos que pueden sobrepasar los límites de adaptación y resultar en pérdidas y daños". Estos tres factores, "pueden estar sujetos a incertidumbres por magnitud y probabilidad de ocurrencia, pueden cambiar por aspectos sociales, económicos y políticos", generándose sinergias entre el cambio climático y el uso insostenible de los recursos naturales, la destrucción del hábitat, la creciente urbanización y la inequidad (IPCC, 2022b).

Además, se muestra que la "sociedad humana puede adaptarse, adaptarse mal y mitigar el cambio climático, los ecosistemas pueden adaptarse y mitigar dentro de ciertos límites" y además "proporcionan medios de subsistencia y servicios ecosistémicos". Considerando las "respuestas climáticas (adaptación y mitigación)", los "riesgos se derivan de la posibilidad de que dichas respuestas no logren los objetivos previstos, como incertidumbres en la implementación de acciones, eficacia de la política climática, inversiones vinculadas con el clima, o el desarrollo/adopción de tecnologías" (IPCC, 2021a, p. 59, 2022, p. 4).

A la derecha<sup>8</sup> de la Figura 3b, se muestran la forma en la que los sistemas humanos y ecosistemas "deben avanzar hacia un desarrollo resiliente al clima, reconociendo que el fortalecimiento de las acciones de adaptación y mitigación pueden contribuir a transiciones que reduzcan el riesgo climático". El establecimiento e implementación de estas acciones "están habilitadas por una gobernanza inclusiva, recursos humanos y tecnológicos adecuados y apropiados, información, capacidades y financiación". Por lo tanto, las decisiones y acciones que la sociedad implemente en la próxima década determinarán la medida en que las trayectorias de desarrollo que integran la mitigación y adaptación, generarán un mayor o menor desarrollo resiliente al clima (IPCC, 2022a).

Bajo este contexto, son imperantes los análisis de riesgo climático ("estimación científica cualitativa y/o cuantitativa de los riesgos"), y se deben realizar a través de la evaluación de información climática ("sobre

#### A) PRINCIPALES INTERACCIONES Y TENDENCIAS



6 Los colores de las flechas representan las interacciones principales de la sociedad humana (azul), las interacciones del ecosistema (incluyendo biodiversidad) (verde) y los impactos del cambio climático y las actividades humanas, incluidas las pérdidas y los daños bajo un cambio climático continuo (rojo) (IPCC, 2022b, p. 4).

7 En detalle, la amenaza se define como la "ocurrencia potencial de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios, los ecosistemas y los recursos ambientales". La exposición, tiene que ver con la "presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente"; mientras que, la vulnerabilidad es la "propensión o predisposición a verse afectado adversamente. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos y elementos, incluida la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente y adaptarse" (IPCC, 2021a, p. 2233, 2229, 2253).

8 "Los colores de las flechas representan las interacciones del sistema humano (azul), las interacciones del ecosistemas (incluyendo biodiversidad) (verde) y los impactos reducidos del cambio climático y las actividades humanas (gris)" (IPCC, 2022b, p. 4).

Figura 3. Representación gráfica del riesgo climático y la interacción entre los sistemas: climático, ecosistemas (que incluye biodiversidad) y humano. Adaptado de: IPCC (2022b, p. 4)

## **Los sistemas humanos y ecosistemas “deben avanzar hacia un desarrollo resiliente al clima, reconociendo que el fortalecimiento de las acciones de adaptación y mitigación pueden contribuir a transiciones que reduzcan el riesgo climático”.**

el estado pasado, actual o futuro del sistema climático que sea relevante para la adaptación”), mediante modelos que permitan “representar cualitativa o cuantitativamente el sistema climático, con base en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, interacciones y procesos de realimentación”, y haciendo uso de proyecciones climáticas que permitan conocer “la respuesta simulada del sistema climático ante un escenario de futuras emisiones o concentraciones de GEI, aerosoles y cambios en el uso del suelo, que generalmente se derivan de los modelos climáticos” (IPCC, 2021a, p. 21).

La “información climática permite determinar cómo responde el sistema climático a la interacción entre la influencia humana, los impulsores naturales y la vulnerabilidad interna”. Con base en ello, el IPCC reconoce la importancia de planificar la adaptación con base al conocimiento del “riesgo climático, la respuesta climática y la gama de posibles resultados o impactos”, insumos importantes para una adecuada planificación de la adaptación (IPCC, 2021b, p. 41).

### **1.6.2. Adaptación al cambio climático**

Las proyecciones y modelaciones climáticas, análisis del riesgo climático y los contextos ambientales, sociales, económicos y políticos, es información base que permite identificar, desarrollar, implementar y evaluar acciones para proteger vidas, conservar ecosistemas, generar resiliencia, y prevenir pérdidas y daños que, con una adecuada planificación, pueden ser

evitadas. Con ello, las “respuestas de adaptación” están asociadas con las acciones de adaptación que se puedan implementar, y que de acuerdo con la Figura 3, puedan tener una influencia (directa o indirecta), sobre la exposición, vulnerabilidad y riesgo climático.

En este sentido, el IPCC define a la adaptación como “proceso de ajuste (de los sistemas sociales y naturales) al clima real o esperado y sus efectos, con el fin de moderar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas”. En los sistemas humanos, se define como el “proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas”. En los sistemas naturales, es el “proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar esto” (IPCC, 2021a, p.74). Reconocer los aspectos negativos y positivos del cambio climático, es importante para establecer “opciones de adaptación”, consideradas como “las estrategias y medidas que están disponibles y son apropiadas para abordar la adaptación, considerando una amplia gama de acciones que pueden categorizarse como estructurales, institucionales, ecológicas o conductuales” (IPCC, 2021a, p. 10).

Se incluye también que la clasificación de la adaptación puede ser gradual o transformativa. La adaptación gradual, es aquella que “mantiene la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada”; mientras que, la adaptación transformativa “cambia los atributos fundamentales de un sistema socio ecológico en previsión del cambio climático



Parroquia Lluzhapa, cantón Saraguro, provincia de Loja, medida de adaptación al cambio climático de riego parcelario – Proyecto FORECSA

y sus impactos”. Así mismo, la adaptación está sujeta a límites de adaptación que consisten en “el punto en el que los objetivos de un agente (o las necesidades de un sistema) no pueden asegurarse frente a los riesgos intolerables mediante medidas de adaptación”. Estos pueden ser: (i) Límite estricto de la adaptación, que “no se pueden adoptar medidas de adaptación para evitar riesgos intolerables”; y, (ii) Límite suave de la adaptación, que “actualmente no se dispone de opciones para evitar riesgos intolerables mediante medidas de adaptación” (IPCC, 2021a, p.74).

La implementación de estrategias y medidas de adaptación depende de la capacidad y eficacia de los procesos de gobernanza y toma de decisiones. Al no ejecutarse así, se pueden generar respuestas de mala adaptación al cambio climático que conducen a bloqueos de vulnerabilidad, aumentando la exposición a los riesgos principalmente de los grupos marginados

y vulnerables (pueblos indígenas, minorías étnicas, hogares de bajos ingresos, asentamientos informales), y exacerbando las desigualdades existentes. La mala adaptación se puede evitar a través de iniciativas de planificación flexible e inclusiva, informadas por los valores culturales, conocimiento indígena, local y científico. También se minimiza mediante la planificación a largo plazo de acciones de adaptación que beneficien a diferentes sectores y sistemas (IPCC, 2022b).

La operatividad de las opciones de adaptación permite fortalecer la respuesta ante el cambio climático, incrementando su capacidad adaptativa (definida como la “habilidad de los sistemas, instituciones, personas y otros, para adaptarse al daño potencial, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias”) y fortaleciendo la resiliencia (“capacidad de los sistemas sociales, económicos y naturales in-

terconectados para hacer frente a un evento, tendencia o perturbación, respondiendo o reorganizándose de tal manera que mantenga su función, identidad y estructura"). Esta última, es considerada como "un atributo positivo cuando mantiene la capacidad adaptativa, aprendizaje y/o transformación" (IPCC, 2021a, p. 10, 58).

### 1.6.3. Gobernanza climática para la adaptación

La adaptación al cambio climático ha venido ganando espacio y es considerado como un componente clave para la planificación del desarrollo. A raíz de ello, en la COP17 se reconoció que las Partes pueden analizar el riesgo climático, evaluar las vulnerabilidades y abordar las respuestas climáticas mediante la planificación nacional de la adaptación (y su integración en políticas, programas, proyectos), para disminuir el riesgo y la climático favoreciendo la capacidad adaptativa y resiliencia de los sistemas a escala nacional, local y sectorial (LEG, 2012b).

La planificación de la adaptación, al ser un proceso continuo y paulatino (basado en las prioridades para el desarrollo y considerando las realidades ambientales, sociales, económicas y políticas), promueve avanzar hacia una gobernanza, la cual es definida por el IPCC como "las estructuras, procesos y acciones a través de los cuales los actores públicos y privados interactúan para abordar los objetivos de la sociedad, lo que incluye, instituciones formales e informales, normas, reglas, leyes, procedimientos asociados para decidir, administrar, implementar y monitorear políticas y medidas en cualquier escala geográfica o política". Con base en ello, se resaltan dos tipos de gobernanza: climática ("estructuras, procesos y acciones a través de las cuales los actores públicos y privados buscan mitigar y adaptarse al cambio climático"); y, adaptativa ("adaptarse a condiciones cambiantes, como el cambio climático, a través de interacciones que buscan mantener un estado deseado en un sistema socio ecológico") (IPCC, 2022b, p. 11, 2022a, p. 21).

Desde esa perspectiva, un mecanismo de coordinación interinstitucional sienta las bases para el buen funcionamiento de un sistema de gobernanza climática para la planificación de la adaptación al cambio climático, y consiste en un proceso mediante el cual distintos actores y sectores involucrados se articulan y colaboran para cumplir un objetivo desde diferentes esferas, de acuerdo con la intensidad que la coordinación de la política lo amerite y que puede alcanzar distintos niveles: comunicación, cooperación, coordinación y colaboración (Leyton et al., 2017).

Ahora bien, la coordinación y la articulación dentro de la política de adaptación al cambio climático no se limita únicamente a un tema ambiental, pues sus implicaciones tienen un ámbito nacional que involucra a todo el estado, por tanto, su gestión no se ajusta a un único portafolio ministerial, sino que involucra iniciativas en muchas áreas clave (Meadowcroft, 2009), se extiende a través de fronteras y jurisdicciones, y depende de la capacidad de acción de actores gubernamentales y no gubernamentales (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018). Ello convierte a la adaptación en un aspecto integral que exige la implementación de mecanismos de coordinación interinstitucionales que ayuden a articular la toma de decisiones para minimizar inconsistencias, maximizar el alineamiento de los objetivos sectoriales, reducir el potencial de conflictos, entre otros.

En el último informe del IPCC (2022a), se reconoce la integralidad en las diversas formas de conocimiento (científico, indígena y local), para comprender y evaluar los procesos de adaptación climática y las acciones para reducir los riesgos del cambio climático. El mismo destaca que las soluciones de adaptación son efectivas y factibles cuando se ajustan a los principios de justicia. El término justicia climática, incluye tres fundamentos: "i) justicia distributiva, que se refiere a la asignación de cargas y beneficios entre individuos, naciones y generaciones; ii) la justicia procesal, que se refiere a quién decide y participa en la toma de deci-



Cantón Saraguro, Provincia de Loja – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

siones; y, iii) el reconocimiento, que implica un respeto básico y un compromiso sólido y una consideración justa de las diversas culturas y perspectivas" (IPCC, 2022b, p. 8). De esta manera, para lograr la justicia climática y de género, es necesario que las iniciativas de justicia climática contengan esfuerzos explícitos que aborden las desigualdades multidimensionales (en el acceso a los recursos, activos y servicios, la participación en la toma de decisiones de manera inclusiva y liderazgo) como parte de la adaptación al cambio climático (IPCC, 2022a).

Reconociendo la necesidad (cada vez más urgente) de adaptarse al cambio climático, es importante que la gestión y planificación de la adaptación se cristalicen a través del Plan Nacional de Adaptación. El PNA es responsabilidad de cada uno de los países que forman parte de la CMNUCC y que han suscrito el Acuerdo de París. Mediante este instrumento, se busca atender los puntos débiles de los países, evaluando las necesidades de adaptación (en el corto, mediano y largo plazo) a la par de las necesidades de desarro-

llo que presentan vulnerabilidad y riesgo al cambio climático (LEG, 2012a). En otras palabras, se busca la adaptación, contemplando la construcción de mecanismos de coordinación institucionales, ya que son necesidades identificadas por los países para la implementación de sus NDC y PNA (UNDP, 2016).

Por esta razón, el Plan Nacional de Adaptación está concebido como una herramienta política que permite orientar la gestión de la adaptación, ya que incluye los lineamientos necesarios para la toma de decisiones y el fortalecimiento de capacidades para implementar medidas estratégicas para la obtención de resultados viables a la realidad nacional, local y sectorial (LEG, 2012b).

# PROCESO METODOLÓGICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PNA

## 2.1. Proceso Metodológico para la Formulación y Aprobación del PNA

Conforme se establece en el marco normativo del Ecuador (principalmente la ENCC, COA, RCOA y el Acuerdo Ministerial 017), el PNA es un instrumento de política de Cambio Climático coordinado y liderado por el MAATE en su calidad de



Autoridad Ambiental Nacional que en conjunto con el CICC tiene como mandato "coordinar la ejecución integral de las políticas nacionales pertinentes al cambio climático"(CICC, 2019).

Es importante destacar la creación del CICC, el cual busca asegurar el carácter transversal que tiene la adaptación al cambio climático en los distintos sectores priorizados y hacer operativo su accionar a través de grupos de trabajo específicos con la finalidad de armonizar la adaptación en cada una de las agendas sectoriales relevantes (MAE, 2012). Entre las principales

atribuciones del Comité están: aprobar el PNA; revisar informes de implementación y realizar evaluaciones de los instrumentos de cambio climático; coordinar la ejecución integral de las políticas nacionales de cambio climático; promover y solicitar investigaciones, estudios e insumos técnicos y legales para la aplicación de los mecanismos de adaptación; impulsar actividades de fortalecimiento de capacidades y difusión, con la participación pública, privada, comunitaria y de la sociedad civil, a nivel nacional e internacional; entre otras (CICC, 2019).

Este marco normativo también sustenta las etapas de formulación y aprobación del PNA (ver Anexo 1) estableciendo los lineamientos generales a seguir para garantizar el éxito en la gestión de la adaptación. Además, señala los contenidos mínimos a ser incluidos,

las disposiciones de aplicación obligatorias relativas al Plan y los componentes transversales a ser incorporados. La aplicación de los lineamientos mencionados para la construcción del PNA se sistematizan a continuación en la Figura 4.

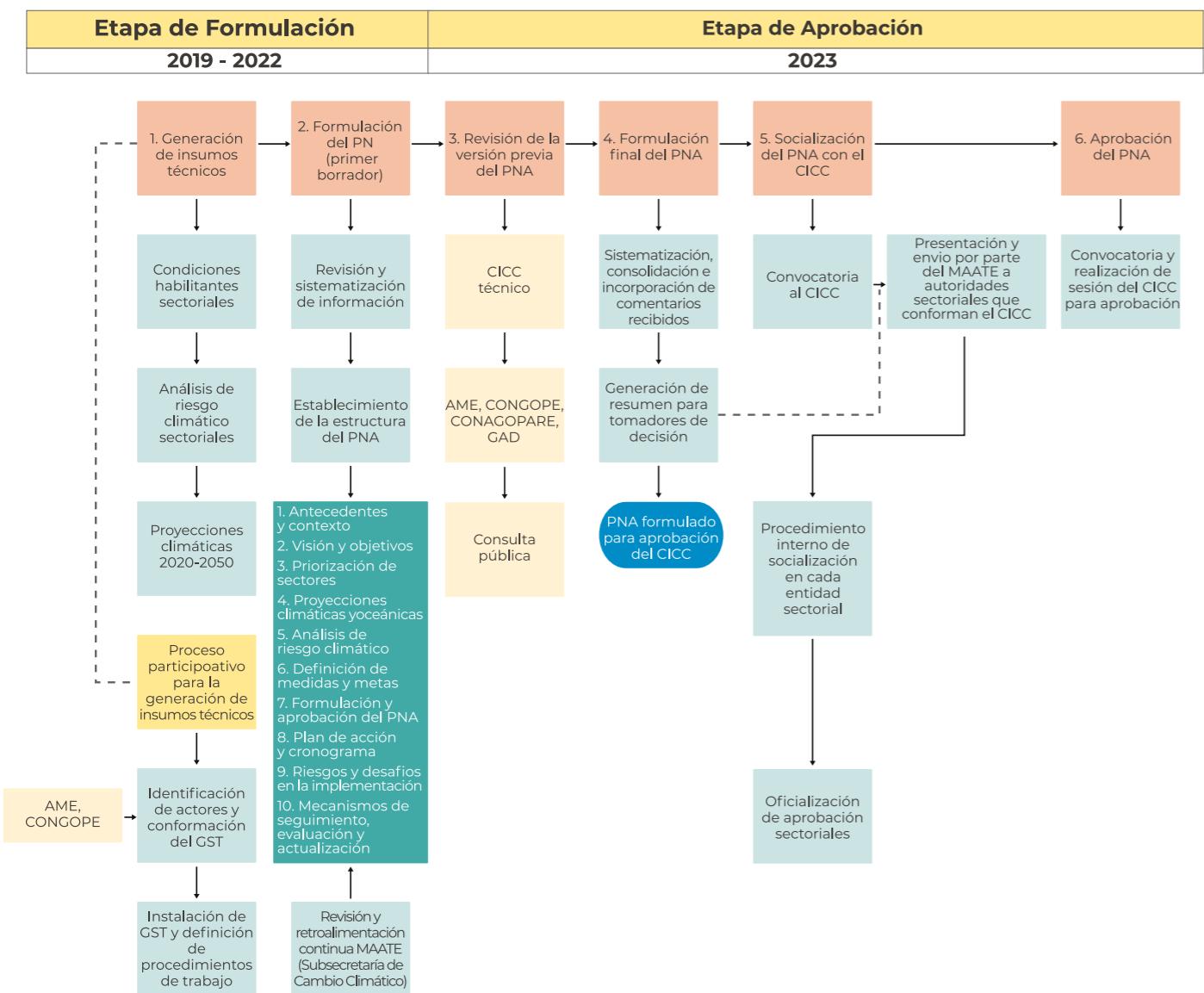


Figura 4. Procedimientos, pasos y línea del tiempo de la formulación y aprobación del PNA del Ecuador

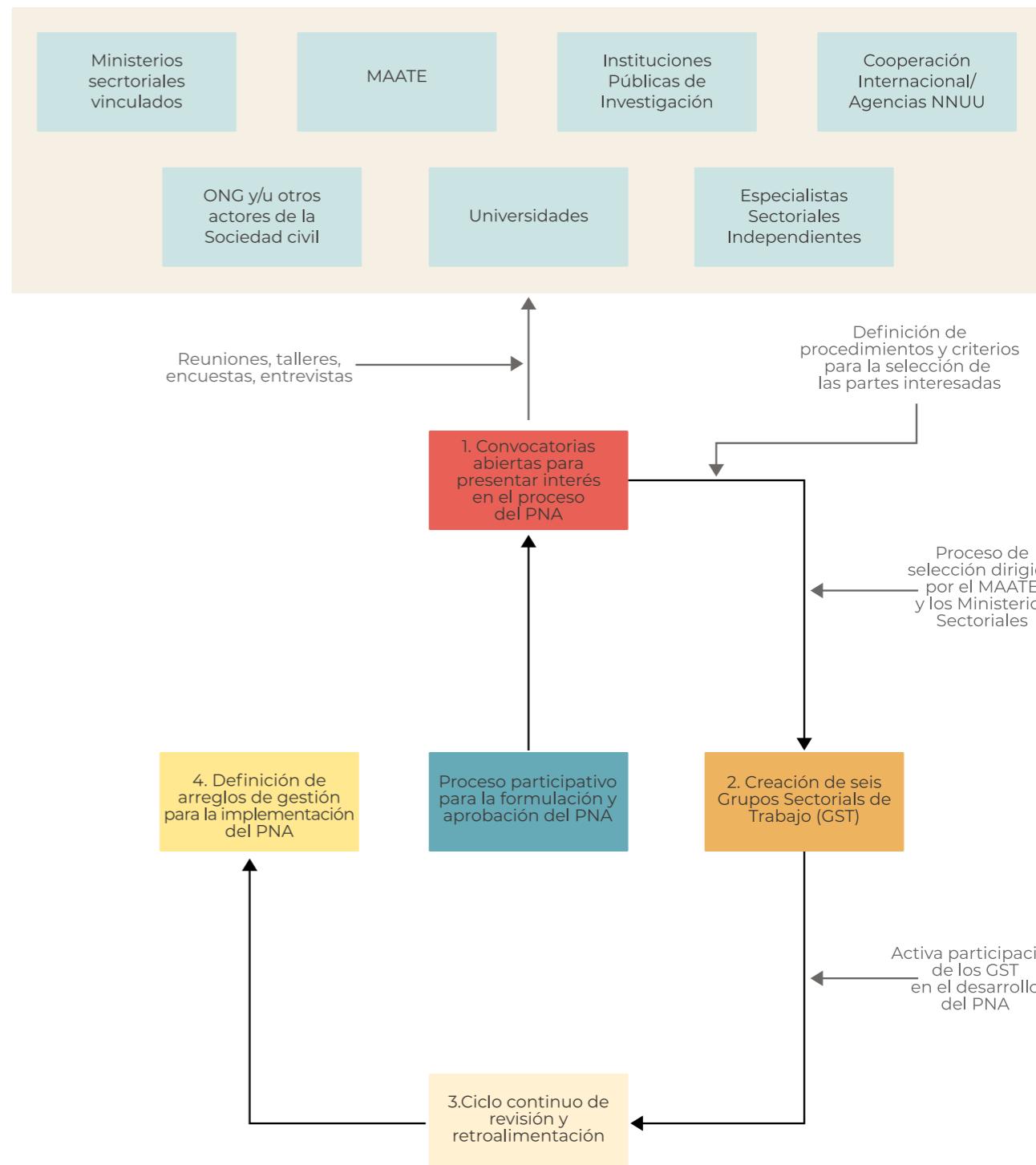


Figura 5. Esquema para la conformación y participación de los GST

Los lineamientos metodológicos aplicados en la formulación y aprobación del PNA, estuvieron basados en un proceso técnico y altamente participativo, cuyos insumos y elementos preparatorios permitieron generar una base de conocimientos para este primer Plan, información importante que permitió arrancar con el proceso participativo de actores relevantes, así como la priorización y delimitación de áreas o territorios con mayor potencial de sufrir daños frente a distintas amenazas climáticas y que, por tanto, requieren la implementación de medidas de adaptación.

## 2.2. Proceso Participativo para la Formulación y Aprobación del PNA

Las condiciones habilitantes generadas por el Ecuador y desarrolladas de manera participativa, estuvieron relacionadas directamente con el fortalecimiento de capacidades y socialización de las acciones de adaptación a actores clave, constituyéndose en un pilar fundamental y paso previo para lograr el empoderamiento del PNA.

Por esta razón, la formulación y aprobación del PNA se caracterizó por incluir de forma transversal, un proceso participativo y sensible al género en todos los niveles. Se hizo uso de todos los mecanismos y órganos existentes para contar con una amplia participación de actores. Con ello, la etapa de formulación del PNA se desarrolló con base a dos fases.

La primera fase permitió la generación de elementos preparatorios e insumos técnicos, y la versión inicial del Plan Nacional de Adaptación. Esta fase tuvo la contribución fundamental de los Grupos Sectoriales de Trabajo (GST – conformados principalmente para los primeros pasos de la formulación del Plan, y cuyo proceso se muestra en la Figura 5). El funcionamiento de los GST<sup>9</sup> se dio a través de reuniones bilaterales, entrevistas, encuestas y/o reuniones grupales y talleres que facilitaron la comunicación, el diálogo y la coordinación, y que promovieron la representatividad y la inclusión dentro de revisión y validación del Plan, siempre en el marco de los recursos técnicos, financieros y del periodo de tiempo. La SCC del MAATE (como Secretaría Técnica del CICC) coordinó y dio seguimiento al trabajo de cada GST.

La segunda fase de la etapa de formulación del Plan, se caracterizó por incluir de forma transversal, un proceso participativo y sensible al género en todos los niveles. Para este proceso, se convocó a todas las entidades y órganos sectoriales para contar con una amplia participación de actores. Las capacitaciones, talleres y cursos ejecutados, y el número de participantes desagregado por género se muestran a continuación, en el Cuadro 4.

**La primera fase permitió la generación de elementos preparatorios e insumos técnicos, y la versión inicial del Plan Nacional de Adaptación.**

Cuadro 4. Lista de capacitaciones, talleres y cursos implementados durante la formulación del PNA

Tipo de actividad	Actividad/tema	Número total de participantes	Número de participantes mujeres	Número de participantes hombres
Capacitaciones	Caja de herramientas para la integración de criterios de cambio climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial	1.000	300	700
	Clima futuro	24	6	18
	ACC con enfoque de género	30	23	7
	Clases magistrales para el concurso de cuentos "Semillas del Cambio"	8	6	2
Talleres para levantamiento de información y aportes para la construcción del PNA	Talleres metodológicos análisis de riesgo climático	80	34	46
	Talleres de resultados de análisis de riesgo climático	337	147	190
	PI-NDC	219	109	110
	Taller para la identificación de necesidades de ACC con enfoque de género (Sto. Domingo)	40	16	24
	Taller de retroalimentación de perfiles de medidas de ACC y diseño final	24	11	13
	Taller avances PNA	25	10	15
	Taller de arranque para la Agenda de Investigación de Cambio Climático	15	10	5
Cursos virtuales	MOCC de Manejo Integral del Fuego	198	64	134
	Adaptación al cambio climático, género, niñez y adolescencia (en proceso)	101	47	54

<sup>9</sup> Los GST se constituyen en órganos técnicos, conformados ad – hoc, para possibilitar la interacción entre actores claves de los sectores priorizados para la adaptación al cambio climático (instituciones públicas, academia, cooperación internacional, sociedad civil, etc.), y facilitar la recopilación de información, intercambio de experiencias y conocimientos, y la validación de aspectos específicos a nivel técnico. Los roles de cada GST fueron: asumir un compromiso de participación institucional a corto y mediano plazo; participar de manera activa en los espacios participativos; proveer información de interés; intercambiar experiencias y herramientas; formar parte de una red de intercambio de información; y, difundir los avances/resultados de los espacios técnicos dentro de cada institución. El detalle de los actores que formaron parte de los GST se presenta en el Anexo 16.

## 2.3. Mecanismo de Coordinación para la Formulación y Aprobación del PNA

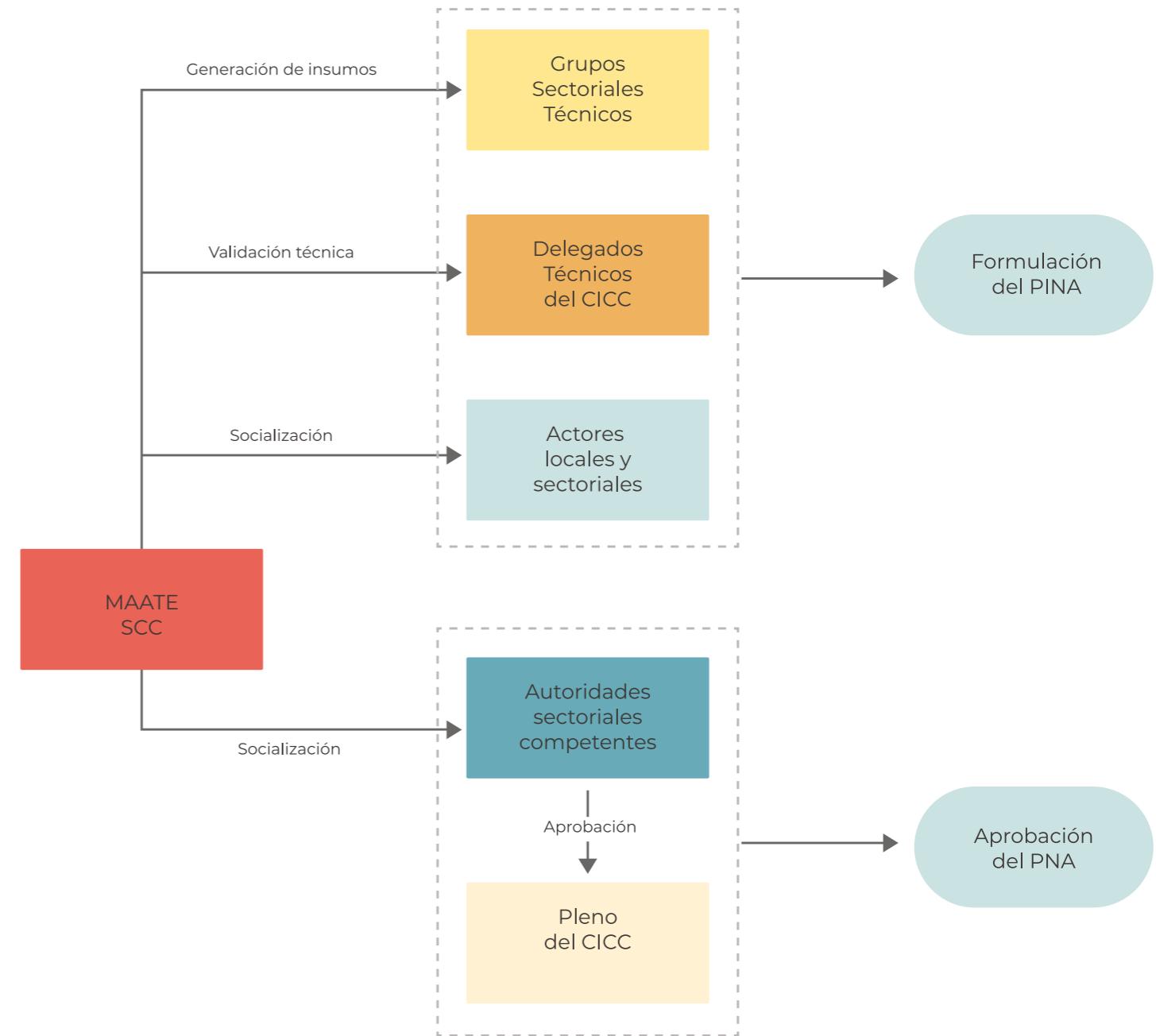
El mecanismo de coordinación interinstitucional es un modelo de cooperación y articulación formal para los actores que, a nivel nacional, local y sectorial, tienen competencias en materia de adaptación al cambio climático, y es también un espacio de orden político y técnico que garantiza la asunción de los compromisos establecidos en el marco legal nacional (ver detalles en

el Anexo 1), en este caso, para las primeras etapas del Plan Nacional de Adaptación.

A partir de lo descrito, se diseñó dicho mecanismo a la formulación y aprobación del PNA, establecido en el marco del CICC bajo el liderazgo de la SCC del MAATE. Como se puede observar en la Figura 6, el mecanismo está estrechamente vinculado con la metodología presentada anteriormente sección 2.1 y el proceso participativo de la sección 2.2.



Presentación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático a miembros técnicos del Comité Interinstitucional de Cambio Climático – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica



**Figura 6.** Esquema gráfico del mecanismo de coordinación para la formulación y aprobación del PNA del Ecuador

# PRIORIZACIÓN DE SECTORES

## 3.1. Sectores Priorizados para la Adaptación al Cambio Climático

La ENCC, establecida para el período 2012–2015, reconoce las afectaciones ambientales, sociales y económicas que pueden resultar del cambio climático. Con base en ello, resalta la importancia de implementar medidas de carácter preventivo y prospectivo en “áreas de trabajo o sectores” que se han considerado como prioritarias (MAE, 2012). Al respecto, se han priorizado seis sectores para la adaptación al cambio climático en Ecuador: (i) Patrimonio Natural; (ii) Patrimonio Hídrico; (iii) Salud; (iv) Asentamientos Humanos; (v) Sectores Productivos y Estratégicos y, (vi) Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Estos mismos sectores han

# El PNA se construyó como un instrumento que incluye el enfoque de género y otros componentes transversales clave.

sido acogidos para definir las medidas y metas de adaptación que se establecen en la Primera NDC del Ecuador en su Plan de Implementación (MAE, 2019b MAAE, 2021).

Según la Cuarta Comunicación Nacional (CCN), los sectores seleccionados tienen como propósito, “enfocar los esfuerzos de adaptación en aquellas áreas consideradas altamente vulnerables a los efectos del cambio climático y cuyas afectaciones podrían generar al país grandes pérdidas y daños económicos y no económicos, tanto sociales como ambientales”. Además, los sectores priorizados poseen un alcance nacional, que considera aquellas áreas del país sujetas a regímenes especiales. Es así como, desarrollar la gestión de la adaptación a nivel sectorial, permite focalizar y mejorar la eficiencia de los recursos para atender las zonas identificadas con alto riesgo climático y que han resultado afectadas por los impactos asociados al cambio climático (MAATE, 2022b).

Por su parte, el RCOA establece en su Art. 684 que “El Plan Nacional de Adaptación tiene por objeto identificar y disminuir el riesgo climático actual y futuro de los sectores priorizados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, a través de la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo nacional, sectorial y local”. Adicionalmente, en su Art. 672 menciona que, “La política nacional de adaptación al cambio climático tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad y riesgo climático de los sistemas sociales, económicos y ambientales ante los efectos del cambio climático, a través de mecanismos de adaptación, priorizando los sectores más vulnerables” (MAE, 2019c).

## 3.2. Componentes Transversales

El Acuerdo Ministerial 017 del MAATE emitido en 2021, incluye en su Sección II los componentes transversales que deben incluirse en los instrumentos de gestión de cambio climático, y que se aplicaron en el Plan Nacional de Adaptación (MAATE, 2021). Además, el PNA en línea con el marco normativo nacional, ha acogido lo establecido en la ENCC y la NDC del Ecuador y su respectivo Plan de Implementación, respecto a enfoques transversales (MAE, 2012, 2019). Es así, como en la CCN, ya se describen los enfoques prioritarios transversales en el proceso de implementación de acciones y medidas de adaptación al cambio climático para los seis sectores (MAATE, 2022b).

Para fines del presente Plan, se han seleccionado aquellas herramientas desarrolladas en la línea de adaptación al cambio climático y enfoque de género, como condiciones habilitantes (ver detalles presentados anteriormente en el Cuadro 3).

Bajo este contexto, el PNA se construyó como un instrumento que incluye el enfoque de género y otros componentes transversales clave, los cuales se describen a continuación en el Cuadro 5.

Todos estos componentes y enfoques transversales aplican para la gestión de la adaptación en los sectores priorizados, en la planificación del desarrollo a escala nacional, local y sectorial, respondiendo a los efectos negativos del cambio climático sobre comunidades, la vida de las personas, sus medios de vida e infraestructura urbana/rural (IPCC, 2014d).

**Cuadro 5.** Componentes transversales del PNA del Ecuador

Componentes / Enfoques	Descripción
Fortalecimiento de capacidades y condiciones habilitantes*	Se promoverá la transversalización de este componente con la finalidad de crear en el país el entorno necesario para la implementación de la política y la ENCC. Con este componente, el PNA se ha diseñado para: generar información de cambio climático y asociada al cambio climático, y asegurar su accesibilidad; crear conciencia respecto a los potenciales riesgos del cambio climático; desarrollar y fortalecer capacidades de la sociedad para enfrentar los efectos adversos del cambio climático; facilitar el uso de tecnologías y financiamiento para la implementación iniciativas, planes, programas y proyectos de adaptación; y, otras que determine la AAN.
Transferencia de tecnología*	La transferencia de tecnologías se realizará en la implementación de acciones de adaptación, y se las desagregará para facilitar su gestión y operativización en cada sector priorizado.
Participación*	Mediante el PNA se garantizará la representación y participación plena y efectiva de mujeres y hombres en su diversidad y en igualdad de condiciones en la gestión de la adaptación al cambio climático, mediante la articulación intersectorial e interinstitucional en todas sus etapas de desarrollo.
Mecanismo de seguimiento*	El proceso de construcción del PNA ha considerado mecanismos para el seguimiento y evaluación (ver detalles en el capítulo 10 del presente Plan), para determinar el correcto avance de las medidas, metas y objetivos planteados, y tomar las medidas correctivas que permitan encaminar una adecuada gestión del PNA.
Grupos de Atención prioritaria**	El PNA promoverá la implementación de medidas que permitan garantizar el acceso de los grupos de atención prioritaria a recursos que contribuyan a fortalecer su capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático, reduciendo así su riesgo climático.
Género e Interseccionalidad**	El PNA permitirá atender impactos del cambio climático, necesidades y capacidad de respuesta, diferenciados por género, reconociendo que tanto mujeres como hombres son agentes de cambio y tienen potencial de contribuir a mejorar la capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. El PNA además buscará la implementación de medidas con otros enfoques sociales que permitan consolidar la participación integral, como son la interseccionalidad (interculturalidad e intergeneracionalidad). Estos contribuirán a la generación de beneficios locales y al desarrollo integral de los pueblos, fortaleciendo sus procesos de adaptación y resiliencia, al considerar, rescatar y poner en práctica los diferentes tipos de conocimiento de las comunidades ecuatorianas.
Gestión de Riesgo (GdR)**	El PNA al determinar el Análisis de Riesgo Climático por sector, permitirá implementar la GdR con la finalidad de favorecer e incrementar la efectividad de las medidas de adaptación. La GdR es considerado como un proceso planificado, concertado, participativo e integral dirigido a la prevención y reducción de riesgos, como en el desarrollo de la capacidad de respuesta de la población frente a desastres.

Adaptado de: MAATE (2021, 2022); MAE (2012); MAAE (2021); y, PNUD (2021)

\*Componentes transversales determinados en el Acuerdo Ministerial 017 del MAATE

\*\*Enfoques prioritarios transversales establecidos en la ENCC y NDC



Beneficiaria Proyecto FORECCA – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

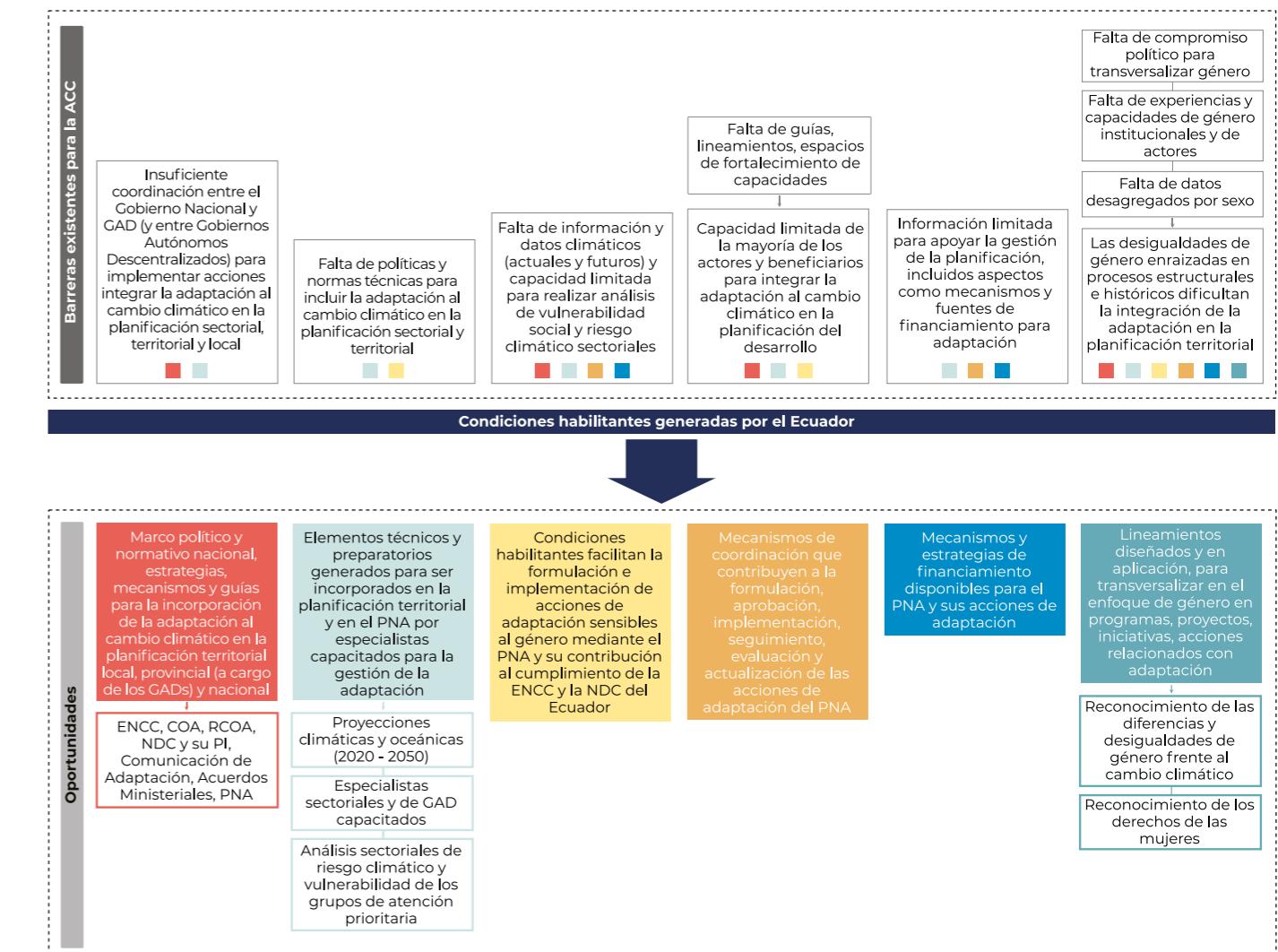
### 3.3. Barreras y Oportunidades para la Integración de la Adaptación al Cambio Climático en la Planificación del Desarrollo

El Ecuador, implementó partir de 2019, un conjunto de actividades bajo una comprensión integral de las limitadas capacidades para integrar la adaptación en la planificación del desarrollo a nivel nacional, local y sec-

torial. La Figura 7 muestra las condiciones habilitantes generadas por el país que permitieron la construcción del Plan Nacional de Adaptación y se centraron en solucionar los factores o causas que acentúan las barreras para la adaptación al cambio climático.

Las condiciones habilitantes que se generaron previo al desarrollo del PNA, han permitido una transición de estas barreras hacia oportunidades que facilitarán no solo la implementación del PNA, sino también, una adecuada gestión de la adaptación y su integración en la planificación nacional, local y sectorial.

Bajo esta perspectiva general, el marco normativo, metodológico y las condiciones habilitantes generadas para la construcción del PNA, muestran que el ac-



**Figura 7.** Barreras y oportunidades para integrar la adaptación en la planificación territorial. Cada barrera se relaciona con varias oportunidades, vínculo que se representada en cuadros multicolor

cionar vinculado al cambio climático ya no ocupa un lugar marginal en la planificación del desarrollo nacional. Esto es muy importante, ya que de acuerdo con el IPCC (2014d), el éxito de las acciones de adaptación dependen en gran medida de los aspectos regulatorios e institucionales que puedan alentar la inclusión de la adaptación al cambio climático en la política nacional. En el último informe del (IPCC, 2022b), se resalta que aspectos como el compromiso político, un marco institucional con metas claras, el mejoramiento del conocimiento de los impactos y riesgos, seguimiento y eva-

luación de las medidas de adaptación, y la gobernanza inclusiva que prioriza la equidad y la justicia, permiten acelerar el proceso de adaptación para alcanzar las metas globales propuestas.

# VISIÓN Y OBJETIVOS

## 4.1. Visión del PNA

Al 2050, el Ecuador gestiona adecuadamente la adaptación al cambio climático, mediante un proceso estratégico que conduce a su transversalización en la planificación y desarrollo territorial, para la implementación coordinada, participativa, inclusiva e integral, de acciones que contribuyen a la reducción del riesgo climático a nivel nacional, local y sectorial, con miras a proteger la vida y alcanzar la justicia climática.

## 4.2. Objetivo General del PNA

Contribuir a la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo nacional, local y sectorial; así como a la identificación y reducción del riesgo climático actual y futuro de los sistemas sociales, económicos y ambientales vulnerables ante los efectos del cambio climático.



Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha – Ministerio del Ambiente, Agua y Ecuador

## 4.3. Objetivos Específicos del PNA

- Promover el acceso y uso de la información climática y oceánica histórica y futura.
- Facilitar y fomentar la identificación de impactos actuales y futuros del cambio climático mediante análisis de riesgo climático que consideren la utilización de modelos de impacto biofísico.
- Orientar la implementación de medidas de adaptación que reduzcan el riesgo climático, fomentan-
- do el enfoque de género.
- Guiar la incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo y en los presupuestos institucionales a nivel sectorial y local.

## 4.4. Alcance del PNA

Este primer Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador es un instrumento de política pública que orienta y facilita la gestión de la adaptación en el país desde una perspectiva sectorial y territorial a nivel nacional.



Cantón Nabón, Provincia de Azuay – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

### 4.4.1. Alcance sectorial

El PNA (2023 – 2027) incluye los seis sectores priorizados en la ENCC (Asentamientos Humanos; Patrimonio Hídrico; Patrimonio Natural; Salud; Sectores Productivos y Estratégicos; y, Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) considerando los componentes transversales (Fortalecimiento de capacidades y condiciones; Trasferencia de tecnología; Participación; Mecanismo de seguimiento; Grupos de atención prioritaria; Gestión de riesgos; Enfoque de género; e, Interseccionalidad).

### 4.4.2. Alcance territorial

El PNA (2023 – 2027) tiene un alcance nacional, local y sectorial. Busca mejorar la gestión de la adaptación en

el país para reducir el riesgo climático, incrementar la capacidad de adaptación de la población, y contribuir al cumplimiento de las líneas estratégicas y la visión de adaptación descritas en la ENCC y la Primera NDC del Ecuador.

# PROYECCIONES CLIMÁTICAS Y OCÉANICAS

## 5.1. Proyecciones Climáticas Futuras (2020–2050)

La información de proyecciones climáticas futuras de alta resolución permite el desarrollo de análisis de riesgo climático que determinen potenciales impactos del cambio climático sobre los sistemas económicos, sociales y ambientales. Esta información es fundamental para la identificación, diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en el corto y mediano plazo.



desbordamiento del río Chalpi debido a lluvias intensas, parroquia de Papallacta, cantón Quijos, provincia de Napo – Proyecto AICCA

La disponibilidad de información de temperatura y precipitación entre 2020–2050 generados a partir de los modelos globales del CMIP6 (HighResMIP) es un paso fundamental para superar la falta de financiamiento e información científica que permite la generación de políticas basadas en ciencia y evidencia.

Por tal motivo, el PNA ha considerado primordial la actualización de las proyecciones climáticas futuras del país con metodologías e información de vanguardia que han viabilizado la modelación del clima futuro considerando los parámetros físicos de la atmósfera en Ecuador.

### 5.1.1. Metodología

La representación de los procesos físicos a lo largo de múltiples escalas de tiempo es un desafío que los avances en modelación climática abordan con la finalidad de reducir las incertidumbres y los errores en la magnitud de los patrones y parametrizaciones utilizados y proyectados.

Esta premisa fue clave durante este proceso, ya que se consideraron las limitaciones (espaciales y temporales) de los modelos climáticos. Además, en lugar de utilizar una aproximación más tradicional relacionada con incrementar la resolución espacio-temporal (*downscaling*) con métodos dinámicos o estadísticos, las presentes Proyecciones Climáticas consideran aspectos físicos en su desarrollo. Dada la importancia que tiene el PNA para el país, fue crucial generar información de la más alta calidad posible.

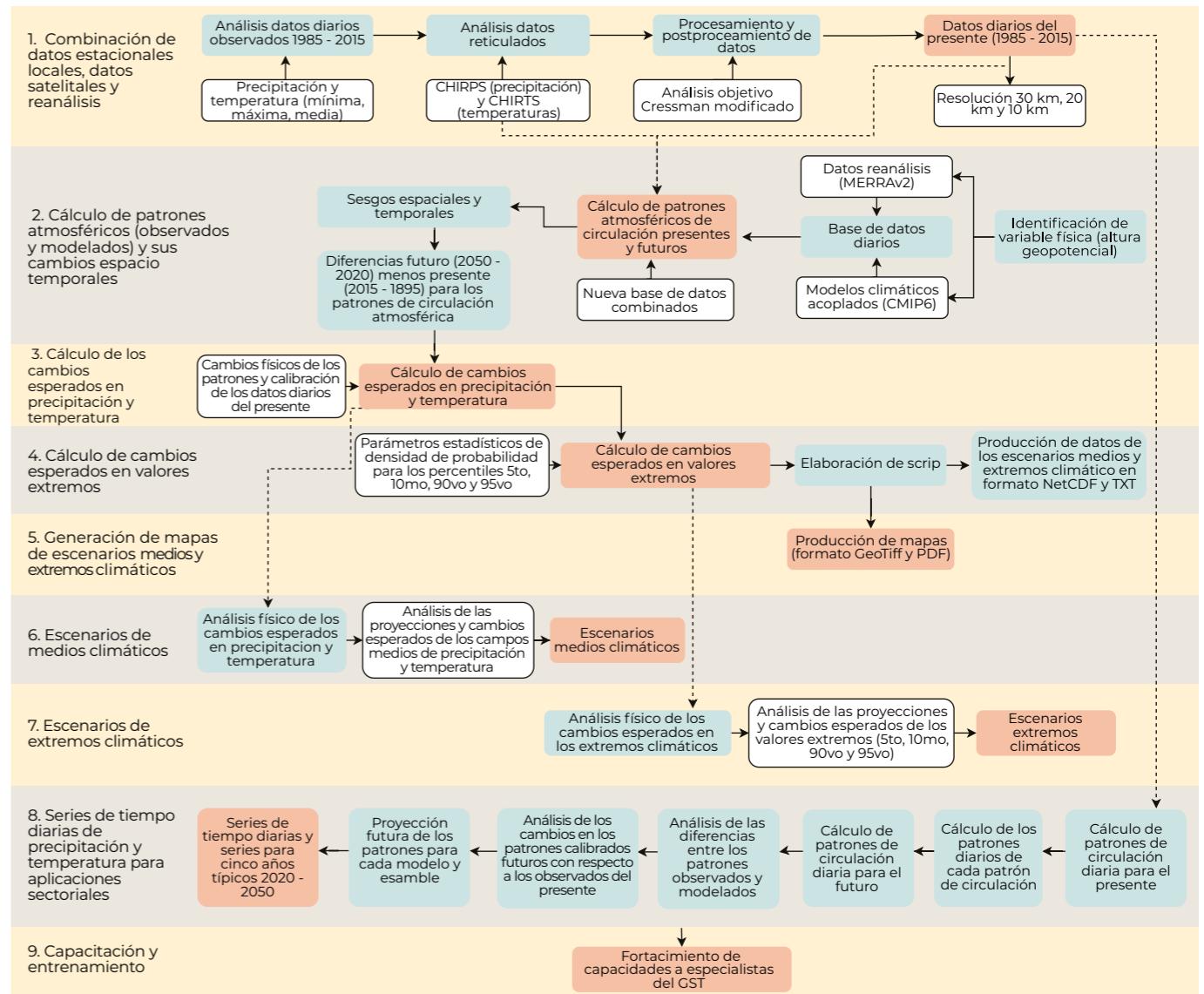
Por ello, se realizó un análisis de circulación atmosférica a partir de las simulaciones de precipitación y temperatura debidamente calibradas para un periodo presente (1985 - 2015) y futuro (2020 – 2050). Las proyecciones futuras para los dos períodos se desarrollaron a través de los modelos climáticos disponibles en el archivo del HighResMIP del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP<sup>10</sup>), en su sexta versión, específicamente los modelos CESM1 (25 km de resolución es-

pacial atmosférica), CMCC (a 25 km), CNRM (a 50 km), EC-Earth3P (a 50 km) y HadGEM3 (50 km). La ventaja de utilizar modelos de circulación global de alta resolución (25-50 km) en lugar de *downscaling* dinámico a modelos de 1 grado de arco, es que se disminuyen los errores que puedan surgir de las condiciones de borde utilizadas en el *downscaling* dinámico. La metodología siguió un proceso de nueve pasos que se presenta a continuación en la Figura 8.

El uso de este método permitió la generación de simulaciones de precipitación y temperatura físicamente

plausibles, debidamente calibradas y sólidas para el período 2020–2050. Debido a la gran cantidad de resultados obtenidos en este proceso, tal como se describen en el Cuadro 6.

A continuación, se muestran las figuras que se han obtenido durante el procesamiento de la información y metodología aplicada.



**Figura 8.** Metodología para la generación de información de proyecciones climáticas futuras 2020–2050 a partir de análisis de circulación atmosférica y modelos climáticos del CMIP6

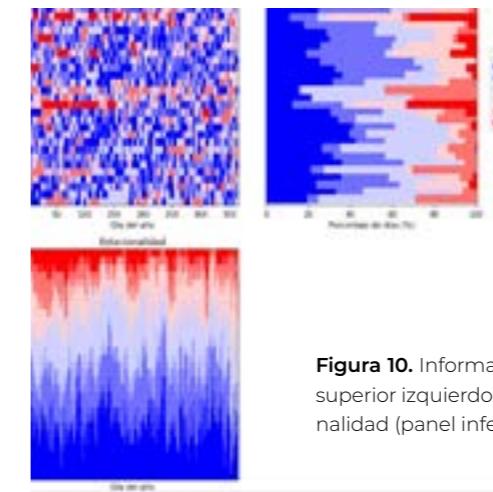
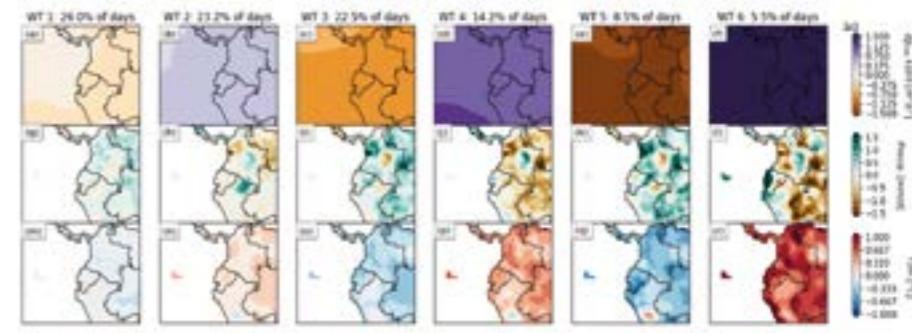
<sup>10</sup> EL CMIP es una plataforma de cooperación internacional que define protocolos, nomenclatura y evaluación de modelos de clima acoplados para el diagnóstico objetivo de los impactos históricos y proyecciones del cambio climático. Los datos se disponen para CMIP5 en <https://esgf-node.llnl.gov/search/cmip5/> y para CMIP6 en <https://cmip6-data-search.llnl.gov/>

**Cuadro 6.** Especificaciones metodológicas aplicada para el análisis de clima futuro 2020–2050

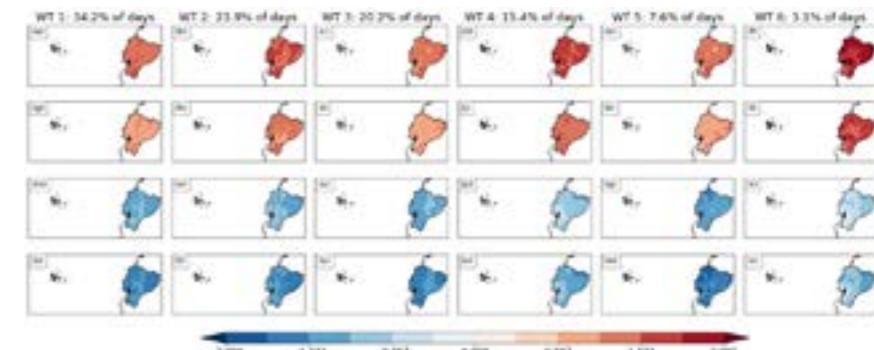
Pasos	Descripción
<b>1. Combinación de datos estaciones locales, datos satelitales, y reanálisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos diarios del presente de temperatura y precipitación, a una resolución de 30 km, 20 km y 10 km, en formato NetCDF, GeoTiff y ASCII.</li> <li>El análisis de los resultados obtenidos a partir del error cuadrático medio, mostraron un mejor comportamiento para las series de datos en resolución de 10 km.</li> </ul>
<b>2. Cálculo de patrones atmosféricos (observados y modelados) y sus cambios espaciotemporales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patrones de circulación atmosféricos presentes (en reanálisis y HighResMIP-CMIP6) y futuros (CMIP6) con base a un algoritmo de clasificación K-means con métrica de Mahalanobis, encontrando una solución estadística y física aceptable con K=6 patrones.</li> <li>Mapas de circulación atmosférica, acompañados de los correspondientes patrones diarios de precipitación y temperatura, para dar una orientación preliminar de los impactos asociados a cada patrón de circulación. Los resultados, tanto para el presente como futuro, se generaron con base en los siguientes modelos: MERRAv2, CNRM, CMCC, EC-Earth3P, CESM1 y HadGEM3. Un ejemplo se muestra en la Figura 9.</li> </ul>
<b>3. Cálculo de los cambios esperados en precipitación y temperatura bajo condiciones de variabilidad y cambio climático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con los patrones de precipitación y temperatura medios asociados a patrones atmosféricos de circulación del presente (reanálisis y CMIP6) y futuros (CMIP6), se calcularon factores de calibración para las proyecciones 2020–2050.</li> <li>Se obtuvo información de cuándo cada patrón de circulación atmosférica tiende a ocurrir más, en una época dada del año o en un año o grupo de años en particular (Figura 10).</li> </ul>
<b>4. Cálculo de los cambios esperados en valores extremos de precipitación y temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo de los cambios esperados en los parámetros estadísticos de densidad de probabilidad para precipitación y temperatura (2020–2050) para los percentiles 5, 10, 90 y 95 (Figura 11).</li> </ul>
<b>5. Generación de mapas de escenarios medios y extremos climáticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de un script para la generación de los mapas y datos de escenarios medios y extremos climáticos.</li> <li>Con base al script: (i) producción de mapas (formato GeoTiff y PDF) de los escenarios medios y extremos climáticos de precipitación y temperatura, calculados en los pasos 3 y 4; (ii) datos de los escenarios medios y extremos climáticos en formato NetCDF y TXT legibles por software lector de texto plano y Microsoft Excel.</li> </ul>
<b>6. Escenarios medios climáticos a partir de los cambios en la frecuencia y patrones espaciales de los regímenes de circulación atmosférica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis físico de los cambios esperados en precipitación y temperatura (basado en el paso 3).</li> <li>Análisis de las proyecciones y cambios esperados de los campos medios de precipitación y temperatura (Figura 12 y Figura 13).</li> </ul>
<b>7. Escenarios de extremos climáticos a partir de los cambios en los parámetros físicos de temperatura y precipitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis físico de los cambios esperados en los extremos de precipitación y temperatura (basado en el paso 4).</li> <li>Análisis de las proyecciones y cambios esperados de los valores extremos (percentiles 5, 10, 90 y 95) de precipitación y temperatura.</li> </ul>
<b>8. Series de tiempo diarias de precipitación y temperatura para aplicaciones sectoriales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de series de tiempo diarias de precipitación y temperatura (mínima, máxima y media) para análisis en los sectores priorizados para la adaptación, incluyendo series para cinco años tipo entre 2020–2050 (Figura 14).</li> </ul>
<b>9. Capacitación y entrenamiento técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecimiento de capacidades a especialistas nacionales que integraron el Grupo de Trabajo de Proyecciones Climáticas (GTPC integrado por 36 especialistas).</li> </ul>

Adaptado de: MAE (2019a)

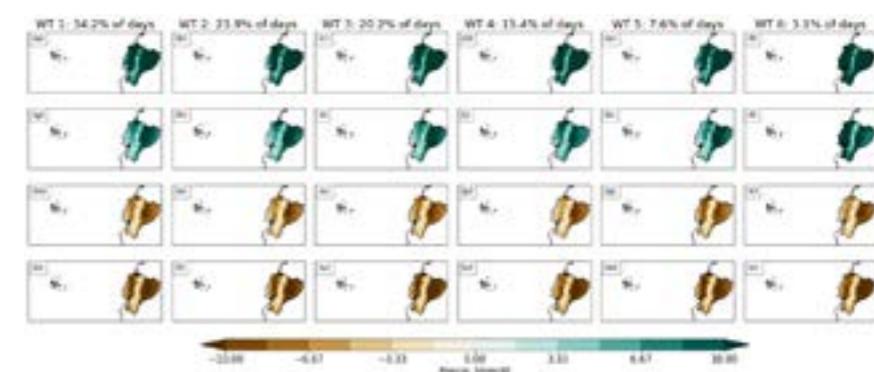
**Figura 9.** Ejemplo de la salida gráfica (para el modelo MERRv2) de los patrones de circulación (filas superiores: paneles a–f) para el período presente (1985–2015). Se acompaña de campos diarios de precipitación (filas medias: paneles g–f) y de temperatura media (filas inferiores: paneles m–r)



**Figura 10.** Información de la variabilidad diaria (diagrama Klee, panel superior izquierdo), interanualidad (panel superior derecho) y estacionalidad (panel inferior) de patrones de circulación del presente



**Figura 11.** Extremos de precipitación y temperatura esperados para el período 2020–2050, para los percentiles 95vo (primera fila), 90vo (segunda fila), 10mo (tercera fila) y 5to (cuarta fila), y para cada patrón de circulación



Para cada patrón de circulación (WT), se proyecta que en la mayoría de los días del año – correspondientes al WT1 (primera columna de la Figura 11), con un 34,3 % de los días en el futuro 2020–2050 (~8 % más días con respecto al presente), se tengan días con lluvias y temperaturas medias muy similares a las del presente, aunque ligeramente más húmedos en la Costa norte y el Oriente del país, y ligeramente más frescos en la mayor parte de Ecuador continental e insular. En promedio, las temperaturas máximas y mínimas serían más extremas hacia el sur y sudeste del Ecuador continental. Un 24 % de los días (un incremento de menos del 1 % con respecto al presente) se espera que esté representado por el WT2 (segunda columna de la Figura 11), con una señal muy similar, aunque de signo opuesto en los valores medios de lluvia y temperatura media, a la del patrón 1 descrito anteriormente. Esto es, alrededor de un 58 % de los días en el futuro tenderían a parecerse más al promedio de los días en el presente.

Alrededor de un 34 % de los días tendrían un comportamiento con lluvias y temperaturas más anómalas que los de los patrones WT1 y WT2. Por una parte, el WT3 ocurriría un ~18.7 % de los días futuros (un decrecimiento de casi 4 %), teniendo asociadas precipitaciones por encima de la normal en el Oriente, norte y sur del país, temperaturas medias bajo la normal especialmente en la mitad noroeste del Ecuador continental, y temperaturas extremas cálidas y frías más anómalas en el sur y Oriente del país. El WT4 espera que ocurra ~15,6 % de los días futuros (un incremento de un poco más de 1 %), con una señal básicamente opuesta en signo a la del WT3, aunque con temperaturas máximas (o días cálidos) más extremas, especialmente en el Oriente, sur y zonas de la Costa del Ecuador, así como en las Galápagos. Las temperaturas mínimas (o días fríos) que ocurrían durante el WT4 serán relativamente menos extremas.

Finalmente, alrededor de un 8 % de los días en el futuro se espera que estén asociados a los patrones de circulación extremos WT5 y WT6, ambos con proyecciones de ocurrir menos frecuentemente que en el pe-

ríodo 1985–2015, pero con anomalías más amplias. Los días con el WT5 se asocian a extremos húmedos en el extremo Oriente y cordillera Andina, y con menos lluvia a lo largo de la Costa ecuatoriana, Galápagos y parte del Oriente. De igual manera, se asocian a temperaturas medias más bajas que lo normal, especialmente en el sur y sudeste del Ecuador continental, a temperaturas frías extremas (días muy fríos) en la mayor parte del país, sobre todo el sur y sudeste, y a temperaturas máximas (días cálidos) relativamente bajas.

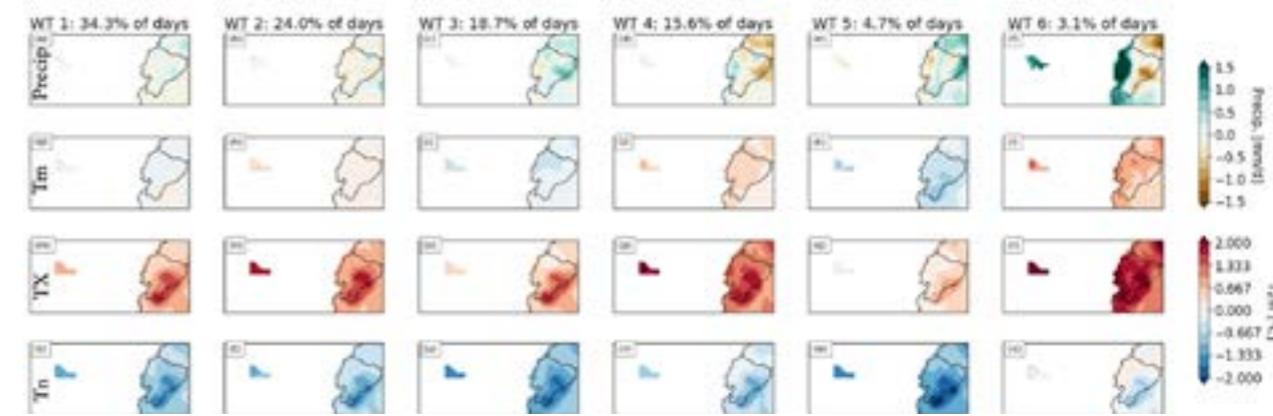
Los días con el patrón de circulación extremo WT6, ya tienden a asociarse a eventos de El Niño, se proyecta que ocurrían sólo ~3 % de los días del año en el futuro, aunque con magnitudes más extremas. El patrón exhibe precipitaciones positivas extremas a lo largo de la Costa ecuatoriana y Galápagos, lluvias dentro de la normal a lo largo de la cordillera Andina y precipitaciones bajo la normal en el Oriente, así como temperaturas medias y máximas extremas positivas, y noches sólo ligeramente frías en la mitad sudeste del Ecuador continental y en las Galápagos.

En la Figura 12, se muestran los escenarios esperados para los campos medios de precipitación y temperatura 2020–2050. Es importante notar que se tienen proyecciones para cada patrón de circulación (WT) o “tipo de tiempo”, que se presentan como anomalías con respecto al presente. Hay que considerar con atención que, en el caso en que se deseé tener una idea de si habrá en alguna zona específica un incremento o decremento, por ejemplo, de precipitación, un mismo patrón no ocurre todos los días de un mes o temporada dada. Si ocurriera así, un estimado de precipitación mensual vendría dado por la anomalía de lluvia indicada, multiplicado por el número de días en el mes o temporada en cuestión.

Sin embargo, dependiendo del mes y el año, la ocurrencia de un patrón varía (como se indicó en la Figura 12). Para la toma de decisiones en los sectores priorizados para la adaptación, el análisis de la Figura 13 debe hacerse en términos de qué precipitaciones y tem-

peraturas se esperan en los días en los que ocurrirá el patrón de circulación de interés. Para la adaptación, la idea es que cada sector esté preparado para el rango completo de todas las posibilidades futuras de precipi-

tación y temperatura, y para ello se deben considerar tanto los campos medios como los extremos (presentados en la Figura 12).



**Figura 12.** Patrones esperados de precipitación (primera fila), temperatura media (segunda fila), temperatura máxima (tercera fila) y temperatura mínima (cuarta fila), para el período 2020–2050. En la barra de colores, cero (0) indica el valor medio de 1985–2015 de la variable en cada punto. Las unidades de precipitación corresponden a milímetros por día (mm/d), que es una unidad común en los modelos de proyecciones climáticas. Las unidades de temperatura son Celsius (°C)

## 5.1.2. Resultados

Los resultados muestran que el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas del futuro (2020–2050) presentarán cambios en frecuencia de ocurrencia de los tipos de días lluviosos (o secos) y sus temperaturas correspondientes. A partir del diagrama Klee (Figura 13) es posible representar secuencias diarias típicas de años que tienden a parecerse entre sí, lo que se denomina como “años tipo futuros”<sup>11</sup>, construidos con la evolución diaria de los patrones de circulación y sus correspondientes evoluciones diarias de precipitación y temperatura para todo el Ecuador (a 10 km de resolución).

A continuación, se observa los 5 años tipos futuros, en relación a los años históricos que presentan similar comportamiento espacial y temporal (WT):

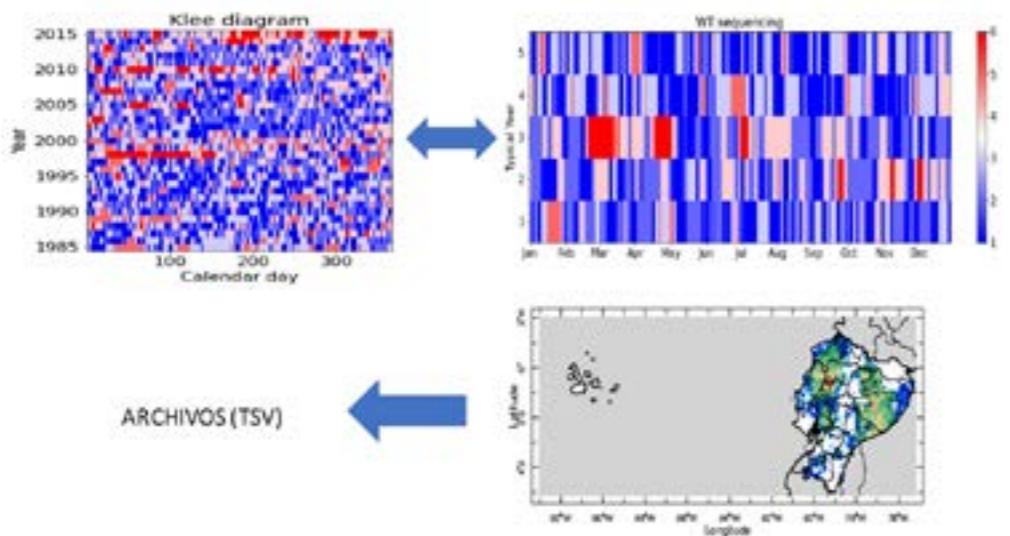
- año típico 1 es similar a los años 1987, 1997, 2004, 2006, 2009, 2012 y 2015 (22.58% de los años);

- año típico 2 es similar a 1990, 1991, 1993, 1995 y 2003 (16.12%);
- año típico 3 es similar a 1998, 2005, 2010, 2011, 2013 y 2014 (19.35%);
- año típico 4 es similar a 1985, 1986, 1992, 1996, 2000 y 2008 (19.35%); y el
- año típico 5 es similar a 1988, 1989, 1994, 1999, 2001, 2002 y 2007 (22.58%).

Las condiciones climáticas futuras pueden ser favorables o desfavorables dependiendo del año tipo que se considere en el análisis, así como de la estacionalidad incluida en el análisis, el territorio para el cual se efectúa el análisis, sistema sectorial que se requiere analizar, y el modelo biofísico utilizado.

Los resultados concretos de los patrones de circulación futuros para dichos años tipo se muestran en la Figura

<sup>11</sup> **Años Tipos:** Son condiciones climáticas futuras de variación de temperatura y precipitación en el período 2020-2050, que parten de señales del clima observado expresados a través de la probabilidad de ocurrencia (temporal y espacial) de la agrupación de patrones de circulación atmosférica asociados a lluvias y temperaturas



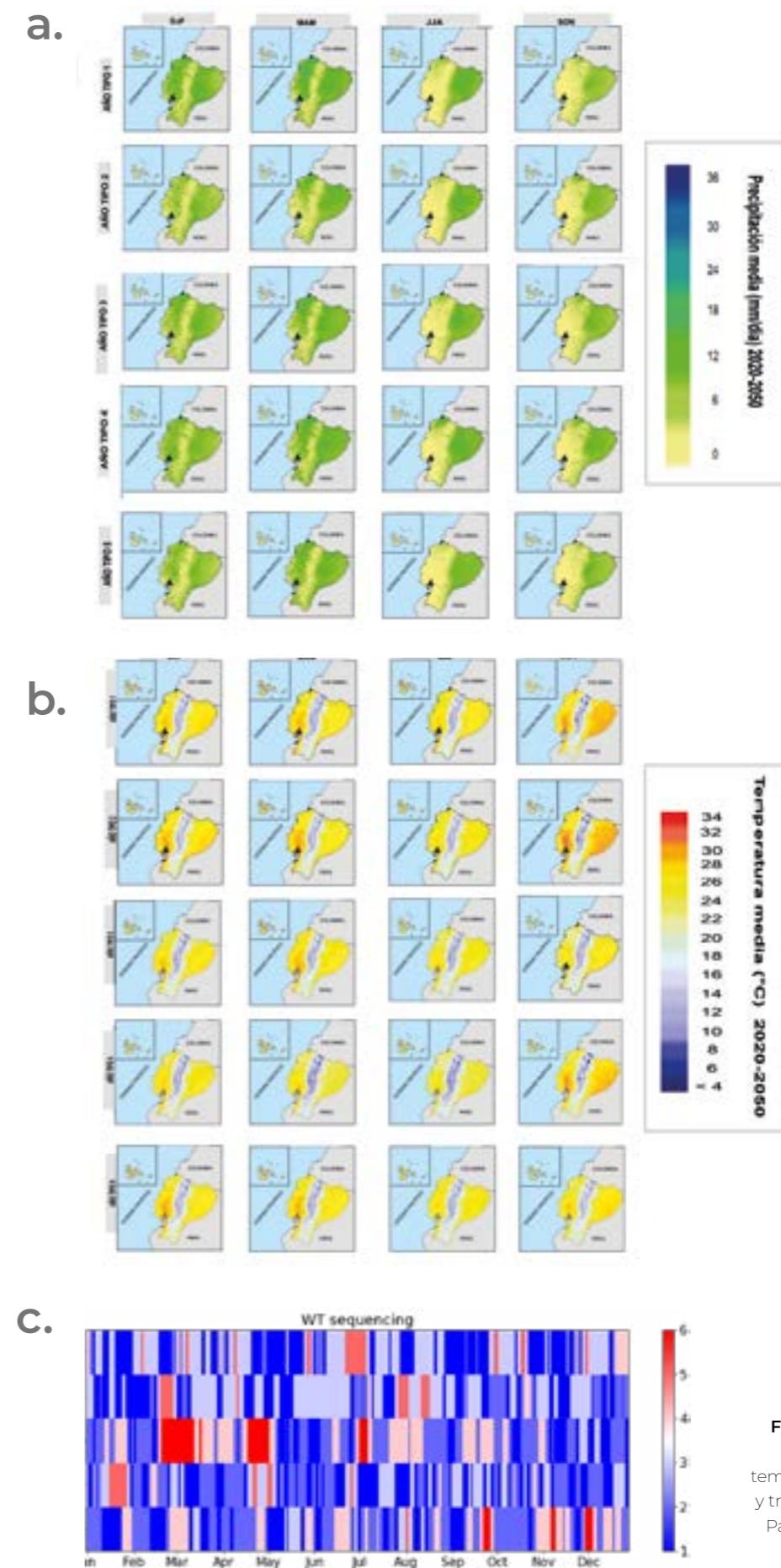
**Figura 13.** A partir del diagrama Klee (panel superior izquierda) se generan las secuencias diarias para cinco años tipo de patrones de circulación atmosférica (panel superior derecho), que permiten generar información a escala diaria de precipitación y temperaturas (panel inferior derecho) para esos cinco años tipo futuros

14, donde se aprecian evoluciones con períodos en los que tienden a persistir unos más que otros patrones. Así, por ejemplo, el año tipo 3 tiende a evidenciar persistencia del patrón 6 entre finales de febrero y mediados de mayo, lo cual, es consistente con lo observado en múltiples años sobre El Niño, que tiene implicaciones importantes en el exceso de precipitación registrada en la Costa ecuatoriana.

Toda esta experiencia técnica, que ha servido de base para la generación del PNA, muestra que es posible tener información climática que permita preparar con suficiente antelación una serie de medidas y estrategias, que tomen en cuenta los posibles años tipo y qué hacer en cada uno de ellos en distintas ubicaciones del país. Para el plan, esta información climática de los cinco años tipo futuros y la secuencia diaria de los patrones de circulación, se utilizaron para los análisis de riesgo climático de los seis sectores priorizados (capítulo 6) y la consecuente identificación de las medidas (capítulo 7) a implementar.

## 5.2. Proyecciones Oceánicas Futuras

De acuerdo con el IPCC (2021b), la influencia humana ha causado alteraciones en la atmósfera, la tierra y los océanos. Respecto al último, se han evaluado cambios en la salinidad, niveles de acidificación, en la temperatura superior de los océanos, en el incremento del nivel medio del mar, entre otros factores. Ante ello, el país consciente de las alteraciones que se pueden derivar del cambio climático en los océanos, y las zonas costeras continentales y de las Islas Galápagos del país, generó un estudio que permitió evaluar la situación actual y futura de las variables oceánicas, y así contar con información a través del uso de modelos de última generación, para facilitar la toma de decisiones y una adecuada gestión de los efectos del cambio climático en las costas ecuatorianas. Los resultados se incluyeron como parte de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático (4CN) y el Segundo Informe Bienal de Actualización. Con base en ello, a continuación, se presenta el proceso metodológico y los hallazgos obtenidos.



**Figura 14.** (a y b) Resultados de precipitación (mm) y temperatura (°C) por años tipo y trimestres (valores netos); (c) Patrones de circulación (WT) para cinco años tipo.



Reserva Marina Isla Santa Clara – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición

### 5.2.1. Metodología

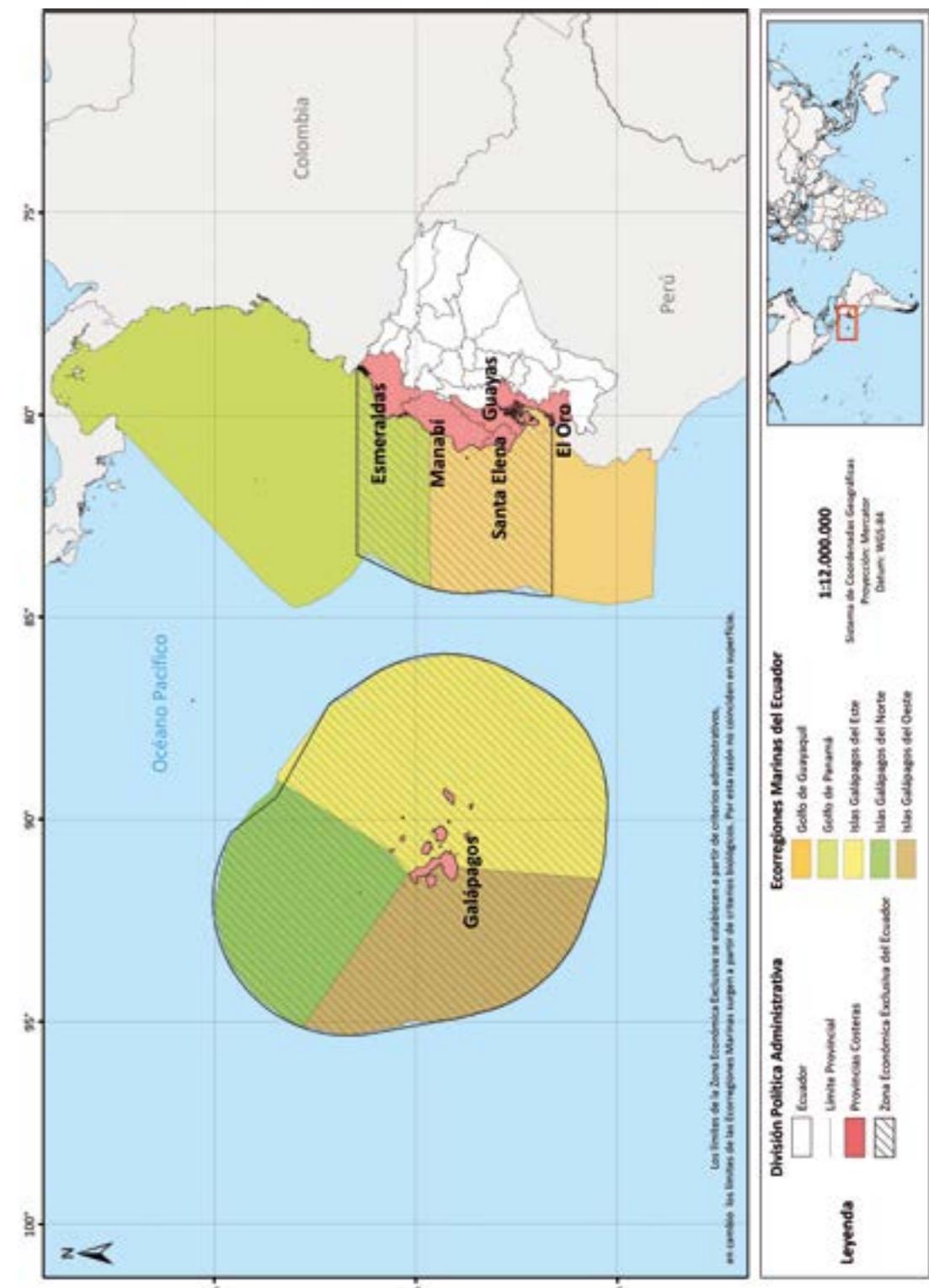
Esta evaluación se realizó en la zona oceánica y costera del país como las áreas de mayor importancia económica (pesquería) y de biodiversidad marina (Figura 15).

Se analizaron los cambios medios y extremos (asociados con cambio climático) de las siguientes variables: temperatura superficial del mar, oxígeno disuelto, acidificación oceánica (pH), nivel medio del mar y oleaje. Además, se realizó una evaluación de impactos vinculados con inundaciones costeras, para lo cual, se trabajó sobre tres sitios piloto dentro de: Esmeraldas, Manta y La Libertad. Los contrastes de tendencias y de valores extremos sirven como un medio de comprobación de que los modelos oceánicos globales representan razonablemente el comportamiento a largo plazo observado en las estaciones a nivel relativo (tasas de cambio) y a nivel de características de distribución de máximos o mínimos.

Una vez delimitada la zona de análisis, se realizó la evaluación de la situación actual y futura de las variables oceánicas en el marco de tres fases: (i) selección; (ii) proceso; y, (iii) análisis. La Figura 16 se muestra el proceso metodológico aplicado para evaluar los cambios oceánicos en las variables antes citadas.

- **Selección:** se escogieron los horizontes de análisis, los escenarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y los Modelos de Circulación Global (GCM) disponibles en el *Coupled Model Intercomparison Project (CMIP)* para sus versiones CMIP5 y CMIP6 (dependiendo de la variable analizada).

Los horizontes de tiempo para las variables oceánicas (temperatura superficial, oxígeno disuelto y pH), se seleccionaron para un horizonte cercano (2021–2050), un horizonte lejano (2051–2080) y un histórico (1985–2014) tomado como referencia, que cubren 30 años cada uno, para garantizar la homogeneidad estadística. Con estas variables se seleccionaron dos Trayectorias



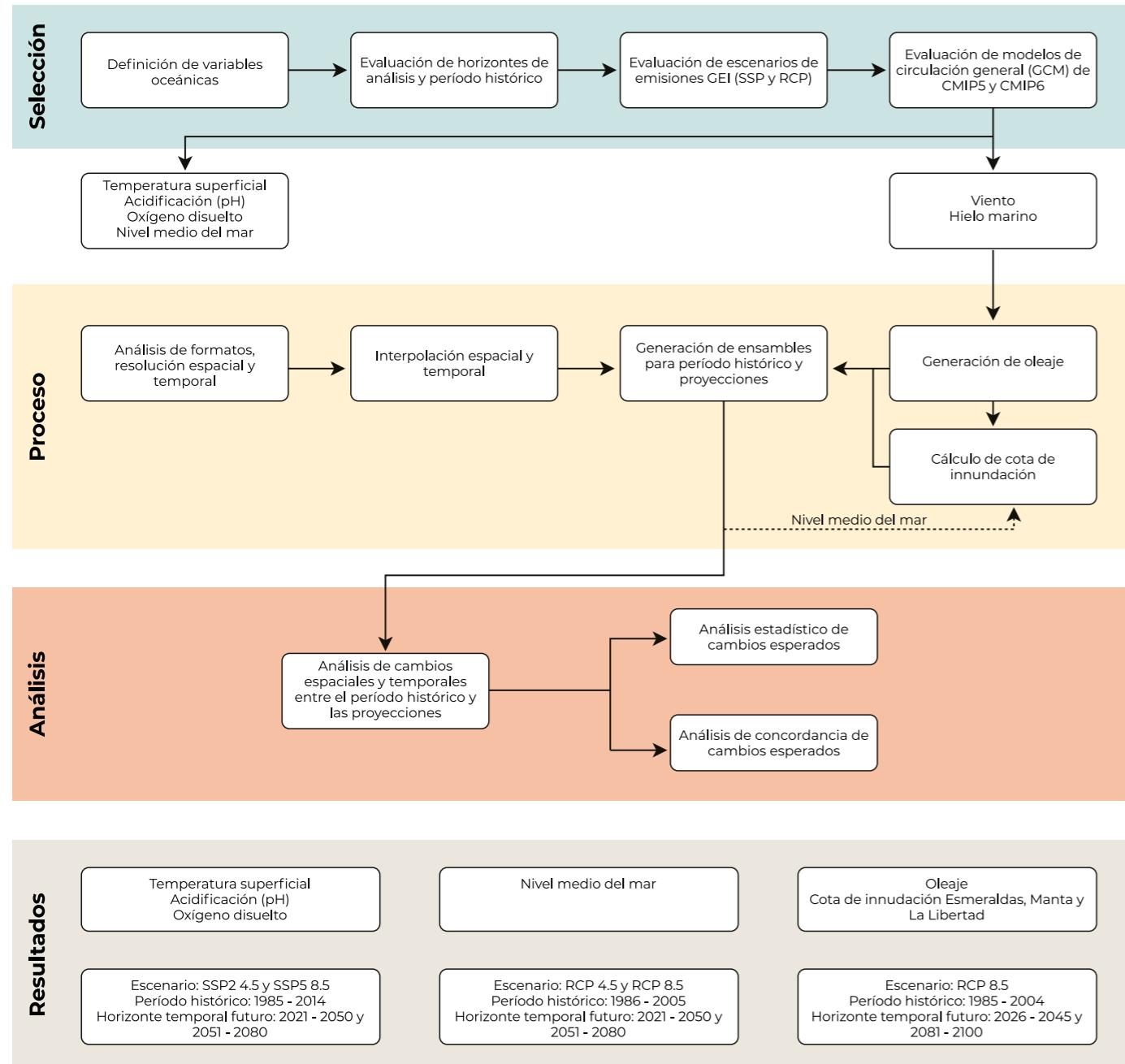


Figura 16. Proceso metodológico para la obtención de las condiciones oceánicas futuras en Ecuador



Desbordamiento del río Tomiguina debido a lluvias intensas, parroquia de Papallacta, cantón Quijos, provincia de Napo – Proyecto AICCA

Socioeconómicas Compartidas (SSP por sus siglas en inglés) mediante el uso de CMIP6, una para generar condiciones oceánicas futuras asociadas al SSP2-4.5 como escenario intermedio y otra con respecto al SSP5-8.5 como un escenario pesimista de los cambios esperados.

Para la variable de nivel medio del mar, los escenarios seleccionados a través del uso GCM de CMIP5 fueron RCP-4.5 (escenario intermedio de forzamiento radiativo en 4.5 W/m<sup>2</sup>) y RCP-8.5 (escenario pesimista con forzamiento radiativo de 8.5 W/m<sup>2</sup>) para horizontes de tiempo cercano, lejano e histórico.

Asimismo, para el oleaje y cota de inundación se utilizaron GCM disponibles de CMIP5 para el escenario RCP-8.5, horizontes de 30 años a horizonte cercano, lejano e histórico.

La selección de los GCM se realizó considerando: (i) disponibilidad en los escenarios y horizontes analizados; y, (ii) modelos con una resolución espacial de al menos o comparable a 1° de latitud en Ecuador.

• **Proceso:** Se realizó el análisis de formatos, resolución espacial y temporal; la interpolación espacial y temporal de los datos correspondientes a los GCM seleccionados; y, se generaron ensambles para cada

percentil, escenario y horizonte de tiempo correspondientes a la zona de Ecuador evaluada (presentada en la Figura 15)

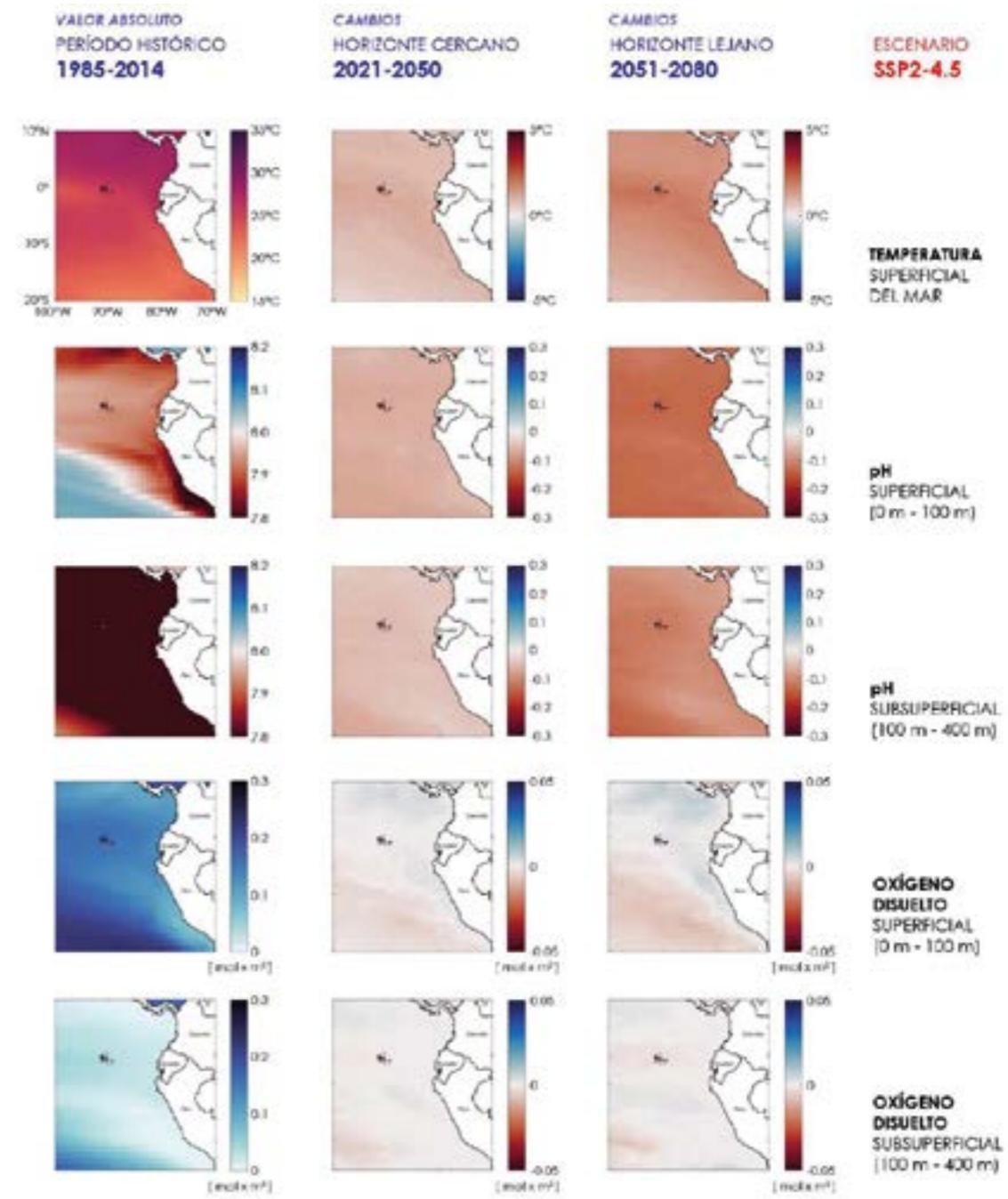
- **Análisis:** se realizó el análisis de los cambios y la incertidumbre de las proyecciones analizadas para cada variable oceánica y escenarios. Cada ensamble se construyó para valores climatológicos medios (percentil 50 %) y extremos (percentiles 1 % y 99 %), lo que permitió representar los cambios esperados. Los resultados de este proceso fueron los cálculos de las diferencias vinculadas con cambio climático por variable. Además, se calcularon los límites de confianza (5 % y 95 %) asociados a la banda de confianza del 90 % para cada valor registrado (aplicando una simulación de Montecarlo). Se determinó la concordancia entre las salidas de las proyecciones calculadas considerando si un porcentaje igual o mayor a 80 % de los GCM muestra la misma señal o tendencia.

## 5.2.2. Resultados

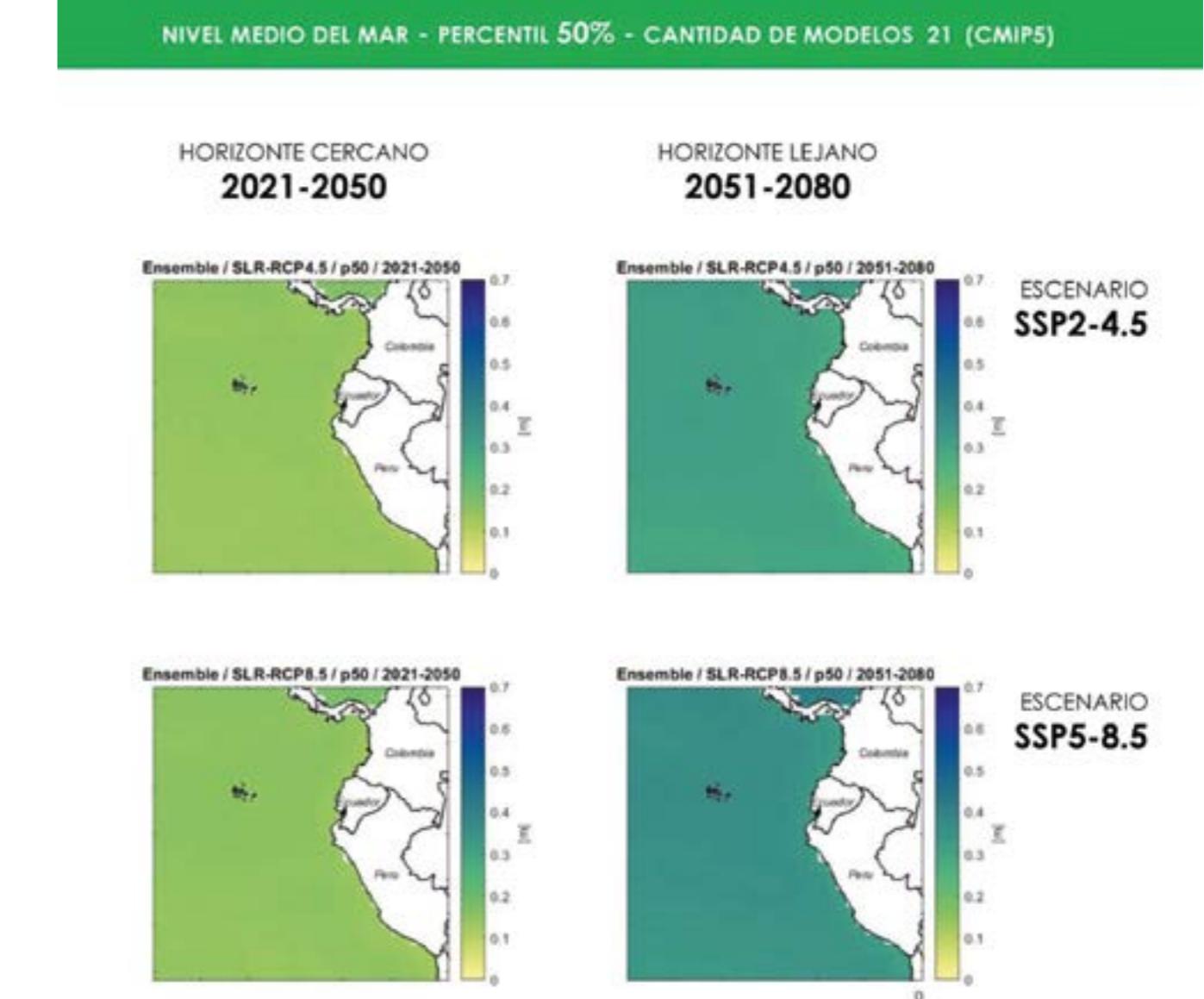
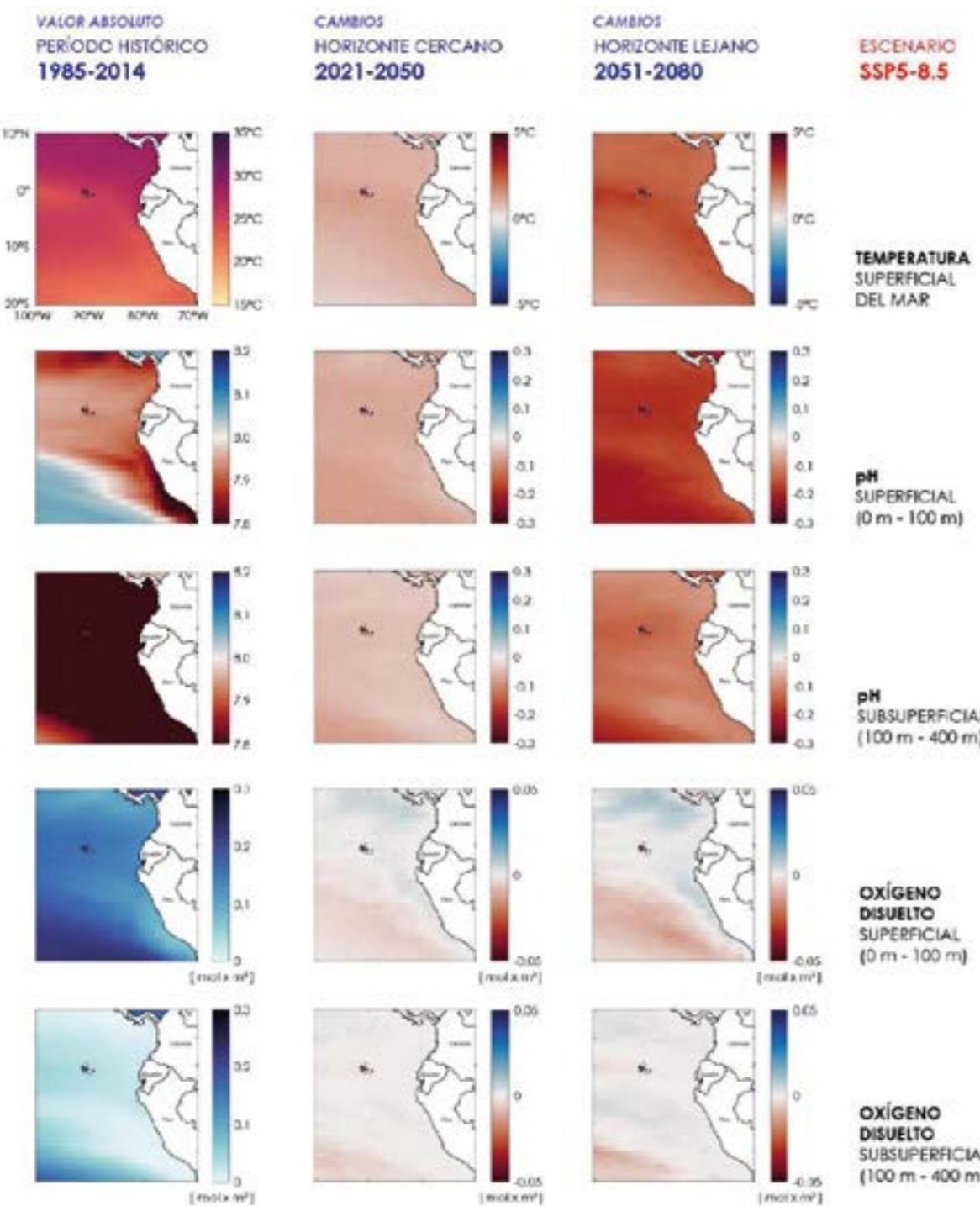
Con ello, los hallazgos que se describen en la presente sección (Cuadro 7) corresponden al percentil 50 % (condiciones climáticas medias). Los resultados obtenidos (ver entre la Figura 17 a la Figura 20) se presentan de acuerdo con los escenarios de cambio climático y horizontes temporales (históricos y futuros).

**Cuadro 7.** Principales hallazgos de la evaluación histórica y futura de los cambios en variables oceánicas y costeras del Ecuador continental e Islas Galápagos

Variables analizadas	Descripción de los principales resultados
Temperatura superficial del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>El 97,3 % de los GCM muestran una tendencia hacia el incremento de esta variable.</li> <li>En el periodo histórico se identificó una franja más baja que cubre la Costa del Perú, la Costa sur del Ecuador y las Islas Galápagos.</li> <li>El horizonte futuro cercano mostró valores entre 0,91°C (SSP2-4.5) y 1,05°C (SSP5-8.5) para los escenarios climáticos analizados. En el futuro cercano se observaron valores entre 1,56°C (SSP2-4.5) y 2,31°C (SSP5-8.5), con diferencias marcadas para finales de siglo (Figura 17a).</li> </ul>
Acidificación (pH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El 100 % de los GCM muestran la misma o tendencia hacia la disminución del pH.</li> <li>Los resultados se analizaron para la capa superficial (profundidad entre 0 a 100 m) y subsuperficial (profundidad entre 100 a 400 m).</li> <li>De forma general, en las dos capas se observa una disminución del pH (Figura 17 b y c), siendo levemente mayor en la capa superficial.</li> <li>En el futuro cercano, se registró una disminución del pH entre -0,059 (SSP2-4.5) y -0,063 (SSP5-8.5) para los escenarios climáticos analizados respectivamente. En el futuro lejano, la disminución es aún mayor con valores de -0,123 (SSP2-4.5) y -0,173 (SSP5-8.5).</li> </ul>
Oxígeno disuelto	<ul style="list-style-type: none"> <li>El 50,0 % de los GCM analizados para el futuro cercano mostraron una tendencia a la disminución del oxígeno disuelto.</li> <li>El oxígeno disuelto se analizó para la capa superficial (0-100m) y subsuperficial (100-400m) (Figura 17d).</li> <li>Para el futuro cercano la disminución de esta variable está entre <math>-2,4 \times 10^{-4}</math> y <math>-1,0 \times 10^{-4}</math> mol/m<sup>3</sup>. Para el futuro lejano se registró un decremento de <math>-6,3 \times 10^{-4}</math> y <math>-3,7 \times 10^{-4}</math> mol/m<sup>3</sup>. El 48,3 % de los GCM presentaron una tendencia al aumento del oxígeno disuelto.</li> <li>En la capa subsuperficial (Figura 17e), el futuro cercano registró una reducción de <math>-0,2 \times 10^{-4}</math> mol/m<sup>3</sup> para el escenario SSP2-4.5 y un incremento de <math>2,8 \times 10^{-4}</math> mol/m<sup>3</sup> para el SSP5-8.5. El futuro lejano marcó incrementos de <math>2,8 \times 10^{-4}</math> (SSP2-4.5) y <math>4,7 \times 10^{-4}</math> mol/m<sup>3</sup> (SSP5-8.5) para cada escenario climático analizado. Para el futuro cercano, el 46,7 % de los GCM mostraron una tendencia al aumento de esta variable. Para el futuro lejano, el 48,3 % marcaron una tendencia al incremento.</li> <li>Tanto la Costa ecuatoriana como las Islas Galápagos, corresponden a una zona con concentración de oxígeno cercana a cero. Si bien la capa superficial presenta valores mayores, estos se reducen en zonas próximas a la Costa y las Islas, en comparación con zonas más alejadas al continente y al sur.</li> </ul>
Nivel medio del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados obtenidos permitieron determinar que los cambios para esta variable se distribuyen de forma homogénea en el país (Figura 18). El 100 % de los GCM mostraron una tendencia al incremento del nivel medio del mar, tanto para el futuro cercano como lejano.</li> <li>Para el futuro cercano se registró un incremento de 0,15 m para ambos escenarios climáticos.</li> <li>Mientras que, en el futuro lejano, los incrementos van desde 0,32 (SSP2-4.5) a 0,36 m (SSP5-8.5) para cada escenario, acentuándose a finales de siglo.</li> </ul>
Oleaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para esta variable, se observó una altura significativa (<math>H_s = 2\text{m}</math>) al sur de las Islas Galápagos (Figura 19a); mientras que, en Manabí, Esmeraldas y el norte de Galápagos se evidenció una reducción significativa de la altura del oleaje para el escenario RCP 8.5.</li> <li>De acuerdo con las proyecciones, los cambios esperados son casi insignificantes (aumento moderado de <math>\Delta H_s \sim +0,4\text{ m}</math> costa afuera de Manabí y al suroeste de Islas Galápagos).</li> <li>De acuerdo con la Figura 19b, el periodo dominante presentó valores de <math>T_m = 11\text{ s}</math> en la Costa Ecuatoriana. La dirección del oleaje está en un rango de <math>180^\circ</math> y <math>220^\circ</math> en el océano abierto (Figura 19c).</li> </ul>

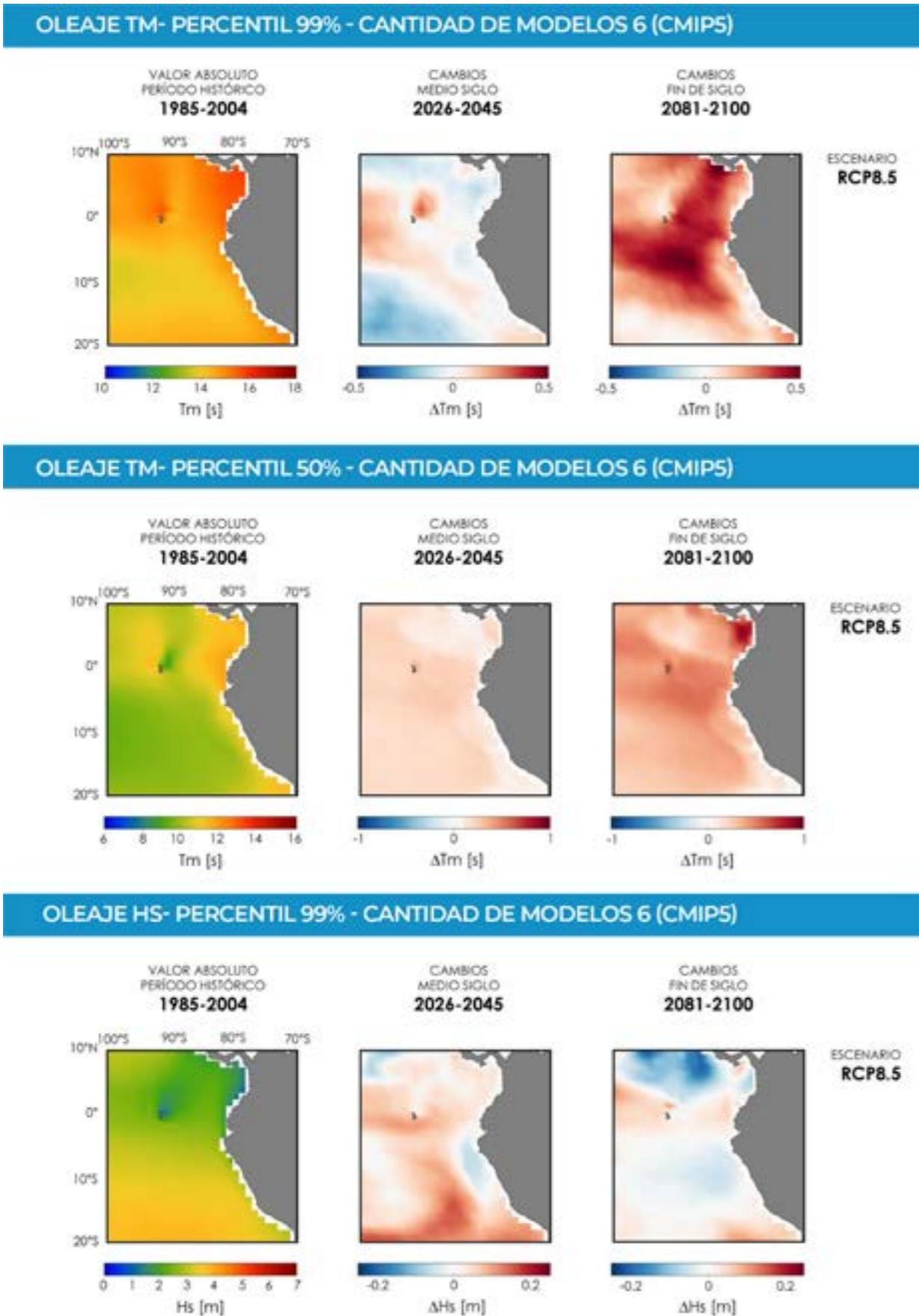


**Figura 17.** Valor absoluto para el periodo histórico y cambios esperados para los horizontes temporales futuros cercano y lejano, escenarios SSP2-4.5 (proyección intermedia) y SSP5-8.5 (proyección pesimista, que se muestra en la página siguiente) para el percentil 50 % (cambios climáticos medios) de cada variable analizada, siendo estas: (a) temperatura superficial del mar; (b) pH superficial; (c) pH subsuperficial; (d) oxígeno disuelto superficial; y, (e) oxígeno disuelto subsuperficial

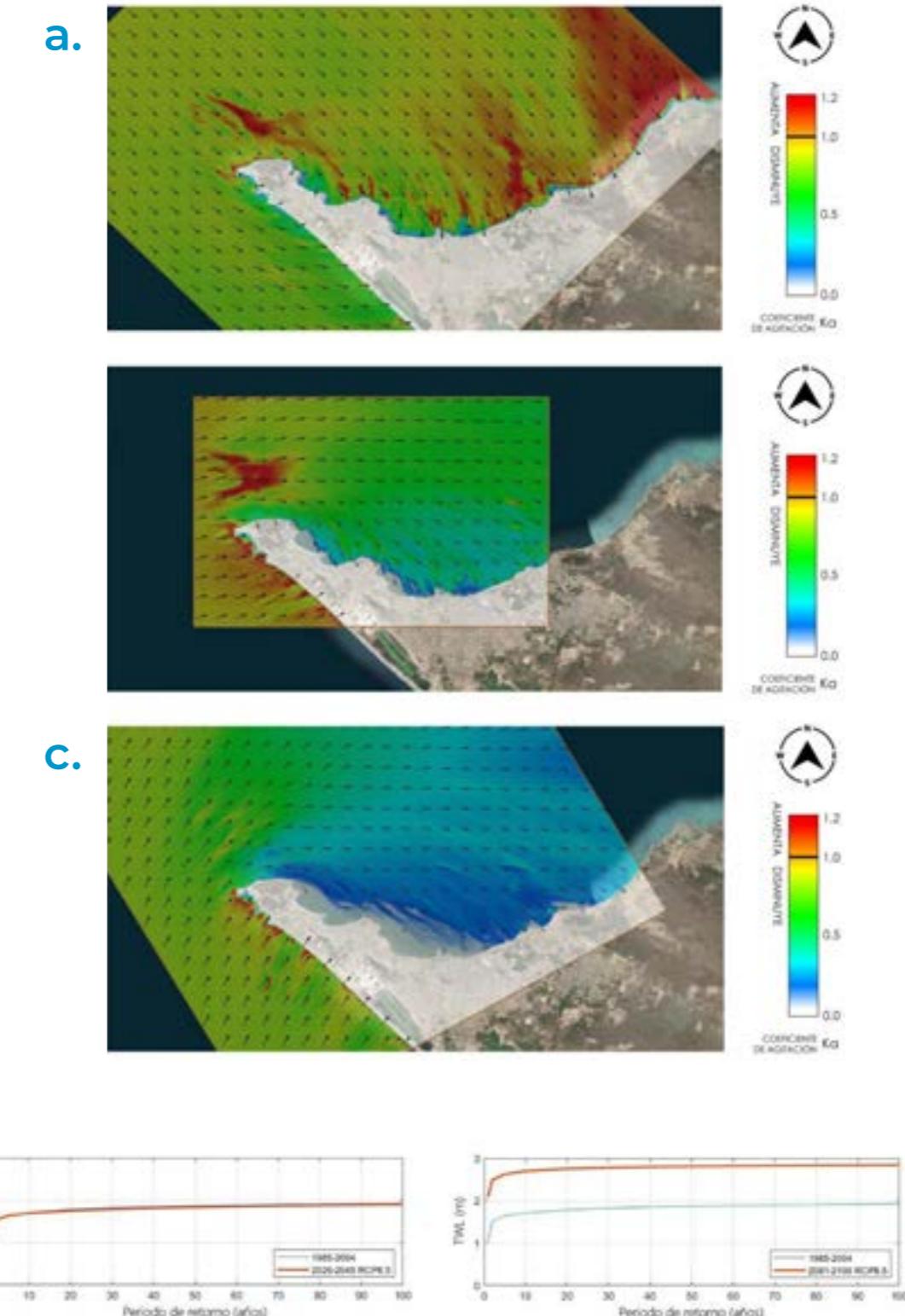


**Figura 18.** Cambios a nivel medio del mar (percentil 50 %) para el futuro cercano y lejano, y escenarios SSP2-4.5. (proyección intermedia) y SSP5-8.5. (proyección pesimista). En los dos escenarios existe incremento del nivel medio del mar para un futuro cercano y lejano





**Figura 19.** Oleaje del mar (percentil medio 50 %) en sus variables: (a) Campo de altura (Hs); (b) periodo (Tm); y, (c) dirección (0m) para los horizontes temporales históricos y futuros (cercano y lejano) en un escenario RCP 8.5 (proyección pesimista)



**Figura 20.** Cota de inundación aplicado a la zona “La Libertad” para el escenario RCP 8.5 (proyección pesimista). En este ejemplo, (a) muestra los campos de oleaje medio para un periodo de Tm = 12 s y una dirección SW en aguas profundas; (b) y (c) muestran la cota de inundación en función del periodo de retorno para el histórico y futuros (cercano y lejano)

# ANÁLISIS DE RIESGO CLIMÁTICO

## 6.1. Modelo Conceptual y Metodológico para el Análisis de Riesgo Climático

En los últimos años, Ecuador ha trabajado y fortalecido la generación de información base que permita comprender cómo se presentarán los cambios del clima futuro y cuáles serán los posibles impactos esperados. Estos insumos son

clave en la toma de decisiones para una gestión del cambio climático basada en evidencia de las zonas más vulnerables a los impactos negativos de este fenómeno. Las metodologías desarrolladas y sus lecciones aprendidas han permitido generar análisis de riesgo climático robustos en diferentes sectores, cuyos resultados han permitido la identificación de medidas de adaptación.

Con base en ello, para fines del presente PNA, la experiencia del Ecuador en la comprensión del riesgo climático se ha categorizado en tres niveles: (i) construcción participativa del riesgo climático; (ii) análisis estadístico a través de indicadores; y, (iii) modelación biofísica.

Las metodologías fueron diseñadas y aplicadas bajo el marco metodológico de riesgo climático presentado en el Quinto y Sexto Reportes de Evaluación del IPCC del Grupo de Trabajo II, donde se integraron los peligros o amenazas vinculados al clima, factores de exposición de los sistemas sociales y ecológicos y la vulnerabilidad (que a su vez integra la sensibilidad y capacidad adaptativa). Bajo esta concepción, la forma general de interpretar el riesgo climático en estos niveles ha sido la siguiente:

**Riesgo Climático (RC)=**  $f(\text{Amenaza (A), Exposición (E), Vulnerabilidad (V)})$

**Vulnerabilidad (V)=**  $f(\text{Sensibilidad (S), Capacidad Adaptativa(CA)})$

El IPCC resalta la importancia de profundizar el conocimiento para una toma de decisiones informada, a través de la “modelación”, aspecto que sobresale recurrentemente en las contribuciones de los Grupos I y II al AR6 (IPCC, 2021b, 2022a). Con base en ello, la AAN consideró importante avanzar hacia una mejora en la evaluación del riesgo climático mediante la modelación biofísica de los sistemas que representan a los sectores priorizados para la adaptación.

El uso de estas herramientas permite no solo analizar los componentes e interacciones biofísicas de cada sistema sectorial, también facilita la identificación de los

impactos del cambio climático, y permitirá en estudios complementarios definir los límites de la adaptación, que potencialmente se superen y deriven en pérdidas y daños por efectos adversos del cambio climático.

### 6.1.1. Nivel I. Construcción participativa del riesgo climático

Dentro de este nivel, el análisis de riesgo climático se levanta a través de un proceso participativo que representa la percepción social y/o técnica (de grupos locales o de especialistas) para el análisis de la exposición y de la vulnerabilidad, de acuerdo con un conjunto de lineamientos diseñados para facilitar el proceso, el cual es complementado con información de amenazas climáticas presentes y futuras, observaciones de parámetros hidrometeorológicos, información histórica de eventos climáticos extremos, información geoespacial, entre otras.

En este nivel destaca la “Caja de herramientas para la integración de criterios de cambio climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)<sup>12</sup>” (MAE, 2019a). El análisis se basa en una estimación del riesgo climático sobre programas/proyectos de los GAD, considerados como el elemento expuesto que puede ser afectado (total o parcialmente) por el cambio climático. Las principales características de este nivel vinculado con dicha herramienta son:

- Se establecen los lineamientos metodológicos para que los GAD (provinciales, cantonales y parroquiales) puedan incluir la dimensión de cambio climático en la formulación y actualización de sus PDOT.
- La información sobre las amenazas climáticas fue procesada a partir de datos y proyecciones climáticas de la TCN, y se presentan en píxeles de 10 x 10 km, que permite obtener una referencia sobre la magnitud y localización de las amenazas climáticas. Para futuras aplicaciones es necesario hacer uso de la información actualizada de proyecciones y amenazas climáticas. Por ejemplo, se encuentran disponibles proyecciones climáticas para el Ecuador con los Modelos Globales de Circulación (GCM) del CMIP6.
- Contiene 23 mapas provinciales del territorio continental (en píxeles de 10 x 10 km) y la forma de interpretarlos.
- Los mapas provinciales se generaron para cuatro amenazas climáticas (temperaturas muy altas, sequías, lluvias intensas y heladas) y dos escenarios: (i) actual o histórico (1981–2015); y, (ii) futuro (2016–2040 para dos Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) 4.5 y 8.5).
- La exposición y la vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad adaptativa) se analizan mediante un proceso participativo que involucra el análisis mediante preguntas orientadoras<sup>13</sup>.

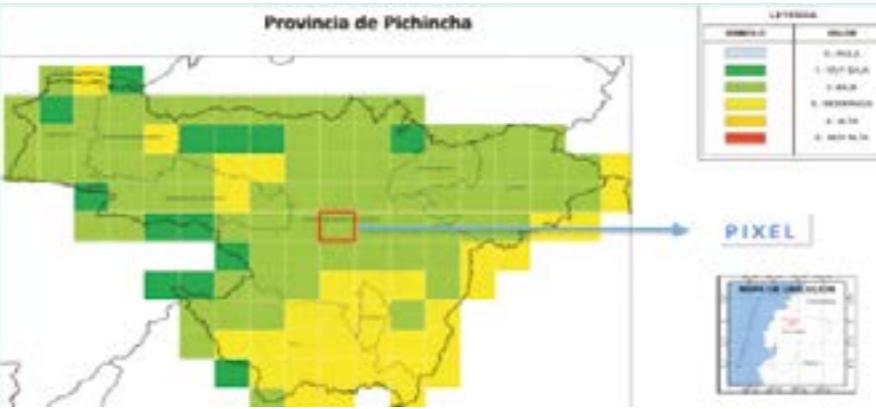
12 Disponible en el siguiente enlace: [Caja de herramientas\\_PDOT\\_CAMBIO CLIMATICO - Documentos - SUIA \(ambiente.gob.ec\)](https://www.ambiente.gob.ec/Caja-de-herramientas_PDOT_CAMBIO-CLIMATICO-Dокументos-SUIA)



Presa Daniel Toral Vélez, cuenca alta del río Chulco, afluente del río Machángara, provincia del Azuay – Proyecto AICCA

13 Las preguntas orientadoras son susceptibles a variaciones y modificaciones dependiendo el elemento expuesto en análisis.

**Cuadro 8.** Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático en el nivel I en función de la caja de herramientas para los PDOT

Pasos	Descripción						
<b>1. Definición del elemento expuesto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y priorizar los programas/proyectos o zonas del territorio específicas y que sean de interés para el GAD.</li> <li>El elemento expuesto puede ser el total o parte del programa/proyecto o zona de interés.</li> </ul>						
<b>2. Definición de la amenaza climática y efectos físicos directos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez que se ha definido el elemento expuesto, este debe ser ubicado en los mapas de amenazas climáticas proporcionadas, definiendo la superficie del elemento expuesto por cada categoría (1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto). La herramienta permite obtener mediante una sumatoria ponderada, el valor de la amenaza climática. Un ejemplo de los mapas que presenta la herramienta se muestra en la Figura 21.</li> </ul>  <p>Figura 21. Ejemplo de los mapas de amenazas climáticas expresados a nivel de píxel a 10 x 10 km</p>						
<b>3. Determinación del grado de exposición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para determinar el grado de afectación de la amenaza climática sobre el elemento expuesto, se utilizan preguntas orientadoras con las cuales se asignan puntajes con base en la escala de Likert de 1 a 5 (Figura 22).</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>¿Qué porcentaje del elemento expuesto se encuentra bajo amenaza climática de grado moderada, alta o muy alta?</td> <td>¿Se prevén cambios que modifiquen la Exposición del elemento expuesto a lo largo del tiempo?</td> <td>¿Qué tan frecuente ha sido en el pasado la amenaza climática que se analiza y/o sus efectos físicos directos?</td> </tr> <tr> <td>1. % de exposición Muy Bajo 0% a 20% 2. % de exposición Bajo 21% a 40% 3. % de exposición Moderado 41% a 60% 4. % de exposición Alto 61% a 80% 5. % de exposición Muy Alto 81% a 100%</td> <td>1. Ninguno 2. Muy Pocos 3. Pocos 4. Varios 5. Muchos</td> <td>1. Muy Poco Frecuente 2. Poco Frecuente 3. Frecuente 4. Con Alta Frecuencia 5. Con Muy Alta Frecuencia</td> </tr> </table> <p>Figura 22. Preguntas orientadoras para determinar el grado de exposición</p>	¿Qué porcentaje del elemento expuesto se encuentra bajo amenaza climática de grado moderada, alta o muy alta?	¿Se prevén cambios que modifiquen la Exposición del elemento expuesto a lo largo del tiempo?	¿Qué tan frecuente ha sido en el pasado la amenaza climática que se analiza y/o sus efectos físicos directos?	1. % de exposición Muy Bajo 0% a 20% 2. % de exposición Bajo 21% a 40% 3. % de exposición Moderado 41% a 60% 4. % de exposición Alto 61% a 80% 5. % de exposición Muy Alto 81% a 100%	1. Ninguno 2. Muy Pocos 3. Pocos 4. Varios 5. Muchos	1. Muy Poco Frecuente 2. Poco Frecuente 3. Frecuente 4. Con Alta Frecuencia 5. Con Muy Alta Frecuencia
¿Qué porcentaje del elemento expuesto se encuentra bajo amenaza climática de grado moderada, alta o muy alta?	¿Se prevén cambios que modifiquen la Exposición del elemento expuesto a lo largo del tiempo?	¿Qué tan frecuente ha sido en el pasado la amenaza climática que se analiza y/o sus efectos físicos directos?					
1. % de exposición Muy Bajo 0% a 20% 2. % de exposición Bajo 21% a 40% 3. % de exposición Moderado 41% a 60% 4. % de exposición Alto 61% a 80% 5. % de exposición Muy Alto 81% a 100%	1. Ninguno 2. Muy Pocos 3. Pocos 4. Varios 5. Muchos	1. Muy Poco Frecuente 2. Poco Frecuente 3. Frecuente 4. Con Alta Frecuencia 5. Con Muy Alta Frecuencia					
<b>4. Cálculo de la Vulnerabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con el aporte técnico del GAD (sus conocimientos y nivel de experticia), la vulnerabilidad se define con los valores obtenidos de la Sensibilidad y Capacidad Adaptativa.</li> </ul>						

Pasos	Descripción						
<b>4.1. Cálculo de la Sensibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se estima en función de preguntas orientadoras con las cuales se asignan puntajes con base en una escala de Likert de 1 a 5 (Figura 23).</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con atributos preexistentes o características propias que representen mayor sensibilidad frente a amenazas climáticas y sus efectos físicos?</td> <td>2. ¿En qué nivel el efecto físico (ver celda "J") considerado en el análisis, afecta a un recurso clave para el desarrollo del proyecto?</td> <td>3. ¿En qué nivel las presiones no climáticas existentes (de tipo ambiental, social, político o económico), en las zonas aledañas al elemento expuesto, afectan el desarrollo del proyecto?</td> </tr> <tr> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> </tr> </table> <p>Figura 23. Preguntas orientadoras para determinar la sensibilidad</p>	1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con atributos preexistentes o características propias que representen mayor sensibilidad frente a amenazas climáticas y sus efectos físicos?	2. ¿En qué nivel el efecto físico (ver celda "J") considerado en el análisis, afecta a un recurso clave para el desarrollo del proyecto?	3. ¿En qué nivel las presiones no climáticas existentes (de tipo ambiental, social, político o económico), en las zonas aledañas al elemento expuesto, afectan el desarrollo del proyecto?	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto
1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con atributos preexistentes o características propias que representen mayor sensibilidad frente a amenazas climáticas y sus efectos físicos?	2. ¿En qué nivel el efecto físico (ver celda "J") considerado en el análisis, afecta a un recurso clave para el desarrollo del proyecto?	3. ¿En qué nivel las presiones no climáticas existentes (de tipo ambiental, social, político o económico), en las zonas aledañas al elemento expuesto, afectan el desarrollo del proyecto?					
1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto					
<b>4.2. Cálculo de la Capacidad Adaptativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se estima en función de preguntas orientadoras con las cuales se asignan puntajes con base en una escala de Likert de 1 a 5 (Figura 24).</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con suficientes recursos ambientales para enfrentar los cambios del clima?</td> <td>2. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con recursos socioeconómicos para frenar los cambios del clima?</td> <td>3. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con elementos de gobernanza para enfrentar los cambios del clima?</td> </tr> <tr> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> <td>1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto</td> </tr> </table> <p>Figura 24. Preguntas orientadoras para determinar la capacidad adaptativa</p>	1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con suficientes recursos ambientales para enfrentar los cambios del clima?	2. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con recursos socioeconómicos para frenar los cambios del clima?	3. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con elementos de gobernanza para enfrentar los cambios del clima?	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto
1. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con suficientes recursos ambientales para enfrentar los cambios del clima?	2. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con recursos socioeconómicos para frenar los cambios del clima?	3. ¿En qué nivel el elemento expuesto cuenta con elementos de gobernanza para enfrentar los cambios del clima?					
1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto	1. Muy Bajo 2. Bajo 3. Moderado 4. Alto 5. Muy Alto					
<b>5. Identificación de impactos: consecuencias, tipo y grado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con el mismo equipo técnico y sobre la base de la amenaza climática y elemento expuesto seleccionado, se analizan las consecuencias (económicas, ambientales y/o sociales); tipo de impacto (temporal o permanente); y el grado del impacto (desde muy bajo a muy alto).</li> </ul>						
<b>6. Estimación del riesgo climático del elemento expuesto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez que se ha determinado la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, se obtiene la estimación del riesgo climático. En este caso, la herramienta calcula automáticamente el resultado, el cual se interpreta en función de una escala de cinco niveles: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto.</li> </ul>						

Fuente: MAE (2019a)



Figure 7 Reserva Ecológica Arenillas – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Como se puede apreciar, originalmente la caja de herramientas fue diseñada para que los GAD provinciales, cantonales y parroquiales, puedan caracterizar el riesgo climático (actual y futuro) para facilitar la gestión y acciones territoriales de adaptación al cambio climático. Sin embargo, esta herramienta se adecuó también para otros fines y usuarios, que además del proceso participativo para analizar la percepción social y/o técnica mediante la aplicación de las preguntas orientadoras (método cualitativo para la exposición y vulnerabilidad), considera insumos/datos adicionales (método cuantitativo) que permitieron precisar las valoraciones que se realizan para las amenazas, exposición, la vulnerabilidad y con esto obtener el riesgo climático.

Esta adecuación se pudo evidenciar en tres experiencias desarrolladas en el país por el MAATE en conjunto

con actores sectoriales, las cuales son: (i) actualización del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Los Ilinizas incluyendo la variable de adaptación al cambio climático; (ii) áreas homogéneas para la gestión de prácticas de conservación y recuperación del suelo rural de producción resilientes al cambio climático, con la vinculación del MAG; y, (iii) actualización y complementación del Plan de Acción de Humedales del Ecuador mediante la incorporación de la dimensión de adaptación al cambio climático.

En el primer caso, bajo el marco del PLANACC se actualizó el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Los Ilinizas establecida mediante Resolución N° 066 del 11 de diciembre de 1996, donde se incluyó un análisis de riesgo climático y el diseño de acciones vinculadas con la adaptación al cambio climático. En el segundo caso, se definieron áreas homogéneas bajo criterios de degradación del suelo, condiciones físicas, ambientales y socioeconómicas para la aplicación de prácticas que permitan la conservación y recuperación de suelos bajo un contexto de cambio climático. Para el análisis de riesgo climático, se priorizaron nueve áreas homogéneas distribuidas de la siguiente forma: cinco para el manejo de la erosión hídrica; dos para el manejo de la compactación; y, para el manejo de cangahuas y salinización, uno por cada grupo. Y, en el tercer caso, el análisis partió de la identificación y priorización de 10 humedales del Ecuador. Para ello, se consideró un conjunto de criterios y datos<sup>14</sup> que fueron procesados y analizados mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), lo que permitió establecer los siguientes humedales: Abras de Mantequilla, La Segua, Churute, Cube (Costa); Cajas, Ñucanchi Turupamba, Colta (Sierra); Lago Agrio, Cuyabeno – Lagartococha – Yasuní (Amazonía); y, Sur Isabela (Galápagos).

Con este antecedente, a continuación, en el Cuadro 9 se presenta una síntesis de la metodología aplicada para la estimación del riesgo climático, detallando las adaptaciones que se realizaron en función de los tres casos antes mencionados.

<sup>14</sup> Se consideró los siguientes criterios: su distribución en las cuatro regiones del país (Costa, Sierra, Amazonía e Insular); ubicación (provincia) biogeográfica; el estatus o nivel de conservación asignado por el MAATE; declaratoria de sitio RAMSAR; fragilidad de los ecosistemas; amenazas antrópicas directas e indirectas.

Cuadro 9. Metodología aplicada para el análisis de riesgo climático mediante la adaptación de la caja de herramientas

Pasos	Descripción del proceso adaptado
1. Revisión, análisis de información secundaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Revisión de información secundaria con las siguientes características: que provenga de fuentes oficiales; disponible y accesible en la versión más actualizada; alcance nacional y local; que esté georreferenciada o que cuente con alguna referencia geográfica que facilite su espacialización.</li> <li>■ En función de la información secundaria disponible, se identifican y seleccionan indicadores para todos los componentes que integran el riesgo climático: amenaza, exposición y vulnerabilidad, debidamente ponderados mediante el criterio de especialistas</li> <li>■ Procesamiento y normalización de los indicadores seleccionados y consolidación en bases de datos.</li> </ul>
2. Definición del elemento expuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Análisis espacial/cartográfico de información secundaria de mapas y bases de datos oficiales.</li> <li>■ Definición del elemento expuesto y generación de mapas con la espacialización de las áreas de análisis.</li> </ul>
3. Definición de la amenaza climática y efectos físicos directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se utilizó la información geográfica de las amenazas climáticas de la caja de herramientas (por lo general, RCP 4,5 para el periodo 2016–2040).</li> <li>■ Estimación de los niveles (ponderados) de amenaza dentro de las áreas definidas como elementos expuestos, mediante geoprocесamiento de datos espaciales y uso de la caja de herramientas.</li> </ul>
4. Determinación del grado de exposición	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para determinar el grado de afectación de cada amenaza climática sobre los elementos expuestos definidos, se aplican las preguntas orientadoras de la caja de herramientas, precisando la asignación de los puntajes mediante el geoprocесamiento de los indicadores identificados en el paso 1 y mediante talleres/reuniones con especialistas.</li> </ul>
5. Análisis de la vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se trabaja mediante la integración y geoprocесamiento de los indicadores (seleccionados en el paso 1), establecidos para sensibilidad y capacidad adaptativa. La vulnerabilidad se obtiene de la división de estos parámetros.</li> </ul>
5.1. Cálculo de la sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los datos e indicadores analizados y priorizados en el paso 1, se agrupan en dimensiones (como: ambiental, socioeconómico, gobernanza).</li> <li>■ Procesados los indicadores de cada dimensión, se procedió con su integración (usando los datos normalizados) mediante geoprocесamiento y álgebra de mapas, para establecer el nivel de sensibilidad en función de cinco categorías: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto. Algunos indicadores se complementaron mediante la aplicación de las preguntas orientadoras de la caja de herramientas mediante talleres con especialistas.</li> <li>■ Se ingresan los resultados en la caja de herramientas para obtener los valores correspondientes a capacidad adaptativa.</li> </ul>
5.2. Cálculo de la capacidad adaptativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Procesados los indicadores de cada dimensión, se procede a la integración (usando los datos normalizados) mediante geoprocесamiento y álgebra de mapas, para establecer el nivel de capacidad adaptativa en función de cinco categorías: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto. Algunos indicadores se complementaron mediante la aplicación de las preguntas orientadoras de la caja de herramientas mediante talleres con especialistas.</li> <li>■ Se ingresan los resultados en la caja de herramientas para obtener los valores correspondientes a capacidad adaptativa.</li> </ul>
6. Identificación de impactos: consecuencias, tipo y grado	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se aplican las preguntas orientadoras de la caja de herramientas, y la asignación de los puntajes se realizó mediante talleres con especialistas.</li> </ul>
7. Estimación del riesgo climático del elemento expuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los resultados obtenidos (datos) en los pasos anteriores para los componentes del riesgo climático (amenaza, exposición y vulnerabilidad), se ingresaron en la herramienta para la respectiva estimación e interpretación en función de una escala de cinco niveles: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto.</li> <li>■ Mediante geoprocесamiento, se generaron matrices o mapas de riesgo climático para las áreas de interés o elementos expuestos.</li> </ul>

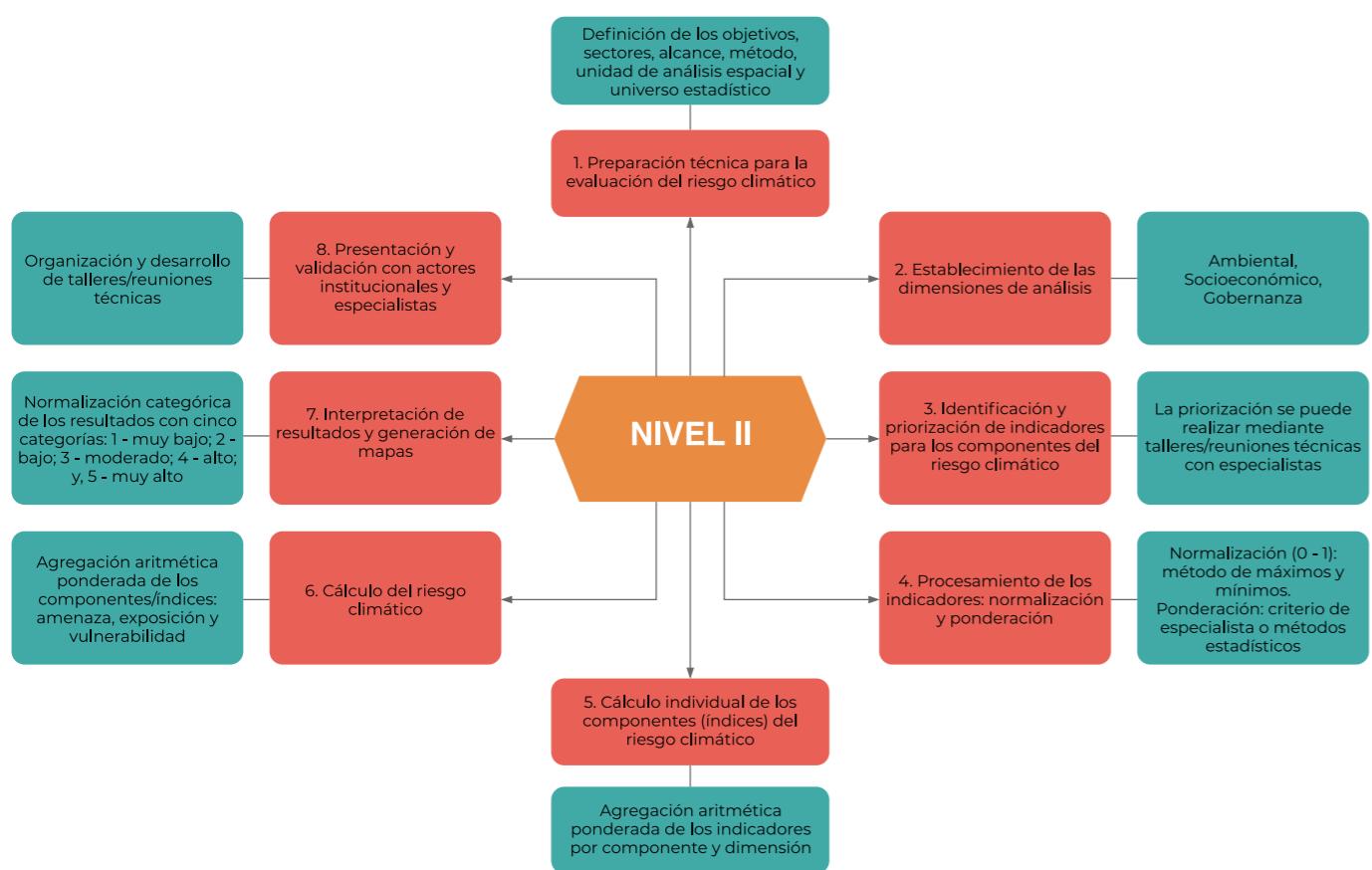
## 6.1.2. Nivel II. Análisis Estadístico a través de indicadores

El nivel II contempla métodos basados en la parametrización de indicadores y su respectivo análisis estadístico para la estimación del riesgo climático. Al igual que el nivel I, en este también se realizaron los análisis bajo el marco conceptual del AR5 del IPCC y la información de proyecciones climáticas generadas para Ecuador mediante la utilización de modelos del CMIP5. Para futuras aplicaciones es necesario hacer uso de la información actualizada de proyecciones y amenazas climáticas. Por ejemplo, se encuentran disponibles proyecciones climáticas para el Ecuador con los Modelos Globales de Circulación (GCM) del CMIP6.

Este nivel se caracteriza por utilizar métodos matemáticos, estadísticos y de geoprocесamiento, que permiten la definición de indicadores e índices para el cálculo de las variables del riesgo climático (Figura 25): amenazas climáticas, exposición y vulnerabilidad

(sensibilidad y capacidad adaptativa).

En la aplicación de este nivel se pueden resaltar los siguientes estudios: (i) diagnósticos provinciales de cambio climático realizados por el CONCOPE (2019c) bajo el marco del proyecto Acción Provincial Frente al Cambio Climático (APROCC); (ii) análisis nacional del riesgo climático del sector ganadero del Ecuador, realizado por MAG, MAATE y FAO (2020); (iii) evaluación de la vulnerabilidad y riesgo climático de la definición de medidas de adaptación en las áreas de intervención del Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos en los Andes (AICCA) (MAATE y Universidad de Cuenca, 2020); y, (iv) Caracterización de riesgo climático de los productores de la agricultura familiar campesina de Ecuador y sus implicaciones para políticas que fortalezcan su resiliencia (MAG, MAATE y FAO, 2020); entre otros. Una síntesis general del proceso metodológico sugerido por los casos antes mencionados para el análisis de riesgo climático se presenta a continuación en el Cuadro 10.



**Figura 25.** Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático del análisis estadístico a través de indicadores. Adaptado de: CONCOPE (2019b); GIZ et al. (2018); y, MAG, MAATE y FAO (2020)

**Cuadro 10.** Detalles metodológicos de los análisis de riesgo climático bajo el esquema del nivel II

Pasos	Descripción
1. Preparación técnica para el análisis de riesgo climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el objetivo del análisis de riesgo climático y el o los sectores priorizados para la adaptación que son de interés para el análisis.</li> <li>Establecer el alcance conceptual y método (matemático, estadístico y/o geoprocесamiento) para la evaluación del riesgo climático.</li> <li>Determinar la unidad de análisis espacial (por ejemplo: parroquial, cantonal, provincial, nacional) y universo estadístico.</li> </ul>
2. Dimensiones de análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por lo general, los análisis se realizaron con base a tres dimensiones: (i) ambiental considerando las condiciones biofísicas; (ii) socioeconómica que incluyen los aspectos sociales y económicos del cambio climático y sus implicaciones para los sectores de análisis; y, (iii) gobernanza, vinculados con la institucionalidad y marco normativo/político.</li> </ul>
3. Identificación y priorización de indicadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de información secundaria.</li> <li>Establecer un conjunto de indicadores y priorizarlos mediante reuniones y/o talleres con especialistas.</li> <li>Se procede con la búsqueda y sistematización de datos para cada indicador priorizado (se consolidan bases de datos).</li> </ul>
4. Procesamiento de los datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el caso de las amenazas climáticas, se utilizó la información de los análisis climáticos de la TCN, para dos períodos (histórico 1981–2015 y futuro 2016–2040) y dos escenarios (RCP 4,5 y 8,5). En estos análisis, se utilizaron índices para la detección de tendencias climáticas, cambios en eventos extremos (obtenidos por ejemplo mediante la herramienta RCLimdex) como, por ejemplo: lluvias extremas, días secos consecutivos, heladas, etc.</li> </ul> <p>Para futuras aplicaciones es necesario hacer uso de la información actualizada de proyecciones y amenazas climáticas. Por ejemplo, se encuentran disponibles proyecciones climáticas para el Ecuador con los Modelos Globales de Circulación (GCM) del CMIP6.</p>
5. Cálculo de los componentes (índices) del riesgo climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos e indicadores son normalizados a una escala común y sin unidades, entre 0 y 1, ya que los componentes del riesgo climático (amenazas climáticas, exposición, y la vulnerabilidad que integra sensibilidad y capacidad adaptativa) están expresados con diferentes unidades.</li> <li>Una vez que los datos han sido normalizados, es posible realizar operaciones matemáticas y análisis estadísticos, ya que los indicadores quedan expresados sin unidades de medida.</li> <li>Con ello, se procede a ponderar los indicadores para determinar su nivel de importancia y contribución al riesgo climático, utilizando métodos estadísticos y/o a través del criterio de especialistas.</li> </ul>
6 y 7. Cálculo del riesgo climático, generación de mapas e interpretación de los resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos e indicadores se integran bajo métodos matemáticos o de geoprocесamiento. Por ejemplo, a través de álgebra de mapas o agregación aritmética ponderada.</li> <li>Los valores resultantes de la integración de los indicadores permiten obtener los valores de amenazas climáticas, exposición y vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad adaptativa).</li> <li>Estos datos se categorizan en función de la siguiente escala: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto y se generan mapas para visualizar los resultados por cada componente (índice).</li> </ul>
8. Presentación, retroalimentación y validación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se aplica la ecuación presentada en la sección 6.1 para obtener el riesgo climático. Los resultados se categorizan en función de la siguiente escala: 1 – muy bajo; 2 – bajo; 3 – moderado; 4 – alto; y, 5 – muy alto y se generan mapas para visualizar los resultados en función del área de análisis.</li> <li>Este paso es transversal a los anteriores y se aplica mediante la conformación de grupos de trabajo con especialistas vinculados al sector y área de análisis para revisar, retroalimentar y finalmente validar los resultados obtenidos.</li> <li>Con esta información, se pueden identificar y diseñar medidas de adaptación para ser implementadas a nivel territorial.</li> </ul>

Adaptado de: CONCOPE (2019c); MAG et al. (2020); y, MAATE y Universidad de Cuenca (2020)

### 6.1.3. Nivel III. Modelación biofísica

El Análisis de Riesgo Climático (ARC) diseñado por el MAATE y actores del GST utilizó el marco conceptual del Reporte Especial de Océanos y Criósfera del Sexto Ciclo de Evaluación del IPCC. El ARC resulta de la interacción entre los parámetros del modelo biofísico que representan la sensibilidad y capacidad adaptativa (vulnerabilidad) del elemento expuesto, y la amenaza climática. La definición de metodologías, sistema sectorial priorizado y su elemento expuesto, modelos biofísicos e información disponible, se realizó bajo un proceso participativo, técnico y científico interinstitucional. A su vez, el GST conformado para este efecto, participó en el proceso de calibración de los modelos utilizados en cada sector y validación de los resultados. La generación de los esquemas metodológicos para la realización de riesgo climático basado en la modelación biofísica se realizó a través de:

- Identificación y análisis de los sistemas sectoriales priorizados<sup>15</sup>, sus actividades más relevantes y elementos claves a considerar para la modelación biofísica del riesgo climático.
- Identificación de las amenazas climáticas y factores exacerbantes no climáticos<sup>16</sup> con potencial de ocasionar impactos sobre los sistemas sectoriales priorizados.
- Establecimiento del esquema metodológico para la modelación biofísica de impactos del cambio climático y factores exacerbantes no climáticos (identificados anteriormente), determinando los impactos en cascada<sup>17</sup> que puedan afectar a los sistemas sectoriales. A su vez, se analizaron conceptualmente los límites de

adaptación a los que el sistema sectorial expuesto presenta ante el riesgo climático<sup>18</sup>.

Los análisis de riesgo climático (ARC) a través de la modelación biofísica, ejecutaron en tres fases generales:

- Revisión de información y selección de las variables de entrada para la modelación;
- Calibración y corridas iniciales de los modelos (para el presente: 1985–2015; y futuro: cinco años tipo en el periodo 2020–2050); y,
- Corridas definitivas de la modelación e interpretación de los impactos biofísicos identificados.

En este nivel, los análisis de riesgo climático se realizaron con la información de las Proyecciones Climáticas Futuras 2020–2050 (presentadas en la sección 5.1), considerando los patrones de circulación atmosférica y modelación de precipitación y temperatura. Con ello, a continuación, en la Figura 26 se muestra una síntesis de los sistemas sectoriales y los modelos que se priorizaron para los análisis de riesgo climático que se presentan en la sección 6.2.

Si bien se contaron con datos e información clave para la ejecución de los modelos de simulación, de acuerdo con su disponibilidad, se requiere la continua generación y actualización de insumos que incrementen la calidad y representatividad de los resultados en los siguientes ARC. Por ello, en la fase final de cada ARC se sugirieron diversas actividades enfocadas a reducir estas brechas y vacíos de información.

<sup>15</sup> Los sistemas sectoriales están conformados por uno o más elementos que contribuyen al logro de un objetivo clave de los sectores priorizados para la adaptación. Estos sistemas y sus elementos son susceptibles a la presión o influencia de amenazas climáticas y otros factores exacerbantes no climáticos, los cuales pueden impedir el normal funcionamiento del propio sistema y/o limitar el logro de sus objetivos, y/o causar daños o efectos nocivos.

<sup>16</sup> En la generación de los insumos técnicos para la modelación de impactos por cada sector, se consideró una amenaza climática como la ocurrencia de un evento climático extremo (como lluvias intensas) o la presencia de una tendencia climática (como el incremento de la temperatura media anual) que pueda ocasionar efectos directos con impactos en el sector y su sistema. Por otro lado, los factores exacerbantes no climáticos no están directamente relacionados con los cambios en el clima, pueden ser de origen antropogénico o natural (como cambio de uso del suelo, contaminación, ineficiencia del sistema, etc.), que pueden influir sobre el sistema sectorial y agravar los impactos de origen climático.

<sup>17</sup> Los impactos en cascada se entendieron como las alteraciones causadas por amenazas climáticas sobre una parte de un sistema sectorial, y que inevitablemente afectan el estado de otra parte del sistema, y así sucesivamente hasta que el impacto final es mayor al impacto inicial.

<sup>18</sup> Los límites de impacto se consideraron como aquellos umbrales (basados en observación, referencias secundarias científicas o criterio de especialistas) relacionados con los sistemas sectoriales, las amenazas climáticas y factores exacerbantes no climáticos capaces de afectar a dicho sistema. Los límites son factibles de establecerse una vez que un determinado impacto alcanza tal magnitud que afecta de manera significativa a los sistemas o a su normal operación.

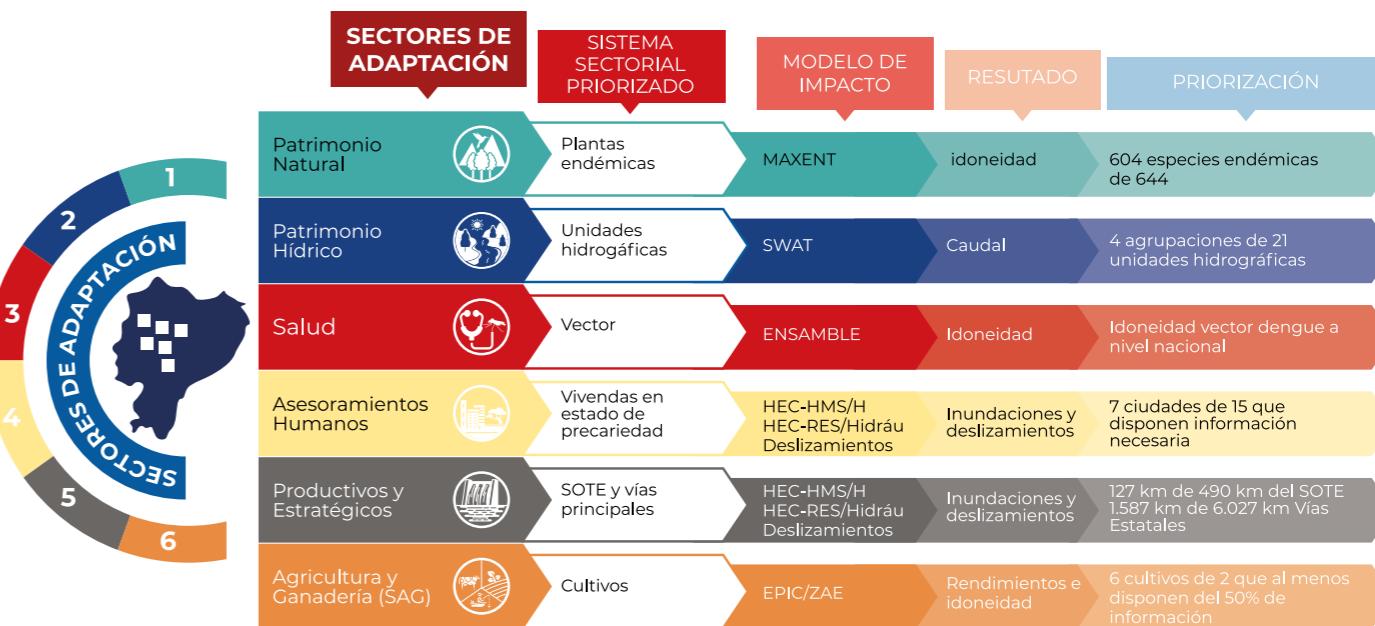


Figura 26. Detalles metodológicos de los análisis de riesgo climático bajo el esquema del nivel III

Finalmente, la metodología aplicada y consecuentes hallazgos establecieron un precedente sobre el riesgo climático que permitió comprender y dimensionar los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores priorizados (desde escalas locales hasta nacionales) en los diferentes escenarios futuros. De esta manera, se logrará efectivizar y optimizar el diseño e implementación de las medidas sectoriales de ACC.

las diferentes condiciones climáticas presentes y futuras, desde el 2016 el Ecuador ha venido realizando esfuerzos para mejorar las bases de datos climáticos y generar información de alta calidad. Esta información permite estimar y evaluar el riesgo climático sobre los asentamientos humanos, soberanía alimentaria, patrimonio hídrico y natural, salud, e infraestructura estratégica, los cuales son claves para el desarrollo sostenible (IPCC, 2014b).

Es necesario recordar que la ejecución de los ARC incluyó un proceso participativo (técnico/científico) en cada fase general. Para ello se desarrollaron talleres metodológicos y de resultados de ARC por sector que permitieron recopilar observaciones y realizar los ajustes correspondientes. A continuación, se expone la metodología y principales hallazgos de los ARC, los cuales aportarán directamente al diseño de las medidas de ACC que se encuentran incluidas en el presente Plan.

## 6.2. Análisis Sectorial de Riesgo Climático

Los impactos causados por el cambio climático se incrementan afectando severamente la economía, el desarrollo, y el bienestar general de la población. El último reporte del IPCC (2022a) resalta al cambio climático como una amenaza para el bienestar humano y la salud del planeta, siendo cada vez menor la tolerancia de los diferentes sistemas naturales y antrópicos. Desde el punto de vista de la adaptación al cambio climático, generar información es indispensable para el diseño de políticas públicas y facilitar la toma de decisiones que propicien la reducción del riesgo climático (IPCC, 2022b). Considerando la urgencia de actuar frente a

### 6.2.1. Patrimonio Natural

Se estima que el cambio climático alterará el equilibrio de la gran mayoría de ecosistemas naturales, en especial de aquellos altamente degradados por actividades antrópicas (Pearce–Higgins *et al.*, 2015). De esta manera, la pérdida de la biodiversidad se acelera a nivel mundial y la distribución de las especies continúa modificándose hasta la potencial reestructuración de las comunidades (Freeman *et al.*, 2018; Golicher *et al.*,

# “conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos, para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático”.

2012; IPCC, 2022a; Torres et al., 2020). Considerando que Ecuador es un país megadiverso, se esperan potenciales impactos y daños para este sector (MAE, 2019b). Ante ello, en 2012, la ENCC estableció como objetivo primordial: “conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos, para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático”.

En este sentido, para reducir la pérdida de biodiversidad es fundamental disponer y seguir generando información sobre las características actuales de las especies, incluyendo aspectos como sitios de presencia u ocurrencia, patrones de movimiento, abundancias relativas y el estado de las poblaciones a lo largo del tiempo (Brook et al., 2008). Esto facilita la aplicación de modelos de impactos biofísicos para conocer el riesgo climático del Patrimonio Natural bajo diferentes condiciones climáticas (presentes y futuras). Por ello, en la siguiente sección, se muestra el proceso metodológico y los principales resultados del ARC para este sector.

## 6.2.1.1. Metodología

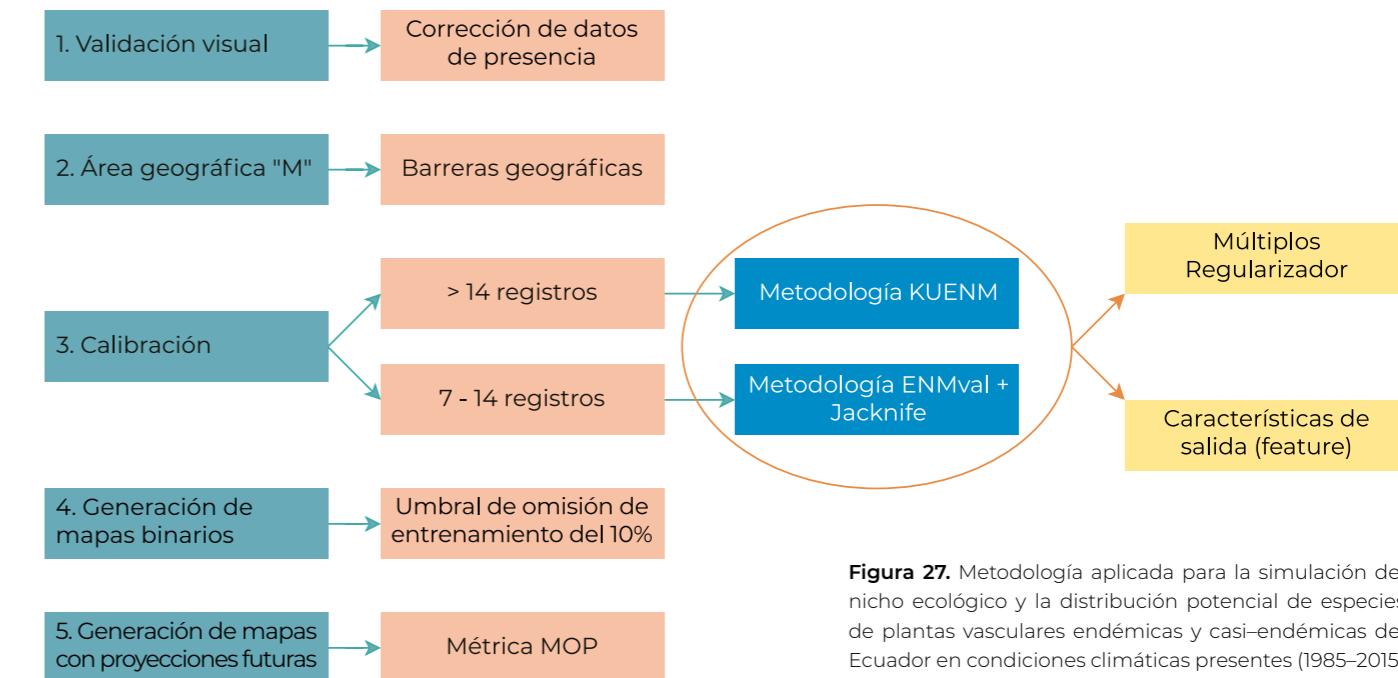
Los sistemas sectoriales priorizados corresponden a especies endémicas y casi endémicas<sup>19</sup> de plantas vasculares del Ecuador (con alto grado de amenaza) que se encuentran dentro de las provincias biogeográficas del Ecuador (Chocó, Pacífico Ecuatorial, Andes del Norte, Amazonía Noroccidental e Islas Galápagos). Estas se seleccionaron a través de revisión bibliográfica y aportes de especialistas (miembros del GST y expertos/as consultados). Bajo este contexto, se decidió utilizar el programa MaxEnt (Phillips et al., 2006), el cual tra-

baja bajo un enfoque de nicho ecológico de las especies y es ampliamente utilizado no sólo en estudios de ecología, sino también en investigaciones sobre conservación de especies amenazadas y los efectos de los cambios globales en los patrones de la biodiversidad (Araújo et al., 2019). MaxEnt requiere dos tipos de datos: (i) las localidades donde se ha registrado la especie; y, (ii) las capas digitales de las condiciones ambientales (variables climáticas y topográficas).

Una vez definidos el sistema sectorial priorizado y el programa de modelación, se determinó el riesgo climático sobre las especies endémicas y casi endémicas de plantas vasculares del Ecuador en cuatro fases: (i) revisión y validación de datos de localidad de especies; (ii) selección de variables climáticas; (iii) calibración y ejecución del método de modelación; y, (iv) generación de mapas por especie. Los recursos utilizados para la aplicación del modelo se detallan en el Anexo 2. A continuación, en el Cuadro 11 y Figura 27 se describen las fases de la metodología aplicada

**Cuadro 11.** Descripción del proceso metodológico aplicado para determinar el ARC sobre el Patrimonio Natural

Fase	Descripción
Revisión y validación de datos de localidad de especies	Se obtuvieron 644 especies con 8.391 registros de presencia óptimos <sup>20</sup> para el modelamiento con MaxEnt. Sin embargo, para los análisis finales se consideraron 606 especies, debido a que su modelación presentó altos valores estadísticos.
Selección de variables climáticas	Se seleccionaron siete variables (temperatura máxima de la temporada más húmeda, temperatura mínima de la temporada más fría, temperatura media de la temporada más seca, temperatura media de la temporada más cálida, precipitación de la temporada más seca, precipitación de la temporada más cálida y días húmedos consecutivos) que representan la estabilidad de las condiciones climáticas en el país.
Calibración y ejecución del método de modelación	Antes de ejecutar la modelación, para cada especie se estimó el área de accesibilidad histórica <sup>21</sup> (Soberón y Peterson, 2005), la cual se utilizó como área de calibración de los modelos para el presente y como hipótesis de dispersión geográfica en el futuro (Barve et al., 2011; Peterson et al., 2002). Posteriormente, aplicando el algoritmo de máxima entropía del programa MaxEnt, se obtuvieron los modelos de idoneidad ambiental.
Generación de mapas por especie	Los mapas de salida del MaxEnt se transformaron en mapas binarios de presencia/ausencia; se generaron mapas con escenarios alternativos: “no dispersión”, donde las especies no podrán desplazarse a nuevos sitios; y, “dispersión limitada”, que indica que las especies podrán dispersarse dentro de sus áreas de accesibilidad y colonizar nuevas áreas idóneas en el futuro (Atauchi et al., 2020; Peterson et al., 2002; David A. Prieto-Torres et al., 2019); y, mapas de áreas de estabilidad climática para las especies (Collevatti et al., 2013)



**Figura 27.** Metodología aplicada para la simulación del nicho ecológico y la distribución potencial de especies de plantas vasculares endémicas y casi-endémicas del Ecuador en condiciones climáticas presentes (1985–2015) y futuras (2020–2050)

<sup>19</sup> El término “casi endémicas” hace referencia a aquellas especies que presentan la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos (Stiles, 1998).

<sup>20</sup> Cada especie cuenta con el mínimo de registros o datos independientes establecido ( $\geq 7$ ) para el modelamiento con MaxEnt (Peterson et al., 2011).

<sup>21</sup> El área de accesibilidad histórica o “M”, corresponde a un polígono SIG con el que se recortan las capas climáticas, y resume la presencia de barreras geográficas y ecológicas que afectan la dispersión de las especies (Barve et al., 2011; Peterson et al., 2002)

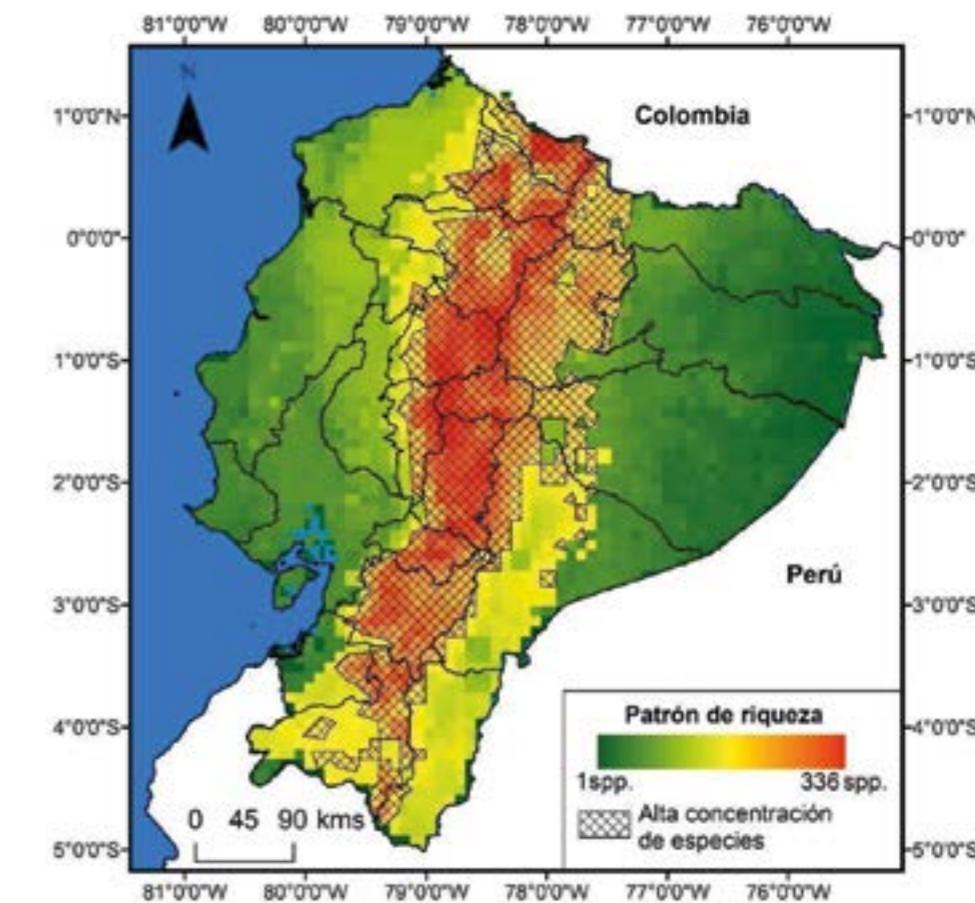
## 6.2.1.2. Resultados

A partir del proceso metodológico anteriormente expuesto se determinó la proporción de cambio (ganancia, pérdida o estabilidad) en las áreas de distribución para las especies en el futuro, se evaluó la relación entre los cambios en las áreas de distribución de las es-

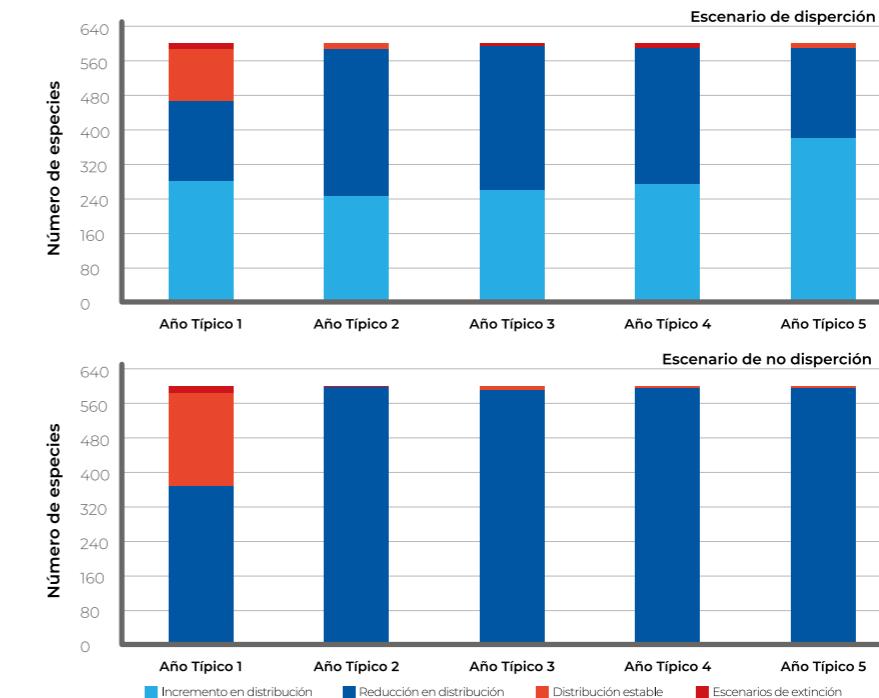
pecies con los valores de temperatura y precipitación estimados en cada una de las condiciones climáticas futuras (años tipo), y se calculó la proporción de área climáticamente estable para cada especie. A continuación, en el Cuadro 12, se detallan los principales hallazgos del obtenidos en el ARC de Patrimonio Natural.

**Cuadro 12.** Principales hallazgos del ARC de Patrimonio Natural en condiciones climáticas presentes y futuras

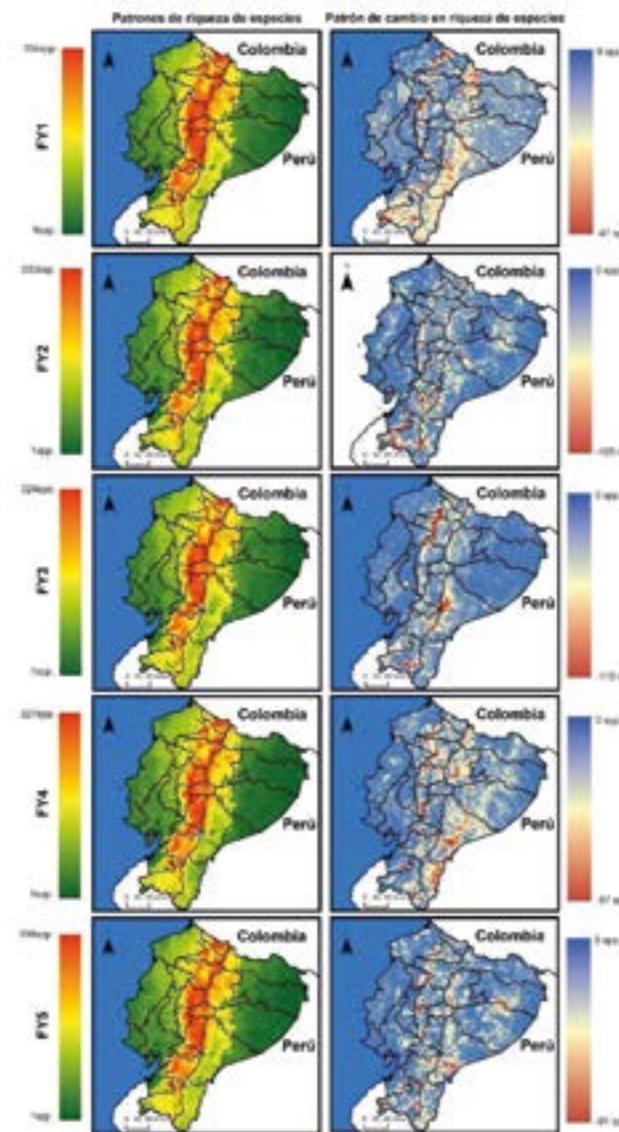
Periodo de análisis	Descripción de los principales hallazgos
Presente (1985-2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El área de idoneidad promedio comprende <math>498,3 \pm 272,2</math> píxeles de <math>10 \text{ km}^2</math>.</li> <li>El 57,3 % de las especies ocupan menos del 20 % del territorio del país (restringidas), un 6,1 % (spp.) abarcan más del 40 % (área) y el 36,6 % restante, ocupan rangos intermedios.</li> <li>Al sumar los 606 mapas en el presente se observó una riqueza de especies promedio de <math>121,7 \pm 85,5</math> spp. / sitio.</li> <li>Las áreas de alta concentración de especies (<math>&gt;169</math> spp. / sitio) representan <math>82,450 \text{ km}^2</math> de la superficie continental del país (Figura 28). Están localizadas principalmente en los Andes del Norte y en las zonas de tierras altas de la Amazonía Noroccidental, siendo las provincias con mayor proporción Napo (13,9 % de la superficie estimada), Pichincha (10,0 %), Azuay (10,0 %) y Chimborazo (8,8 %).</li> </ul>
Futuro (2020-2050)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bajo el supuesto de dispersión:</b> 354 especies podrían experimentar un incremento potencial de las superficies de idoneidad ambiental.</li> <li><b>Bajo el supuesto de no dispersión:</b> 282 especies podrían experimentar reducciones de sus superficies de idoneidad.</li> <li>Para el año tipo (AT) 1, las estimaciones muestran que es posible que la superficie del territorio con condiciones de idoneidad para al menos 12 especies (<i>Aechmea drakeana</i>, <i>Bouteloua disticha</i>, <i>Bunchosia phaeocarpa</i>, <i>Burmeistera sodiroana</i>, <i>Ceroxylon amazonicum</i>, <i>Corytoplectus cutucuensis</i>, <i>Cynophalla ecuadorica</i>, <i>Macrocarpaea bubops</i>, <i>Nautilocalyx vinosus</i>, <i>Rhodospatha parvifolia</i>, <i>Shuaria ecuadorica</i>, y <i>Symbolanthus jasonii</i>) sufra una reducción total, provocando su extinción (Figura 29).</li> <li>En promedio, <math>69,8 \pm 21,5</math> % de la superficie de las especies se considera como de alta estabilidad en el tiempo.</li> <li><b>Bajo los supuestos de dispersión:</b> áreas de alta concentración de especies podrían incrementar su extensión geográfica en cuatro de las condiciones climáticos analizados (AT1, AT2, AT3 y AT5). No obstante, los valores de riqueza de especies por sitio tienden a incrementar únicamente para el AT1 (Figura 30).</li> <li><b>Bajo los supuestos de no dispersión:</b> áreas de alta concentración de especies se reducirían en las cinco condiciones climáticas, así también los valores de riqueza de especies por sitio (Figura 31).</li> <li>Los valores de riqueza de especies por sitio en el futuro podrían estar relacionados con una clara tendencia a áreas de tierras bajas y mediana elevación (<math>&lt;2,000 \text{ m s.n.m.}</math>), donde las temperaturas mínimas del período más frío se estiman sean menos frías (menores) y con cambios en las precipitaciones durante las temporadas más secas.</li> </ul>



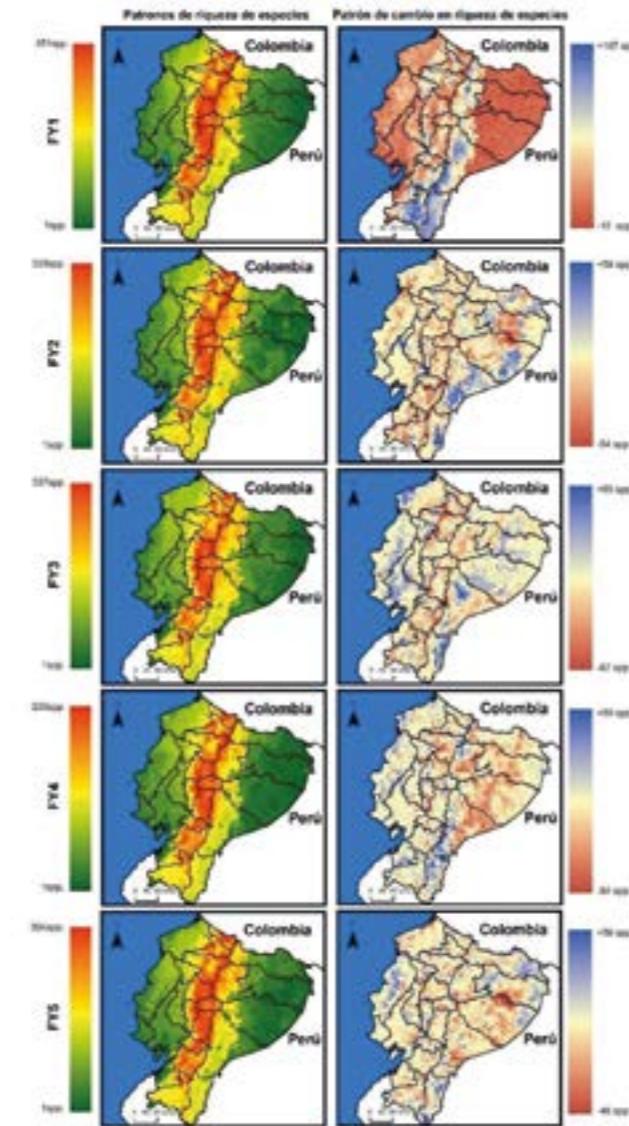
**Figura 28.** Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador en el escenario climático presente



**Figura 29.** Proporción de especies de plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador reportadas en cada uno de los tipos de impacto observados en las condiciones climáticas futuras para los cinco años tipo considerando los dos supuestos de dispersión para las especies



**Figura 30.** Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador incluidas bajo condiciones de cambio climático futuras para los cinco años tipo y el supuesto de dispersión de las especies



**Figura 31.** Mapa representativo de los patrones de riqueza de especies para las plantas vasculares endémicas y casi endémicas de Ecuador incluidas bajo condiciones de cambio climático para los cinco años tipo y el supuesto de no dispersión de las especies



Comunidad de Uchucay, Parroquia San Sebastián de Yuluc, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

## 6.2.2. Patrimonio Hídrico

Los cambios ya observados en los principales componentes del ciclo hidrológico junto con las previsiones a futuro justifican una necesidad creciente de trabajar sobre la oferta hídrica natural (Arias et al., 2021; Douville et al., 2021). Respecto a las previsiones futuras que hace el IPCC (2022b), se espera que la variabilidad del ciclo del agua y los extremos climáticos relacionados, aumenten rápidamente los impactos en la mayoría de las regiones del mundo y en todos los escenarios de emisiones.

En Ecuador, los efectos del cambio climático al ciclo hidrológico son notables en: (a) un exceso de precipitaciones que provocan inundaciones y deslizamientos;

(b) deshielo de los glaciares; y, (c) reducción de precipitaciones que producen escasez de agua, provocando sequías y degradación de los suelos. Todos estos factores repercuten en la producción agropecuaria, la disponibilidad de agua para consumo humano, la generación hidroeléctrica, salud humana y la condición de los ecosistemas (MAATE, 2022b; MAE, 2012, 2019d).

En este sentido, el MAATE, a través del ENCC, establece como objetivo “manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por unidad hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático” (MAE, 2012). Es importante mencionar que

el agua es un Patrimonio Nacional Estratégico y un recurso transversal clave para el desarrollo de otros sectores estratégicos del país. Por tanto, a continuación, se detalla la metodología y principales hallazgos del ARC para el sector Patrimonio Hídrico, mediante la aplicación del modelo de impacto biofísico en cuatro Unidades hidrográficas (UH) mismas que para facilitar su ubicación se las relacionó con las cuencas de los Ríos Pastaza, Esmeraldas, Jubones y Guayas como referencia. El cierre de las cuencas aguas abajo se delimitó considerando la existencia de la estación hidrológica que disponga de la mayor cantidad de información de caudales.

## 6.2.2.1. Metodología

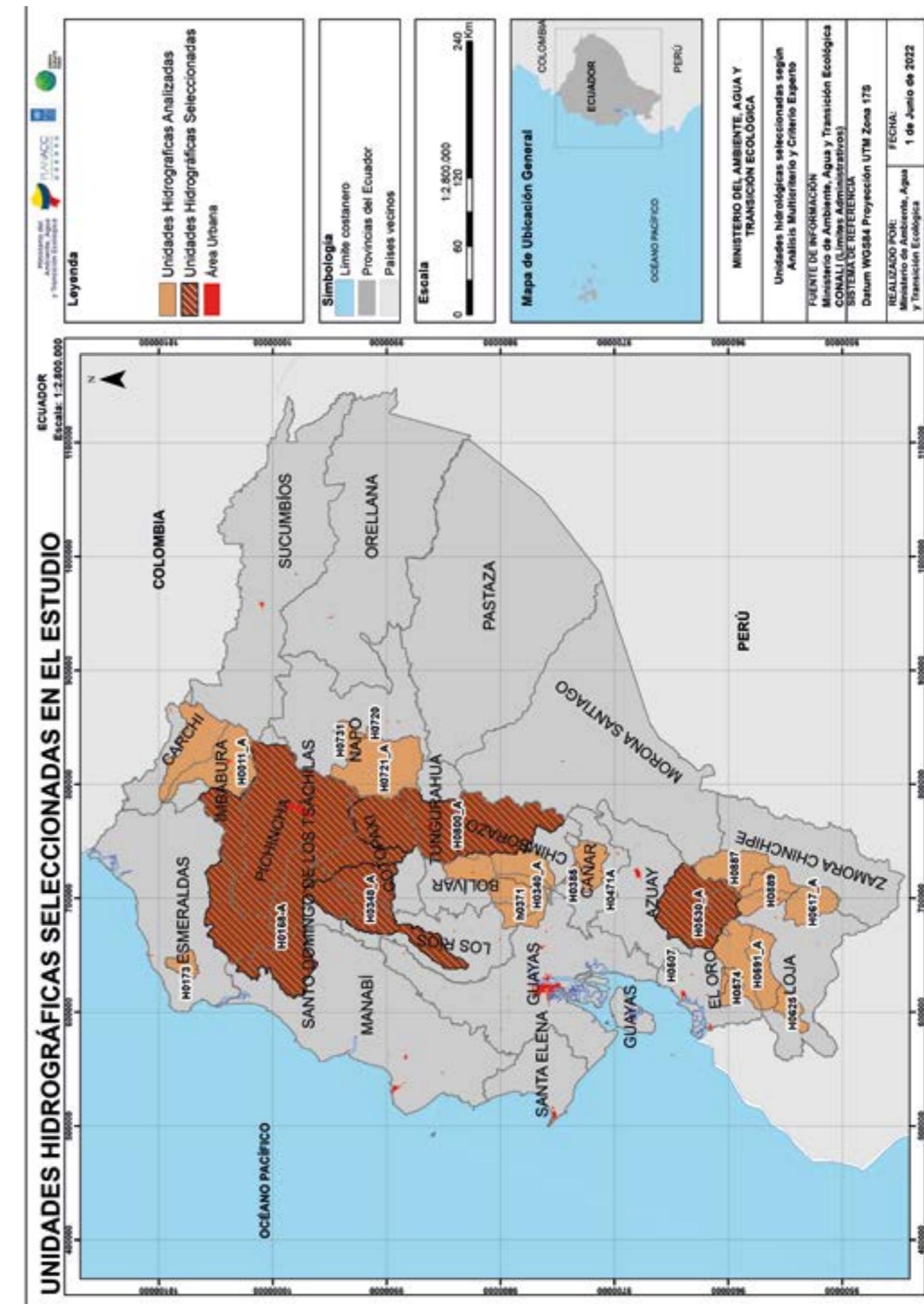
La priorización del sistema sectorial se llevó a cabo mediante cinco pasos: (i) selección de cuatro Unidades hidrográficas (UH) mismas que para facilitar su ubicación se las relacionó con las cuencas de Pastaza, Esmeraldas, Jubones y Guayas como referencia con disponibilidad de datos de calidad sobre caudales (50 estaciones válidas de 67 disponibles); (ii) identificación de criterios derivados de las circunstancias nacionales

con implicación directa sobre las prioridades de intervención y gestión del Patrimonio Hídrico; (iii) análisis multicriterio espacializado a través de indicadores que reflejan el nivel de prioridad y relevancia analítica por UH; y, (iv) validación y retroalimentación de resultados preliminares con el GST. Finalmente, se seleccionaron cuatro UH para el análisis de modelación hidroclimática. El detalle de cada sistema sectorial priorizado se muestra en el Cuadro 13 y en la Figura 32, la localización de las UH priorizadas.

El ARC para este sector se desarrolló a partir del modelo SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) (Arnold *et al.*, 1998), el cual permite simular los procesos hidrológicos que ocurren a nivel de una cuenca hidrográfica para predecir los impactos a corto, mediano y largo plazo de los cambios en el uso del suelo, prácticas de manejo en cantidad y calidad de agua, procesos de degradación de los recursos naturales, erosión y producción de sedimentos, y el movimiento y acumulación de contaminantes (Kalcic *et al.*, 2015). Además, permite simular escenarios de cambio climático y sus efectos en el comportamiento hidrológico y productivo.

**Cuadro 13.** Descripción de las UH seleccionadas para el ARC en el sector de Patrimonio Hídrico

Unidad Hidrográfica de referencia	Ubicación	Extensión (km2)	Nivel de relevancia
Río Pastaza	Áreas de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.	7.906	Muy alto
Río Esmeraldas	Abarca casi la totalidad de la provincia Pichincha y una parte de Cotopaxi, Santo Domingo de los Tsáchilas, norte de Manabí y sur de Esmeraldas.	19.442	Alto
Río Jubones	Provincia de Azuay, norte de Loja y este de El Oro.	3.624	Muy alto
Río Guayas	Áreas del norte de la provincia de Cotopaxi, sur de Santo Domingo de los Tsáchilas; y áreas centrales de la provincia de Los Ríos, más al sur, incluyendo casi la totalidad de Quevedo.	4.364	Alto



**Figura 32.** Sistema Sectorial priorizado para el ARC para el sector de Patrimonio Hídrico

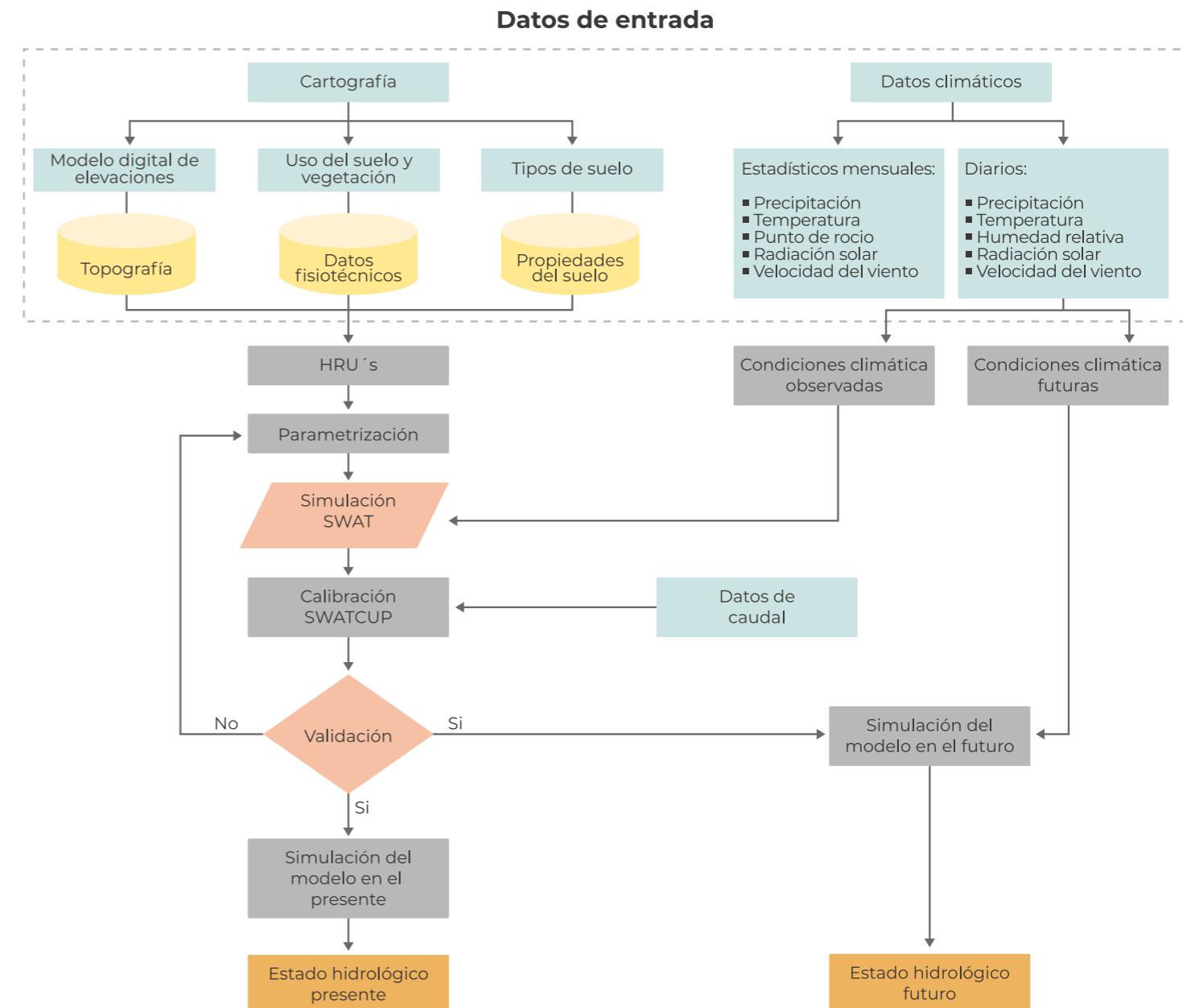
La aplicación del modelo se dividió en tres fases: (i) procesamiento y análisis de la información requerida para el modelo SWAT; (ii) calibración y validación de los parámetros de entrada para establecer la línea base y analizar los resultados de balance hídrico y la disponibilidad de agua en el escenario actual; y, (iii) proyección del balance hídrico en las UH priorizadas para estimar

**Cuadro 14.** Descripción del proceso metodológico del modelo SWAT para el ARC en las UH priorizadas

Fase	Descripción
Preparación de las entradas al modelo SWAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se procesó e integró la cartografía básica (DEM, uso de suelos y vegetación, y tipos de suelos) verificando su consistencia e integridad, y que contenga información oficial y actualizada.</li> <li>■ Se validaron los datos climáticos aplicando estadísticos mensuales y diarios a las siguientes variables: precipitación, temperatura, radiación solar, velocidad del viento, punto de rocío y humedad relativa.</li> <li>■ Se definieron las unidades de respuesta hidrológica<sup>22</sup> (HRU, por sus siglas en inglés) mediante pruebas de sensibilidad que parte de varias combinaciones de los parámetros fundamentales que influyen en la definición de las HRU (rango de pendiente y tamaño mínimo de las subcuencas).</li> <li>■ Se ingresaron los datos climáticos diarios de precipitación, temperatura, radiación y velocidad del viento para el periodo 1985 – 2015.</li> <li>■ SWAT calculó la lámina de escorrentía aplicando la metodología del número de curva del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS).</li> <li>■ A partir de la calibración de los parámetros que intervienen en la generación de escorrentía y producción de sedimentos, se obtuvo la caracterización de las condiciones específicas de las HRU (capacidad de agua disponible, número de curva, prácticas de manejo del uso del suelo, factor de erodabilidad, entre otros).</li> </ul>
Calibración y validación del modelo (escenario actual)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se aplicó el algoritmo SUFI – 2 (SWATCUP 2019) para analizar la sensibilidad del modelo SWAT, mediante iteraciones del modelo con los ajustes mejorados en cada nueva secuencia.</li> <li>■ La validación consistió en correr el modelo utilizando parámetros determinados en la calibración, de modo que éste sea capaz de realizar simulaciones próximas a los datos reales de la serie temporal destinada a validar el modelo.</li> </ul>
Simulación en un contexto climático (escenario futuro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Una vez calibrado y validado el modelo con la serie histórica, se proyectó la respuesta hidrológica de las UH con datos climáticos generados hasta el 2050.</li> </ul>

22 SWAT trabaja por unidades de respuesta hidrológica (HRU) que consisten en áreas homogéneas de uso de la tierra, pendiente y características del suelo.

la disponibilidad de agua bajo cinco posibles condiciones climáticas futuras climático futuro y evaluar los impactos biofísicos derivados. El Cuadro 14 y la Figura 33 detallan el proceso metodológico para la aplicación del modelo SWAT. Y en el Anexo 3 se especifican los variables de entrada requeridas por el modelo.



**Figura 33.** Esquema metodológico para el ARC del sector Patrimonio Hídrico mediante la aplicación del modelo SWAT

### 6.2.2.2. Resultados

Los resultados obtenidos del ARC del presente sector se detallan con relación a las variaciones de caudal anual y mensual, variaciones de degradación específica o producción de sedimento, erosión hídrica, alteración hidrológica y escasez de agua. El modelo SWAT se corrió en las cuatro Unidades hidrográficas (UH) dentro de las cuencas de Pastaza, Esmeraldas, Jubones y Guayas; sin embargo, en la UH Pastaza, la calibración

del modelo no generó valores aceptables, debido a los escasos y dispersos datos de entrada, entre ellos el registro de caudal y precipitación. Es por tal razón, que, en el Cuadro 15, se presentan los principales hallazgos del ARC de las tres UH restantes:



Cuadro 15. Principales hallazgos del ARC de los SSP del sector Patrimonio Hídrico

Cuenca Hidrográfica de referencia	Cuenca Hidrográfica de referencia
Río Esmeraldas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La variación de caudal medio anual considerando los impactos del cambio climático, indica una reducción para condiciones climáticas futuras representadas en los AT2 y AT5. Este valor se reduce más cuando adicional a los impactos del cambio climático, se considera los cambios de uso en el suelo.</li> <li>■ Aumento de caudal anual para los AT1 y AT4, tanto para la modelación considerando los impactos del cambio climático, como en el caso que se incluye los impactos del cambio climático y los cambios de uso en el suelo.</li> <li>■ Los valores máximos de caudal se presentan en el mes de marzo para el AT1, en el mes de abril para el AT2, AT3 y AT5 y en el mes de mayo para el AT4.</li> <li>■ Los AT2 y AT5 siguen una distribución mensual similar al comportamiento de la serie histórica, aún cuando sus caudales son inferiores al promedio histórico, sin embargo, se pueden presentar problemas para satisfacer la demanda de la población y las actividades productivas.</li> <li>■ Se estima que la producción de sedimentos se incrementará tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo en proporciones similares.</li> <li>■ En el AT3 se presentan los mayores riesgos de erosión hídrica.</li> <li>■ Entre julio y octubre potencialmente se presentaría escasez grave de agua, para el promedio de años tipo, lo cual también se evidencia en la serie histórica.</li> <li>■ El AT5 representa la situación más desfavorable, con ocho meses de escasez grave.</li> </ul>
Río Jubones	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La variación del caudal medio anual tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo indica una reducción del caudal para el AT2, y un aumento para los demás años tipo.</li> <li>■ Tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo, el modelo estima el aumento del caudal equivalente al 27,75 %.</li> <li>■ Se estima un incremento de la producción de sedimentos de un 12,7 % tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo, siendo el AT4 el de mayor producción con incrementos de 206 %.</li> <li>■ Las tasas de erosión hídrica relacionada con la precipitación aumentan en todos los años tipo, donde el AT4 es el más crítico.</li> <li>■ Dos meses presentan escasez grave de agua para la serie histórica, comprendidos principalmente entre octubre y noviembre. El AT2 representa la situación más desfavorable con cuatro meses de escasez grave de agua, seguido del AT5.</li> </ul>
Río Guayas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Las variaciones de caudal medio anual tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo, muestran una reducción del caudal para todos los años tipo. Por tanto, Guayas podría presentar problemas para satisfacer la demanda hídrica de las actividades productivas.</li> <li>■ La variación del caudal mensual se reduce de forma general para todos los meses, excepto para enero y marzo, siendo más acentuada la caída de caudal en febrero tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo.</li> <li>■ Para el AT1 se espera la presencia de eventos extremos generados por los caudales máximos para ambas condiciones climáticas futuras.</li> <li>■ El AT2 muestra riesgo de presión hídrica por la reducción de los caudales tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo.</li> <li>■ Se proyectan tres meses con escasez de agua tanto bajo condiciones futuras de cambio climático como así también con cambios de uso de suelo, siendo más acentuada en el periodo de estiaje (julio – noviembre), incluso la escorrentía sería insuficiente para satisfacer el caudal ecológico para los meses de agosto, octubre y noviembre.</li> <li>■ Para el AT2 se podrían dar las condiciones de escasez más desfavorables, de hasta 10 meses donde el caudal ecológico no quedaría cubierto; seguido de las situaciones de los AT5 y AT3, con seis y cinco meses de escasez grave de agua.</li> </ul>



Cantón Santa Isabel, provincia de Azuay – Proyecto FORECCA

### 6.2.3. Salud

Las condiciones climáticas influyen directamente sobre la salud de las personas y también de manera indirecta, a través de las alteraciones en los sistemas naturales y humanos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). Según Rother (2020), los principales impactos del cambio climático sobre la salud humana se derivan de enfermedades relacionadas con la exposición al calor excesivo, transmitidas por agua y vectores, alergias, malnutrición, problemas de salud mental, varios tipos de cáncer, entre otros. Hay que resaltar que la vulnerabilidad de la población crece con factores

exacerbantes no climáticos (geografía, edad, género, grupo étnico y estado socioeconómico).

En el Reporte del Grupo de Trabajo II del IPCC (2022a), se sugiere que temperaturas más altas combinadas con el cambio de uso de suelo y de la cobertura vegetal propiciarán más áreas idóneas para la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores transmisores de enfermedades. Un ejemplo de esto se localiza en Centro y Sudamérica, donde la idoneidad medioambiental para dengue<sup>23</sup> ha incrementado desde un 17 % a un 80 % en el período 1950-1954 a 2016-2021, producto de las alteraciones de las condiciones climáticas.

23 El dengue es una patología febril, aguda y autolimitada, ocasionada por un arbovirus, transmitido en las Américas por dos mosquitos vectores, *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.

# En Ecuador, el dengue constituye una de las enfermedades que mayor impacto ha tenido en el territorio.

En Ecuador, el dengue constituye una de las enfermedades que mayor impacto ha tenido en el territorio. En 2015 se registraron alrededor de 40.000 casos de dengue y un nuevo pico ocurrió en el 2020 con 16.570 casos (MSP, 2020).

Por lo tanto, es indispensable analizar la información disponible sobre las características de las enfermedades relacionadas con el clima, así como propiciar la generación de datos que permitan estudiar el comportamiento (expansión e intensificación) presente y futuro de las enfermedades frente al cambio climático. Con esta finalidad, a continuación, se presenta una síntesis de la metodología aplicada para analizar el riesgo climático en el sector y sus principales resultados.

## 6.2.3.1. Metodología

Con la participación del GST se seleccionó el Sistema Sectorial Priorizado para el ARC en este sector, el cual se ha enfocado en la idoneidad de las enfermedades sensibles al clima<sup>24</sup> transmitidas por vectores, en particular el dengue. Después, se definieron los sitios de monitoreo de dicho sistema a través de la revisión de información secundaria correspondiente al número de casos de dengue y registros de ocurrencia de vectores *Aedes albopictus* y *Aedes aegypti* en el país, identificando a Guayaquil, Manta, Orellana, Portoviejo y Tena como los cinco cantones con mayor cifra de casos de dengue y en donde esta enfermedad, es endémica.

Para generar información útil que permita analizar los riesgos futuros asociados al dengue, se desarrolló un

modelo de idoneidad medioambiental presente y futura de propagación de esta enfermedad para todo el territorio ecuatoriano con una resolución de 10 km x 10 km<sup>2</sup>. Los recursos utilizados se detallan en el Anexo 4.

El proceso de modelación siguió la metodología descrita por Muñoz *et al.* (2016, 2017, 2020), donde se construyó un ensamble de cuatro modelos de  $R_0$ <sup>25</sup> (Caminade *et al.*, 2017; Liu-Helmersson *et al.*, 2014; Mordecai *et al.*, 2017; Wesolowski *et al.*, 2015). Para ello, se llevó a cabo un procedimiento resumido en cuatro fases: (i) revisión y configuración de parámetros ento-epidemiológicos<sup>26</sup>; (ii) selección de datos climáticos; (iii) calibración y ejecución del ensamble; y, (iv) corridas finales y resultados. A continuación, en el Cuadro 16 y la Figura 34, se presenta la descripción del procedimiento anteriormente dicho.

## 6.2.3.2. Resultados

A partir de la ejecución del ensamble multi-modelo se obtuvieron mapas de idoneidad ambiental (presente y futuro) para dengue en todo el Ecuador. Con los resultados provistos, no sólo será posible analizar la evolución temporal de patrones espaciales de  $R_0$  en Ecuador, sino también contar con series de tiempo de la evolución temporal para determinadas localidades de interés, efectivizando así, el control de los vectores transmisores de enfermedades. A continuación, en el Cuadro 17, se observan los principales resultados obtenidos en el ARC del presente sector.

24 Las enfermedades sensibles al clima son aquellas, cuyas características clínicas y epidemiológicas pueden verse agravadas o exacerbadas por factores climáticos.

25  $R_0$  número reproductivo básico, estima la velocidad con que una enfermedad puede transmitirse en una población susceptible, y son conceptualmente similares a los que se usan actualmente para la pandemia COVID-19.

26 El término “ento-epidemiológicos” hace referencia, por un lado, a los parámetros entomológicos que se relacionan con las características del vector, como ciclo de vida, reproducción, modo de alimentación, condiciones idóneas para su supervivencia, etc.; mientras que, los parámetros epidemiológicos se refieren a las características del virus y de la población humana susceptible de ser infectada.

Cuadro 16. Descripción de la metodología para modelar la idoneidad medioambiental para dengue a nivel nacional

Fase	Descripción
Revisión y configuración de parámetros ento-epidemiológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ingresó a los modelos <math>R_0</math> la siguiente configuración de parámetros ento-epidemiológicos: (i) pico de transmisión por <i>Aedes aegypti</i> en 29,1°C con un rango de 17,8 a 34,6°C; (ii) pico de transmisión por <i>Aedes albopictus</i> en 26,4°C con un rango de 16,2 a 31,6°C; (iii) la competencia vectorial para ambas especies con un pico entre 31°C y 32°C; y, (iv) período de incubación extrínseca óptimo para ambas especies (35°C).</li> </ul>
Selección de datos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requirieron datos climáticos de temperatura diaria para simular los modelos <math>R_0</math> del presente (1985–2015); mientras que, para el futuro, los modelos se ejecutaron a partir de los datos diarios de cada año tipo (2020–2050).</li> </ul>
Calibración y ejecución del ensamble	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antes de calcularse el ensamble multi-modelo para el periodo presente y futuro, se aplicó un proceso de calibración que consistió en verificar que los parámetros sean óptimos y en ejecutar cada modelo de manera independiente.</li> <li>Se obtuvieron primeramente las salidas diarias (para cada uno de los 4 modelos <math>R_0</math>) del período de referencia presente (365 días); y, una vez calculado el ensamble, se generó el valor esperado de idoneidad ambiental para dengue como el de su incertidumbre.</li> </ul>
Corridas finales y resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ensamble multi-modelo permitió interpretar los resultados mediante los valores de <math>R_0</math> (mínimo = 0 y máximo = infinito). Cuando estos son menores a 1, significa que el dengue tenderá a no propagarse porque no existen las condiciones medioambientales idóneas; mientras que, valores por encima de 1, indican que el dengue se puede propagar, y cuanto mayor sea el valor de <math>R_0</math>, también lo será el riesgo de transmisión de la enfermedad.</li> <li>Finalmente, se pudieron generar mapas de idoneidad medioambiental futura para la propagación de dengue.</li> </ul>

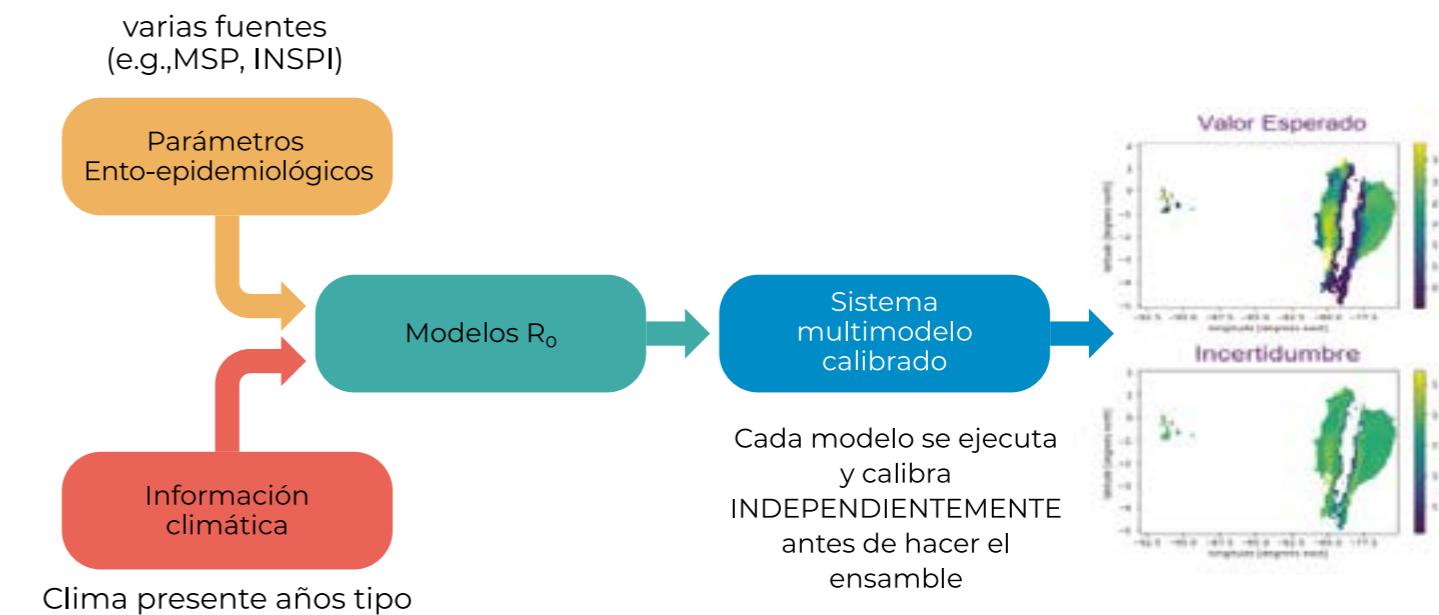
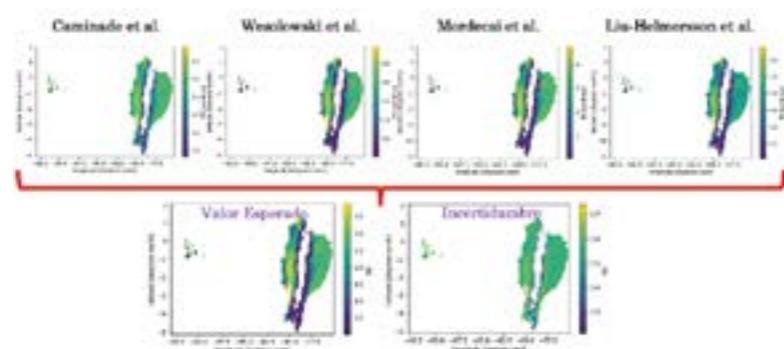


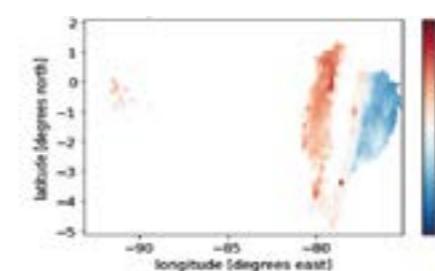
Figura 34. Diagrama metodológico para modelar la idoneidad medioambiental de dengue en todo el Ecuador

**Cuadro 17.** Principales hallazgos del ARC del sector Salud en condiciones climáticas presentes y futuras

Periodo de análisis	Descripción de los principales hallazgos
Presente (1985-2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con base a las salidas diarias del período de referencia presente (365 días). En la Figura 35, se muestra un ejemplo para el día calendario 200, donde se puede apreciar que, la mayoría de las localidades sobre la Cordillera de los Andes no posee condiciones medioambientales idóneas para la proliferación de vectores Aedes y, por ende, para la transmisión del dengue. Sin embargo, algunas regiones entre la costa ecuatoriana y la vertiente del Pacífico de la Cordillera presentan los valores más altos de idoneidad medioambiental en todo el país.</li> </ul>
Futuro (2020-2050)	<ul style="list-style-type: none"> <li>La Figura 36 se muestra un ejemplo para el día calendario 200, comparado entre el año tipo (AT3) y el presente referencial. En este caso, se aprecia que básicamente toda la Costa del país mostrará condiciones medioambientales más idóneas que en el presente, por ejemplo, en Guayas, en condiciones futuras de cambio climático exhibirán los valores más altos de idoneidad medioambiental en todo el país.</li> <li>En la Amazonía se esperarán condiciones medioambientales menos idóneas.</li> <li>La idoneidad medioambiental se comporta de un modo distinto para cada año tipo (Figura 37), excepto a lo largo de la Sierra Ecuatoriana, en la que no se evidencia en general condiciones idóneas para la propagación de dengue. La mayoría de las localidades andinas ubicadas en la Cordillera de los Andes Ecuatorianos potencialmente no presentarán idoneidad medioambiental para la proliferación y la transmisión del dengue, en condiciones futuras de cambio climático.</li> </ul>

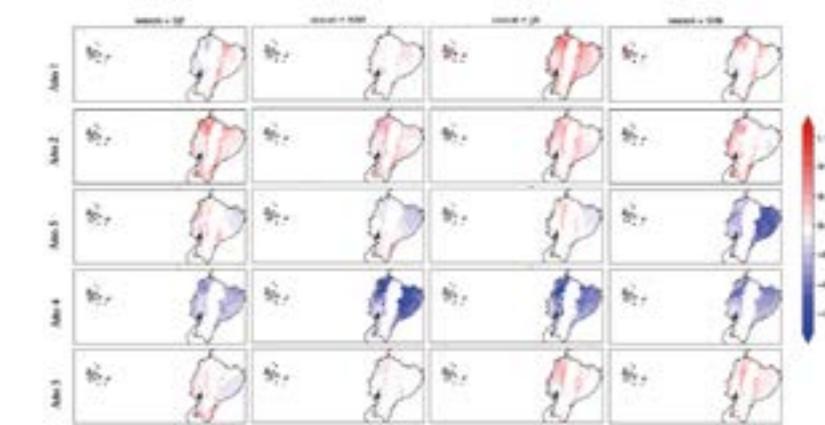


**Figura 35.** Idoneidad medioambiental para dengue en el escenario presente. Fila superior: salidas de cada modelo  $R_0$  (para el día calendario 200). Fila inferior: valor esperado e incertidumbre provista por el multi-modelo para  $R_0$ . Valores de  $R_0$  menores a 1 indican que no existen condiciones medioambientales idóneas; y, valores por encima de 1, que el dengue se puede propagar



**Figura 36.** Resultados del multimodelo para  $R_0$  correspondiente al día calendario 200 del año futuro tipo 3

**Figura 37.** Matriz de distribución del impacto biofísico medido como las desviaciones con respecto al presente de la idoneidad medioambiental para cada año tipo (filas) y para cada temporada del año (columnas; DJF: Diciembre-Febrero, MAM: Marzo-Mayo, JJA: Junio-Agosto, SON: Septiembre-Noviembre). Tonos en rojo indican zonas más idóneas para dengue; tonos azules, regiones menos idóneas; y, en blanco, lugares no idóneos



## 6.2.4. Asentamientos Humanos

De acuerdo con el Reporte Especial de las Bases Científicas del Grupo de Trabajo I del IPCC, el cambio climático está impactando a las ciudades, la infraestructura y sus habitantes debido a fenómenos extremos, tales como las olas de calor y las precipitaciones intensas. Esto ha causado severos daños en la dimensión social, económica y ambiental, los mismos que se van incrementando con el aumento de la población, la expansión de los asentamientos humanos, y la creciente y continua degradación de los recursos naturales. IPCC (2021b). Ecuador se verá expuesto a un aumento en la frecuencia de los desastres relacionados con el clima. Se espera un mayor número de inundaciones y deslizamientos. Por lo que las poblaciones ubicadas a lo largo de las riberas de los ríos y barrios asentados en laderas pronunciadas se encuentran entre los más afectados (Castellanos *et al.*, 2022).

Bajo este contexto, es preciso determinar progresivamente el nivel de riesgo climático de este sector, para lo cual se utilizaron análisis hidrológicos, hidráulicos, y

de *machine learning* o aprendizaje automático para estimar la infraestructura en estado de precariedad potencialmente afectada ante escenarios de cambio climático. Esta información permitirá diseñar acciones que reduzcan el riesgo climático. En esta sección se muestran los resultados del ARC para Asentamientos Humanos, experiencia que se generó en siete ciudades intermedias<sup>27</sup> priorizadas del Ecuador.

### 6.2.4.1. Metodología

La metodología aplicada para la selección del Sistema Sectorial Priorizado partió de un conjunto de 49 ciudades definidas como ciudades intermedias<sup>28</sup>, mismas que fueron comparadas en relación con 22 indicadores con dimensiones ambientales, urbanísticas y sociodemográficas. Posteriormente, se aplicó la técnica multidimensional con base a los estudios realizados por Alkire y Foster (2016) para resumir en una sola métrica las tres dimensiones. Asimismo, se realizó una sistematización de la disponibilidad de información necesaria para la implementación de los modelos de inundacio-

27 Las ciudades intermedias se definen como articuladoras de dinámicas productivas, socioeconómicas y demográficas entre el entorno rural y urbano, y presentan un tamaño poblacional entre 50 mil y 1 millón de habitantes. Además, se caracterizan por: (a) acceso inadecuado a agua segura; (b) acceso inadecuado a saneamiento; (c) baja calidad estructural de la vivienda; y, (d) espacio físico necesario en relación con el número de personas que habitan en una vivienda (Mac Donald, 2004).

28 Las 49 ciudades definidas como intermedias pueden ser modeladas considerando la disponibilidad de información.



Mercado del cantón de Nabón, provincia de Azuay

nes y deslizamientos. Con este procedimiento, se seleccionaron inicialmente siete ciudades intermedias (descritas en el Cuadro 18) que fueron socializadas y aprobadas por los GST, al ser relevantes para el ARC del sector, mediante la aplicación de modelos de impactos biofísicos.

Para el ARC en las ciudades priorizadas se aplicaron dos modelos de impactos biofísicos con el objetivo de evaluar inundaciones e identificar las áreas bajo peligro de deslizamientos. En el primer caso, la metodología se desarrolló en cinco fases: (i) procesamiento de la información requerida para la ejecución de los modelos; (ii) aplicación del modelo hidrológico HEC – HMS (*Hydrologic Engineering Hydrologic Modeling System*); (iii) corrida del modelo hidráulico HEC – RAS (*Hydrologic Engineering Center’s River Analysis System*); (iv) calibración de los modelos; y (v) corridas finales y resultados. A continuación, en el Cuadro 19 y

Figura 38, se describen cada una de las fases aplicadas para evaluar las inundaciones en las siete ciudades intermedias priorizadas.

En el segundo caso, con el propósito de identificar aquellas áreas susceptibles a **deslizamientos** en la zona urbana del sistema sectorial priorizado, tomando en cuenta no solo sus características climáticas como la precipitación, sino también aquellas relacionadas a la topografía (pendiente, el uso de suelo, formas de relieve, entre otros) (Wang *et al.*, 2021); se aplicaron técnicas de *Machine Learning*, rama de la inteligencia artificial centrada principalmente en predicciones basadas en métodos estadísticos (Ghahramani, 2015). *Machine Learning*, crea un vínculo funcional que toma las características del suelo y clima, y predice la susceptibilidad de un evento a una celda de dimensión 100 x 100 metros, dentro de las ciudades seleccionadas.

**Cuadro 18.** Ciudades intermedias seleccionadas para el ARC del sector de Asentamientos Humanos

Región	Provincia	Ciudad priorizada
Costa	Guayas	Daule
	Los Ríos	Ventanas
	Manabí	Vinces
Sierra	Bolívar	Chone
	Pichincha	Guaranda
Amazonía	Orellana	Sangolquí
		El Coca

**Cuadro 19.** Descripción del proceso metodológico aplicado para determinar las zonas inundables en los SSP del sector de Asentamientos Humanos

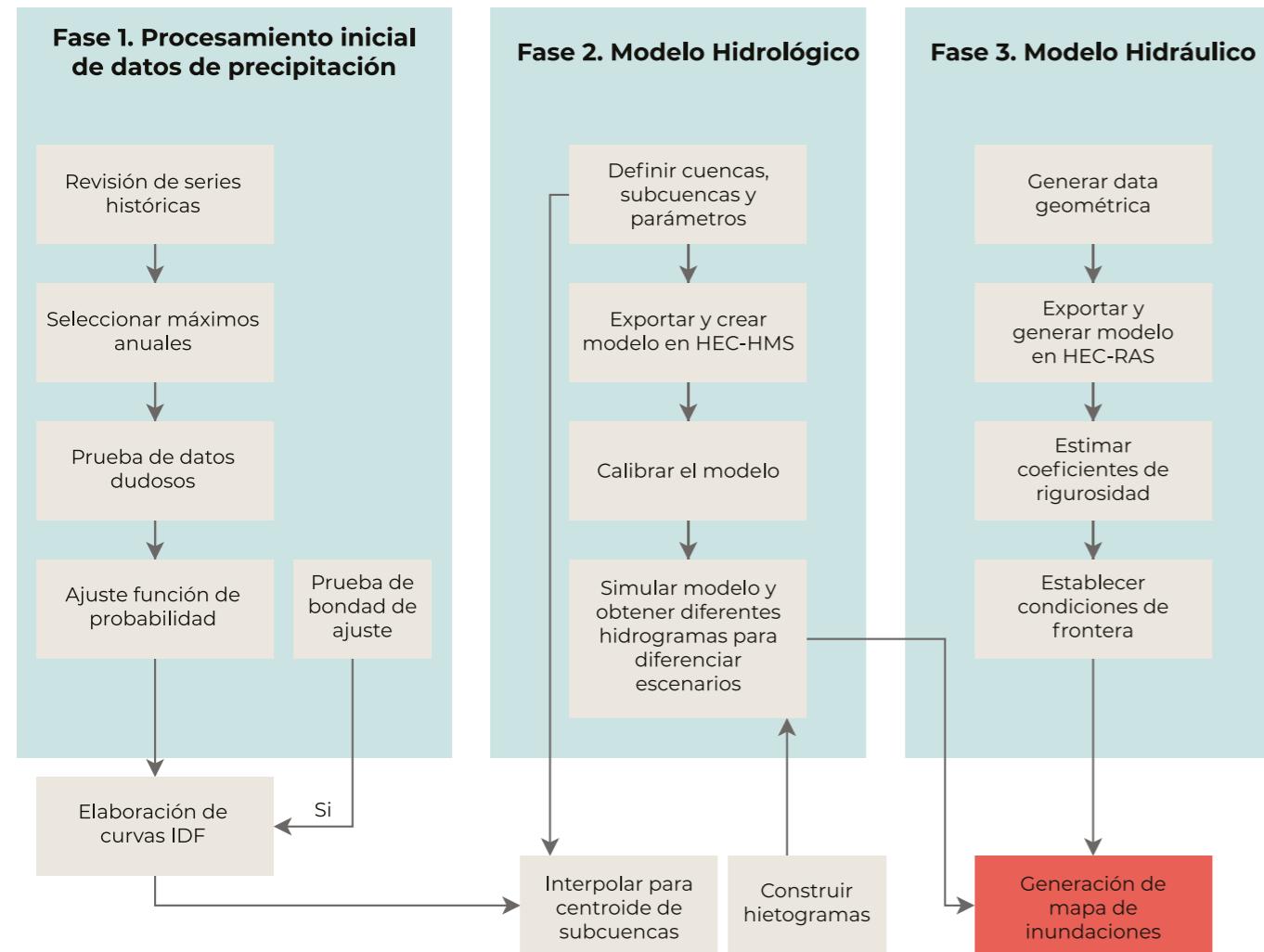
Fase	Descripción
Información requerida para el modelo de inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se revisaron las series históricas (1985–2015) y se hizo un tratamiento estadístico para el cálculo de las tormentas de diseño de 24 horas para los períodos de retorno de 2 – 10 – 25 y 50 años.</li> <li>Para la corrida de los modelos en escenarios futuros (2020-2050) se consideraron las series para cinco años tipo (AT) generados por el MAATE.</li> <li>A partir de las series históricas, se estimaron las curvas IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia) y los hietogramas de diseño (representación de las intensidades de lluvia en el tiempo).</li> <li>Se calculó la escorrentía a partir de la precipitación a través del método del Número de Curva (NC) desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS) (United States Department of Agriculture (USDA), 2017)</li> </ul>
Modelo hidrológico (HEC – HMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de la caracterización de la cuenca e ingreso del hietograma de precipitación, se estimaron los hidrogramas de avenida, mediante el análisis de frecuencias para series de precipitación máxima diaria multianual, donde se obtuvieron caudales máximos asociados a los períodos de retorno analizados.</li> </ul>
Modelo hidráulico (HEC – RAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se construyó el modelo topográfico de cada tramo del río que atraviesa a los SSP a partir del DEM. Se digitalizaron los ejes y márgenes; y se estimó el coeficiente de rugosidad de Manning.</li> <li>Con base al modelo topográfico y a los caudales resultantes de HEC-HMS, se generó el mapa de inundación para cada uno de los SSP. Este modelo permitió simular los flujos en los cauces naturales para determinar las láminas de inundación, velocidad y la delimitación de las áreas inundables.</li> </ul>
Calibración de los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proceso de calibración de los parámetros hidrológicos consistió en la comparación de los valores obtenidos de un hidrograma calculado en un momento dado (mediante HEC - HMS) con los valores reales de caudales medidos en una estación hidrológica. Una vez comparados, se calcularon los valores optimizados del número de curva, el tiempo de retardo y el flujo base, de tal manera que los dos hidrogramas se aproximen lo máximo posible.</li> </ul>

Con la finalidad de maximizar el uso de las fuentes de información disponible y de esta forma aumentar la precisión de la clasificación realizada, se implementaron dos modelos. El primero está relacionado a las características propias del suelo (factores permanentes); mientras que, el segundo modelo se refiere a la proporcionalidad existente entre la pendiente del terreno y la precipitación (factores variables). A continuación, en el Cuadro 20 se describe a detalle la metodología aplicada y en el Anexo 5 se visualizan los recursos utilizados para la corrida del modelo.

## 6.2.4.2. Resultados

El modelo de inundaciones implementado predijo las alturas de la lámina de agua provocada por el caudal máximo calculado para cada uno de los escenarios

analizados. La vulnerabilidad de las áreas afectadas depende principalmente de la cantidad de precipitación en las cuencas de los ríos y la exposición del sistema sectorial priorizado en las cercanías de los cauces, principalmente en las llanuras aluviales. Por otro lado, los territorios susceptibles a deslizamientos se caracterizan por ser localidades con relieve colinado bajos y con pendientes medias y altas, donde las arenas, areniscas y tombas son prevalentes. A continuación, en el Cuadro 21, se presentan los principales hallazgos del análisis de riesgo para las ciudades intermedias seleccionadas considerando el año tipo que produciría mayores afectaciones.



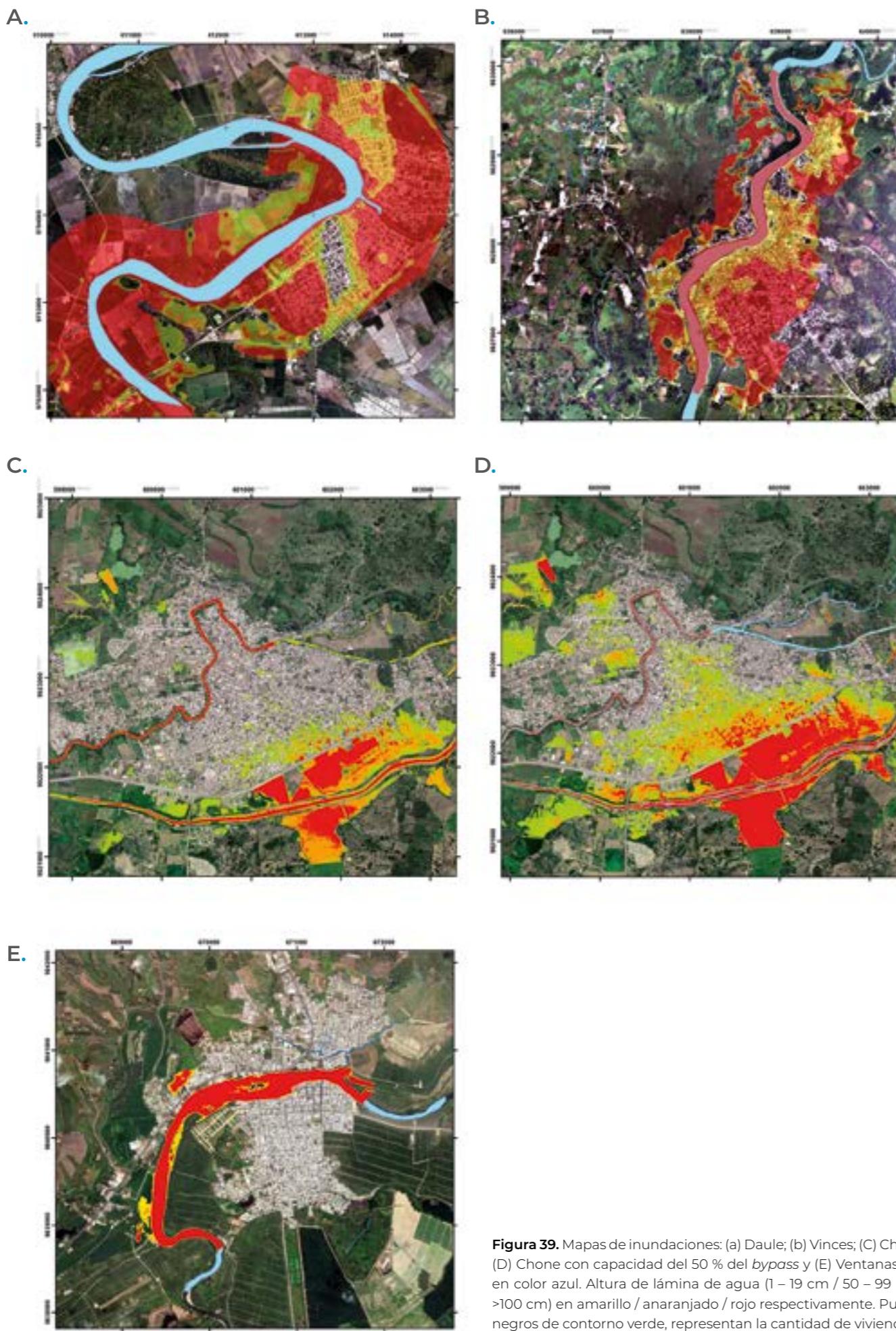
**Figura 38.** Diagrama metodológico para el análisis de inundaciones del sector de Asentamientos Humanos

**Cuadro 20.** Descripción del proceso metodológico aplicado para el ARC con relación a deslizamientos en el sistema sectorial priorizado del sector de Asentamientos Humanos

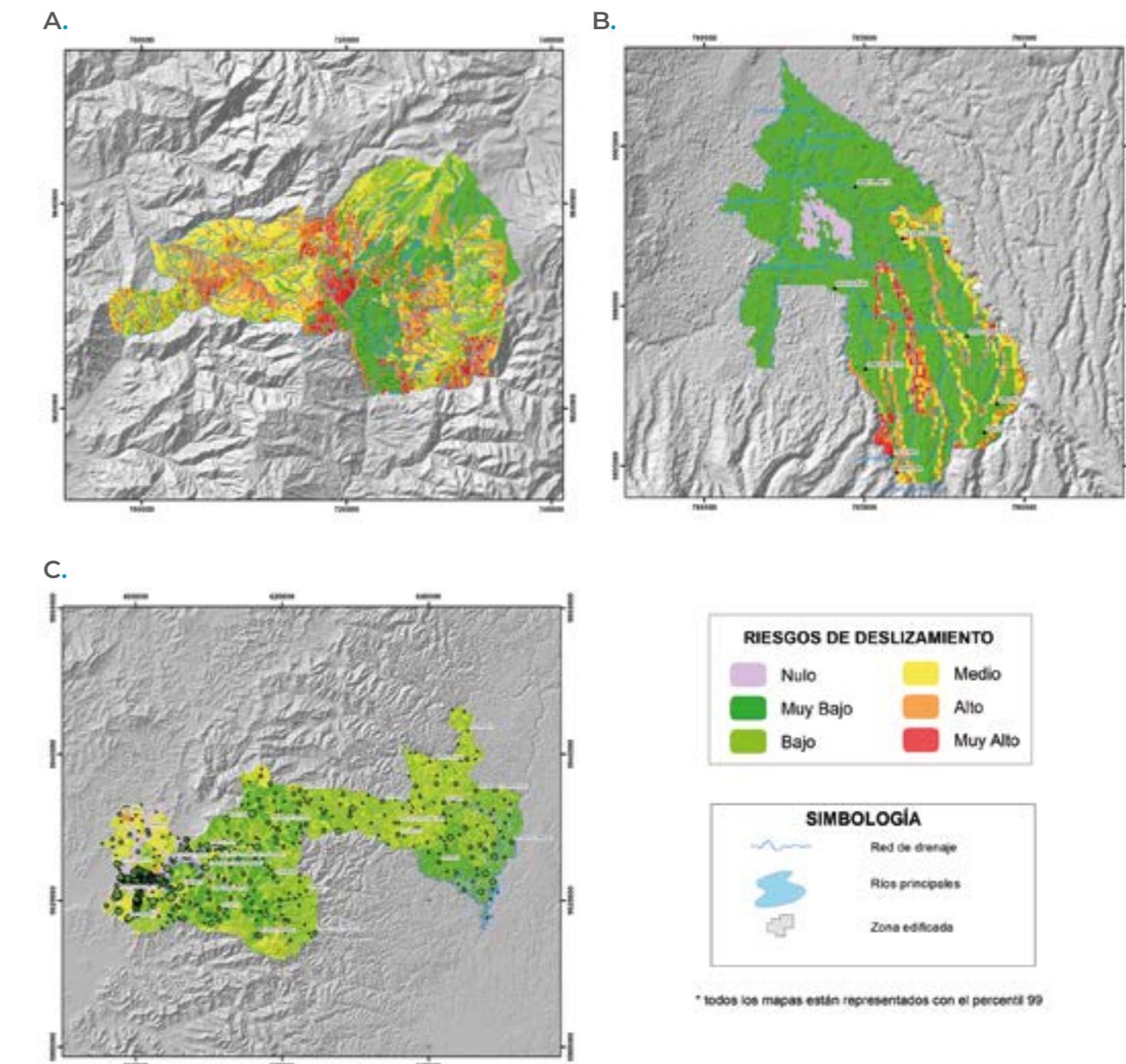
Fase	Descripción
Análisis de información disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Identificación de los deslizamientos a escala espacio – temporal a partir de la información registrada por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) del periodo 2010 – 2022 (SNGRE, 2022).</li> <li>■ Obtención de la precipitación del día del evento (deslizamiento) utilizando series históricas de precipitación diaria (1985 – 2015).</li> <li>■ Selección de los factores permanentes o variables que podrían aumentar o disminuir la probabilidad de un deslizamiento en el sistema sectorial priorizado. Estos fueron organizados en tres categorías: topográficos, geológicos y ambientales.</li> </ul>
Machine Learning (factores permanentes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para la implementación del modelo se contemplaron 7,2 mil deslizamientos registrados en el periodo 2010 – 2022 y se identificaron 20 factores determinantes para los deslizamientos.</li> <li>■ Se extrajeron los factores y se los transformó en un conjunto de variables indicadoras relacionadas al atributo específico en combinación con la pendiente del suelo.</li> <li>■ Se seleccionaron las variables sobre las cuales el modelo va a aprender, que se basa en la correlación estimada entre el atributo específico y la susceptibilidad de un deslizamiento. A partir de este análisis se identificaron 773 atributos, de los cuales el 80 % sirvió para entrenar el modelo y el 20 % restante para la evaluación del mismo.</li> <li>■ Con base a los indicadores de desempeño evaluados en esta última base de datos (20 %), se eligió al mejor modelo, siendo este <i>Random Forest</i>, para predecir la probabilidad de deslizamiento dentro de las celdas de las ciudades seleccionadas.</li> </ul>
Machine Learning (factores variables)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para la implementación del modelo se contemplaron 3,25 mil deslizamientos registrados en el periodo 2010 – 2015. A diferencia del proceso anterior, en este modelo se consideró la precipitación del día del evento.</li> <li>■ Asimismo, se dividió la base de datos para el entrenamiento y prueba. El modelo <i>Regularized multimodal</i> logró los mejores resultados en la vinculación entre la precipitación y la probabilidad de un evento de deslizamiento.</li> </ul>
Combinación de los modelos y predicción	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se determinó un ponderador que conjuge óptimamente los resultados de ambos modelos. Este proceso consideró una ponderación de 0,75 para los factores permanentes y 0,25 para los factores variables.</li> <li>■ Para la predicción, se creó un grid de 100 x 100 metros de las ciudades seleccionadas, en donde se trajeron las características (permanentes y variables) específicas de cada celda.</li> <li>■ La predicción de la susceptibilidad se realizó para el percentil 25, 50 y 99 de las precipitaciones de cada celda.</li> <li>■ Las predicciones individuales fueron ponderadas (factores permanentes y variables) para el cálculo final, el mismo que fue clasificado para obtener una escala categórica de cinco niveles que denotan baja o alta peligrosidad a deslizamientos.</li> <li>■ La predicción fue validada con criterio profesional.</li> </ul>

Cuadro 21. Principales hallazgos del ARC de las ciudades analizadas del sector Asentamientos Humanos

Ciudad analizada	Descripción de los principales hallazgos	Ciudad analizada	Descripción de los principales hallazgos
Daule	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La tormenta del año futuro menos favorable año tipo cuatro (AT4) provocaría que cerca del 88 % del área se inunde, sitio donde el 97 % de la población reside. Por lo tanto, los lugares que se pueden inundar son más densos en términos demográficos (Figura 39a).</li> <li>■ Respecto a la infraestructura, en el AT4, el 77 % de los establecimientos se encuentran ubicados en lugares de muy alto riesgo de inundación, donde la altura de la lámina de agua es mayor a un metro.</li> <li>■ Incluso en el año futuro menos desfavorable (AT2), el 90 % de la población de la ciudad y el 86 % de su infraestructura social alcanzaría una lámina de agua mayor a un metro, aunque es importante recalcar que la población afectada, es considerablemente menor a la estimada en AT4.</li> <li>■ Las inundaciones se dan en la llanura aluvial donde dominan los relieves planos a casi planos con suaves pendientes. Las áreas potencialmente afectadas se localizan al este de la ciudad.</li> <li>■ Cerca del 3 % del área de la parroquia se encontraría en peligro medio-alto a deslizamientos, bajo un escenario de alta precipitación (percentil 99).</li> </ul>	El Coca	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ En los demás años futuros, al menos el 7 % de la población y el 8 % de la infraestructura social se vería afectada por inundaciones, en su mayoría con una lámina de medio metro de altura.</li> <li>■ La ciudad se encuentra localizada sobre una terraza aluvial con suaves pendientes, donde las áreas potencialmente afectadas a inundaciones se localizan en la parte sureste (Figura 40c).</li> <li>■ No se registra áreas con peligro a deslizamientos, pese a que las precipitaciones son comparables con las estimadas en Ventanas (la más alta de la costa).</li> </ul>
Vinces	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El AT1 se considera el menos favorable, dado que causaría una inundación del 86 % del área de la ciudad (Figura 39b). La lámina de agua de más de un metro de altura alcanza al 61 % del área inundada. En estos sitios reside el 70 % de la población y se ubica el 71 % de la infraestructura social.</li> <li>■ Incluso en los años futuros menos desfavorables (AT2 y AT5), se estima que el 30 % de la población y el 19 % de la infraestructura social, se vea afectada gravemente por las inundaciones.</li> <li>■ Las áreas inundables de topografía plana (terrazas y bancos aluviales) que pueden ser afectadas, se encuentran distribuidas a los márgenes del río Vinces.</li> <li>■ En el único escenario de altas precipitaciones (percentil 99), al menos el 1 % de sus áreas se encontraría en un nivel medio de peligro a deslizamientos.</li> <li>■ Los territorios susceptibles a este fenómeno están relacionados con los relieves colinados y pendientes medias a fuertes.</li> </ul>	Guaranda	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El AT2 causaría la inundación del 36 % del área de la ciudad. El 7 % de la población se encontraría bajo una lámina de agua de al menos un metro de altura, comprometiendo más de la tercera parte de los establecimientos sociales.</li> <li>■ En el AT3, el 33 % del área de la ciudad se encontraría inundada. La lámina de agua de al menos un metro de altura alcanzaría el 8 % del área inundada.</li> <li>■ La ciudad se localiza sobre una terraza aluvial relativamente plana, encajada entre los ríos Coca, Napo y Payamino; de producirse eventos de inundaciones las áreas más afectadas se localizan a oeste y sur de la ciudad, siempre relacionadas por desbordamientos del río Payamino.</li> <li>■ El 62 % del área de esta parroquia se encontraría en peligro medio-alto a deslizamientos en los días más lluviosos. Esta área permanece constante en todos los años futuros, pese a que la precipitación media de los días extremadamente lluviosos (percentil 99) sea mayor.</li> <li>■ Las áreas expuestas se localizan a lo largo de los encañonamientos del río Salinas y Guaranda, en los sectores de Laguato y Laguato Alto, al sureste de la ciudad, donde existen dos coluviones que son resultado de antiguos deslizamientos (Figura 40a)</li> </ul>
Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El escenario más desfavorable es el AT1, que provocaría una inundación del 23 % del área de la ciudad y se estima que al menos el 3 % de la población resida precisamente en estas áreas (Figura 39c).</li> <li>■ El 5 % del área se encuentra en peligro medio-alto a deslizamientos en temporadas de bajas precipitaciones diarias. No obstante, esta cifra llega al 19 % cuando se trata de días extremadamente lluviosos en todos los años futuros. En estas áreas reside el 10 % de la población que vive en condiciones de precariedad.</li> <li>■ El río Ventanas atraviesa la ciudad de este a oeste en la parte norte de la misma, con potenciales inundaciones a los lados, ya que la ciudad está asentada en una terraza aluvial de topografía plana.</li> <li>■ Las áreas susceptibles a deslizamientos se localizan al norte de la ciudad y están relacionados con relieves colinados medios a alto, pendientes fuertes y materiales rocosos, prevaleciendo las arcillas.</li> </ul>	Sangolquí	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El 3 % la población residente se encontraría ubicada en láminas de hasta medio metro de altura en las tormentas generadas por el AT4.</li> <li>■ Es el único territorio donde existe área peligrosa a deslizamientos incluso en los días de relativamente baja precipitación (percentil 50). En temporadas de baja precipitación (AT5), el 16 % de área registra peligro medio-alto; y, en temporadas de alta precipitación (AT4), se registra que el 22 % del área está en peligro alto.</li> <li>■ Las áreas con peligro a deslizamientos provocadas por el nivel de precipitaciones en las épocas lluviosas no necesariamente afectan a la población.</li> </ul>
Chone	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El año futuro más desfavorable (AT1), provocaría una inundación del 46 % del área de la ciudad. La lámina de agua de menos de medio metro alcanzaría al 9 % del área inundada en el caso de que el bypass funcione a plena capacidad (Figura 39d). En este caso, el 36 % de residentes serían afectados.</li> <li>■ La lámina de agua pasaría de 9 % al 17 % en el AT1, si el bypass funcionara en un 50 %. El nivel de afectación de la infraestructura sería sensiblemente más fuerte en este caso (Figura 39e).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El 5 % de la población residente en esta ciudad se encontraría ubicada en láminas de hasta medio metro de altura en las tormentas generadas por el AT4.</li> <li>■ La ciudad se halla sobre un fondo de cuenca interandina, donde los relieves dominantes son planos a ondulados, separados por encañonamientos que han formado los ríos San Pedro Alto, San Pedro Bajo y San Nicolás. De producirse eventos que provoquen inundaciones, estos restringen a los cauces de los ríos mencionados (Figura 40b).</li> <li>■ En las épocas de alta precipitación (percentil 99), cerca del 3 % del área de la parroquia se encontraría en peligro medio-alto a deslizamientos en todos los años futuros. El 76 % de la población residente en áreas de bajo peligro se encuentran en condiciones de precariedad.</li> </ul>



**Figura 39.** Mapas de inundaciones: (a) Daule; (b) Vincos; (C) Chone; (D) Chone con capacidad del 50 % del bypass y (E) Ventanas. Río en color azul. Altura de lámina de agua (1 – 19 cm / 50 – 99 cm / >100 cm) en amarillo / anaranjado / rojo respectivamente. Puntos negros de contorno verde, representan la cantidad de viviendas



**Figura 40.** Distribución espacial del riesgo biofísico de deslizamientos en el año futuro más desfavorable para las ciudades priorizadas: (a) Guaranda, (b) Sangolquí, y (c) Chone

ciudades prior-



Represa Chanlud, Cuenca alta del río Machángara, provincia del Azuay – Proyecto AICCA

## 6.2.5. Sectores Productivos y Estratégicos

La infraestructura de generación hidroeléctrica, vías primarias e hidrocarburífera (SOTE), constituyen sistemas prioritarios para el país, debido a que influyen directamente en su productividad, conectividad y economía. Por tal razón, entender los efectos climáticos sobre estos sistemas es fundamental para los procesos de adaptación.

Las centrales hidroeléctricas constituyen infraestructuras que son vulnerables al cambio climático debido a su impacto sobre la variabilidad en la cantidad y calidad de agua disponible en las cuencas hidrográficas. La infraestructura vial es impactada por eventos climáticos extremos como precipitaciones intensas, heladas, inundaciones, y deslizamientos, afectando a la conectividad y la seguridad vial del Ecuador.

El sector hidrocarburífero es un sector estratégico que representa el principal producto del PIB del Ecuador el

cual es impactado por el cambio climático desde la extracción, operaciones en la fase inicial, almacenamiento, y en los procesos de distribución y refinación, reduciendo el ciclo de vida de la infraestructura y el nivel de servicio de sus operaciones (Katopodis & Sfetsos, 2019).

El ARC para los Sectores Estratégicos se realizó con base a un esquema metodológico que parte de la aplicación de los modelos de impactos biofísicos, para determinar las inundaciones y susceptibilidad a deslizamientos que pueden provocar daños en la infraestructura y efectos negativos, principalmente por las restricciones en la accesibilidad y/o movilidad en las vías, así como pérdidas económicas por la incapacidad de generación de electricidad y transporte de crudo, importante recurso de exportación del país. Con ello, a continuación, se presenta la metodología y principales hallazgos obtenidos en dicho sector.

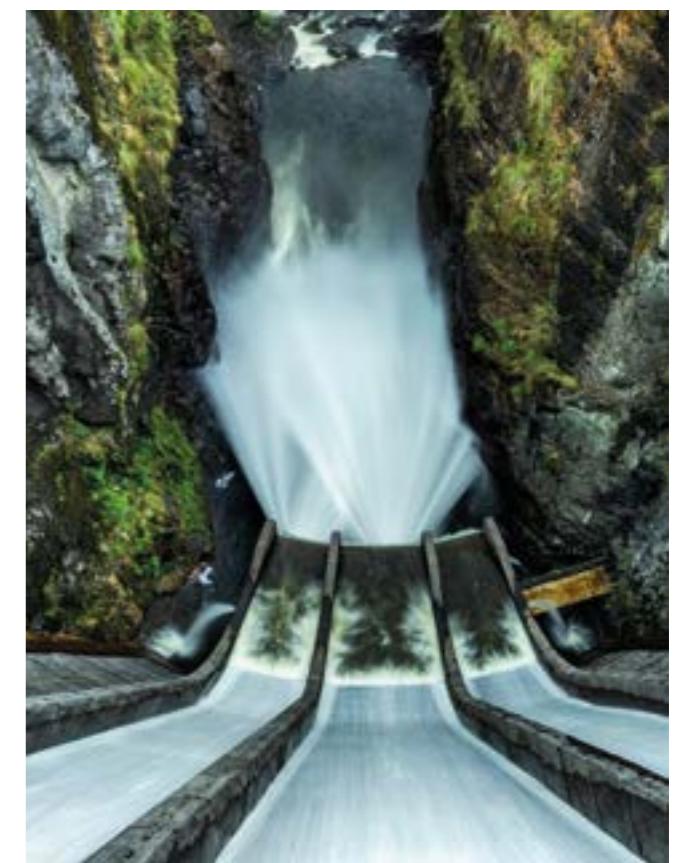
**Las centrales hidroeléctricas constituyen infraestructuras que son vulnerables al cambio climático debido a su impacto sobre la variabilidad en la cantidad y calidad de agua disponible en las cuencas hidrográficas.**

### 6.2.5.1. Metodología

Los Sistemas Sectoriales Priorizados para los Sectores Productivos y Estratégicos consideran a la infraestructura hidroeléctrica “centrales de generación”, vial “vías primarias” e hidrocarburífera “Sistema de Oleoducto Transecuadoriano” (SOTE). La infraestructura hidroeléctrica de generación analizada comprende el 4.626,40 MW de Potencia dentro del Sistema Nacional Interconectado (SNI), tanto Centrales Hidroeléctricas en operación, construcción y diseño definitivo. Por otro lado, la infraestructura vial primaria, comprende rutas que conectan cruces de frontera, puertos y capitales de provincias formando una malla estratégica a nivel nacional (MAATE y PNUD, 2021a). El SOTE representa el principal producto del PIB del Ecuador, a través de un oleoducto de 497,7 km de recorrido que atraviesa el país con una capacidad de transportar 360.000 barriles de crudo por día. La importancia del SOTE radica en que transporta el 70 % del petróleo extraído y es una zona de alto riesgo a impactos biofísicos (Petroecuador, 2021).

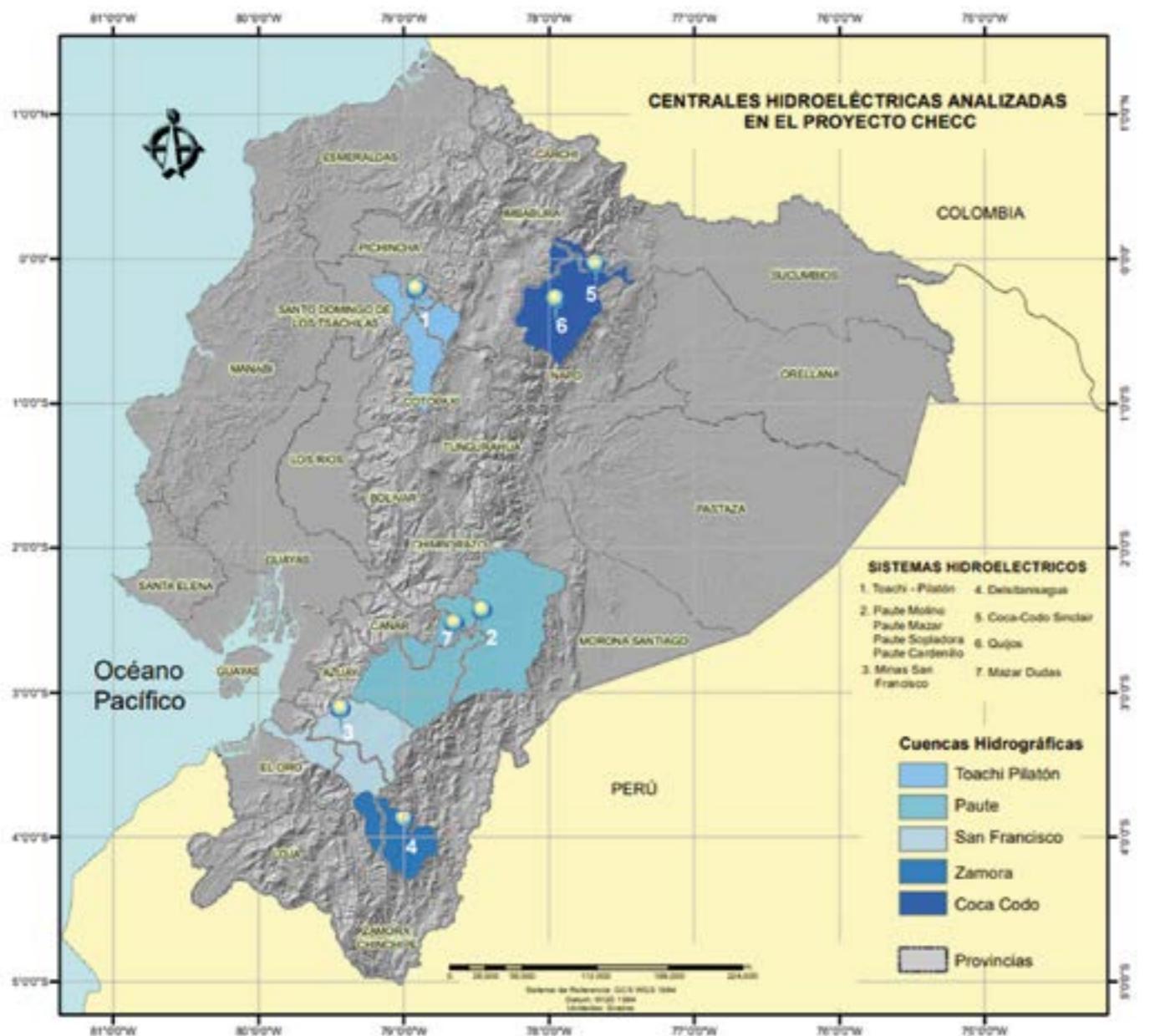
Bajo este contexto, con el fin de identificar las centrales hidroeléctricas analizadas, se priorizaron aquellas que presentan una mayor potencia dentro del SNI y otras de menor potencia. Definiéndose 7 centrales hidroeléctricas en operación, 1 en construcción y 2 proyectos hidroeléctricos en fase de diseños definitivos (Figura 41 y Cuadro 22). Los tramos de las vías primarias donde existe mayor probabilidad de que sucedan eventos climáticos de alta intensidad que impacten la infraestructura de los Sectores Productivos y Estratégicos, se planteó la metodología descrita a continuación en tres pasos: (i) generación de mapas de intensidades de precipitación (anomalías) combinadas con las evidencias de eventos de inundaciones y deslizamientos

para formar un índice multi-amenaza; (ii) evaluación de las zonas pre-priorizadas a partir del levantamiento de información en campo; y, (iii) retroalimentación y validación de los tramos pre-priorizados por los GST. Este proceso permitió priorizar seis tramos con mayor potencial de ser afectados en la infraestructura SOTE (Figura 42) en la infraestructura vial (Figura 43). En el Cuadro 23, se describen de manera general los tramos seleccionados dentro de los SSP.



Represa Chanlud, Cuenca alta del río Machángara, provincia del Azuay – Proyecto AICCA

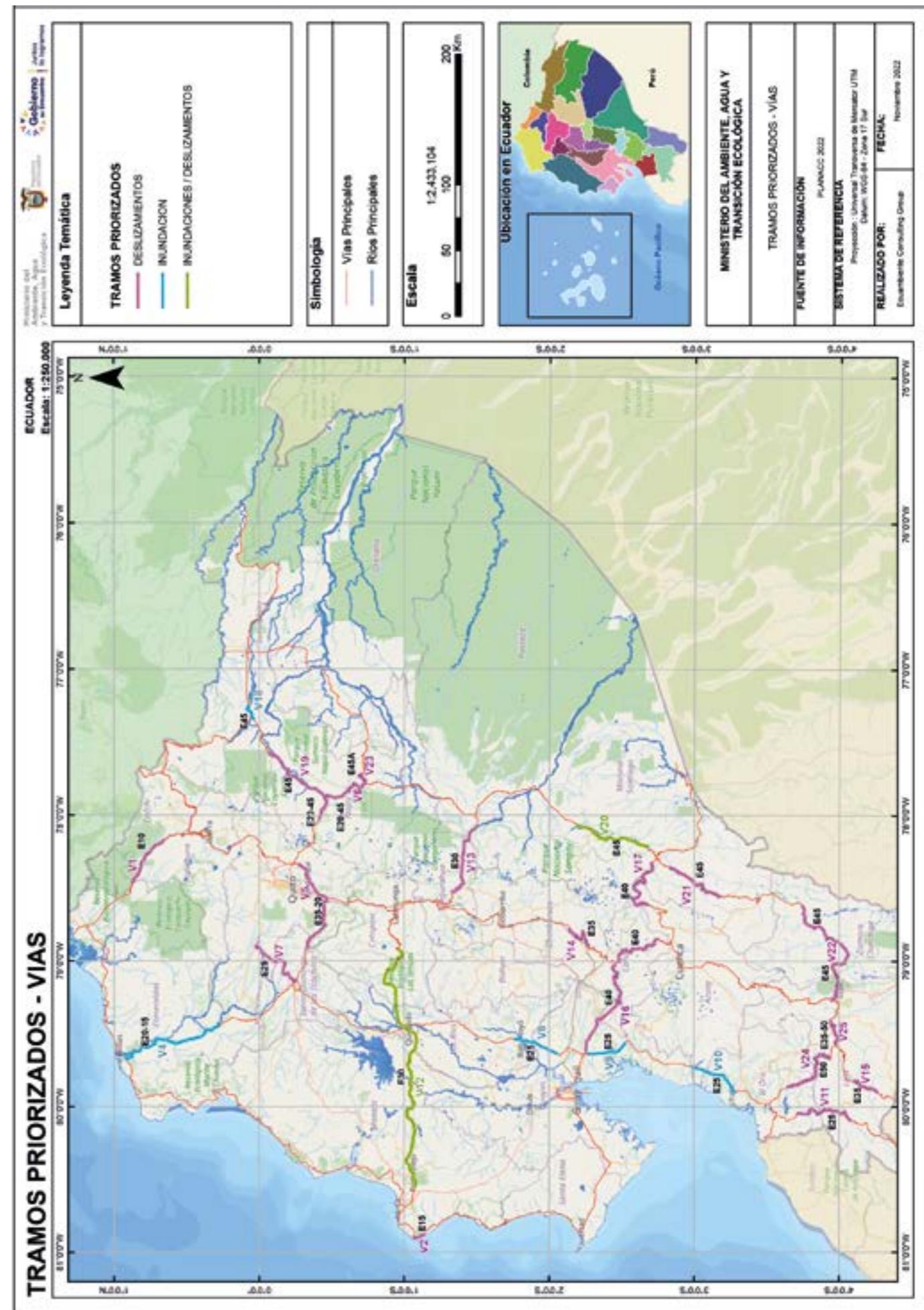




**Figura 41.** Centrales y proyectos hidroeléctricos analizados para el ARC del sector hidroeléctrico

**Cuadro 22.** Identificación de Centrales y Proyectos Hidroeléctricos analizados para el ARC del sector hidroeléctrico

Central / Proyecto hidroeléctrico	POTENCIA (MW)
Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair	1.500
Proyecto Hidroeléctrico Quijos	50,00
Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón	254,40
Central Hidroeléctrica Delsitanisagua	180,00
Central Hidroeléctrica Minas San Francisco	270,00
Central Hidroeléctrica Mazar Dudas	21,00
Central Hidroeléctrica Paute Sopladora	487,00
Proyecto Hidroeléctrico Paute Cardenillo	596,00
Central Hidroeléctrica Paute Mazat	163,00
Central Hidroeléctrica Paute Molino	1.100,00
<b>POTENCIA TOTAL</b>	<b>4.621,40</b>



**Figura 42.** Tramos priorizados del SOTE para la modelación de impactos biofísicos para el ARC del subsector hidrocarburos

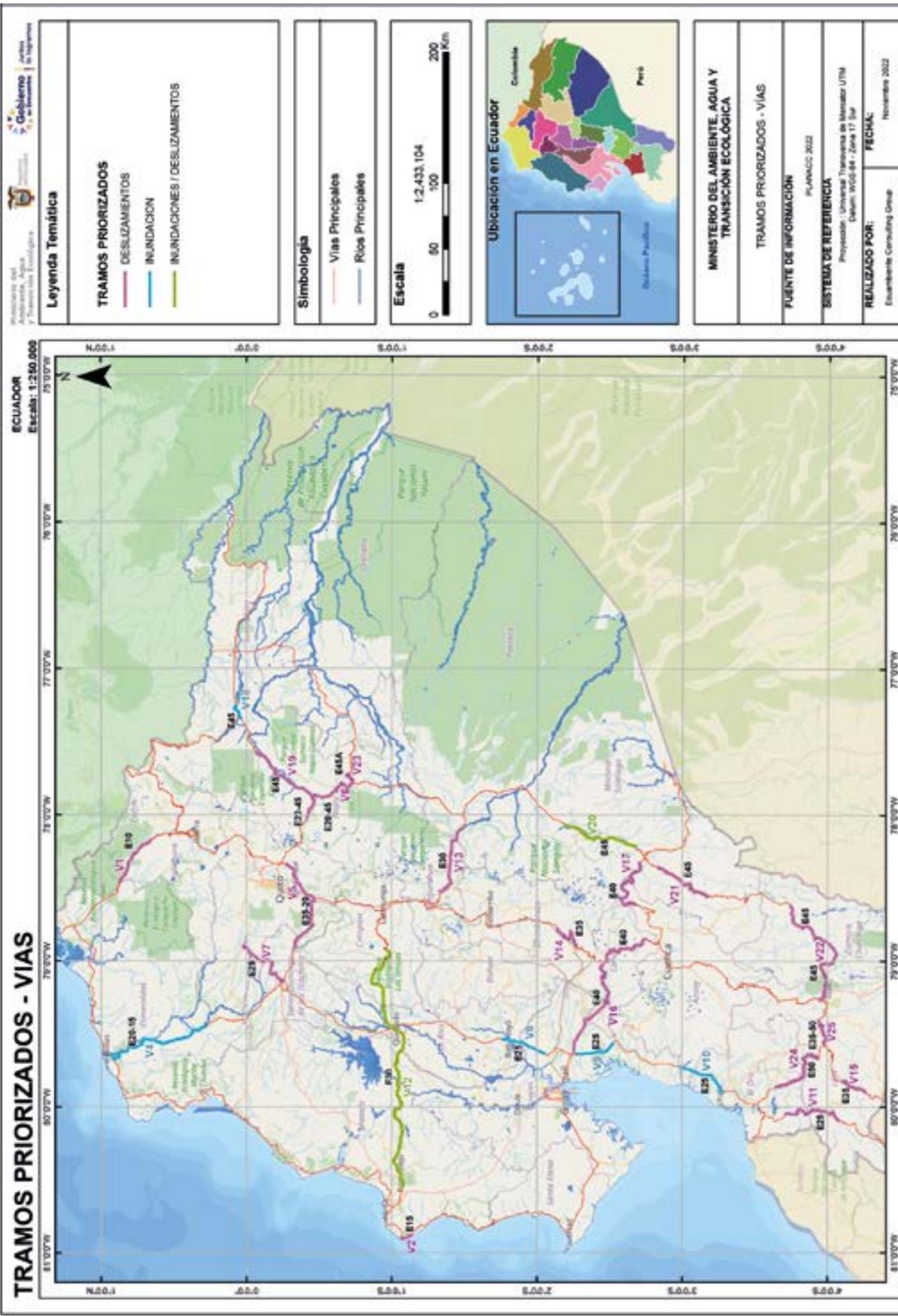


Figura 43. Tramos priorizados de las vías principales para la modelación de impactos biofísicos para el ARC del subsector transporte



Panorámica de la Cuenca del Jubones, confluencia de Loja, Azuay y el Oro – Proyecto FORECCA

Cuadro 23. Identificación de tramos de los SSP para el ARC de los Sectores Productivos y Estratégicos

Subsector	SSP	Ubicación de los tramos priorizados
Hidrocarburos	Infraestructura hidrocarburífera (SOTE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la Costa, en el sector Esmeraldas y Quinindé.</li> <li>En la Sierra, en la vía Alóag - Santo Domingo a la altura del peaje de Alluríquín.</li> <li>En la Amazonía en el cantón Quijos, sector Papallacta – Baeza.</li> </ul>
Transporte	Infraestructura vial (tramos de vías primarias)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la Costa, en el sector de los cantones Esmeraldas, Quinindé, Santo Domingo, Babahoyo y Machala.</li> <li>En la Sierra, en las zonas periurbanas y rurales de Quito, Machachi y Loja</li> <li>En la Amazonía en, el sector Papallacta, Baeza, Abra de Zamora</li> </ul>

Para el ARC en los Sectores Productivos y Estratégicos en las centrales y proyectos hidroeléctricos el proceso contempló 5 fases: (i) Análisis del clima actual y futuro, (ii) Análisis de caudales y sedimentos, (iii) Proyecciones de producción y potencia de energía e (iv) Impacto económico.

Para las vías principales y SOTE, se implementó la misma metodología tanto para vías principales como para el SOTE. El esquema metodológico comprendió cinco fases: (i) análisis climático histórico (1985 - 2015) para evaluar las amenazas climáticas; (ii) modelación

hidrológica (HEC – HMS) e hidráulica (HEC – RAS) para generar mapas de inundaciones en diferentes escenarios climáticos; (iii) aplicación del modelo Heurístico de Combinación de Mapas (HCM), descrito por INGEOMINAS (2001), para obtener mapas de susceptibilidad a deslizamientos; (iv) proceso de calibración de los modelos; y, (v) validación. A continuación, en el Cuadro 24 y Cuadro 25 se describe la metodología utilizada; mientras que, desde la Figura 44 a la Figura 46 se muestran las entradas de los modelos implementados, información detallada en el Anexo 6.

**Cuadro 24.**Descripción del proceso metodológico para el ARC para centrales y proyectos hidroeléctricos

Fase	Descripción
Análisis del clima actual y futuro	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se realizaron caracterizaciones del clima actual y futuro utilizando información de los modelos de circulación general y modelos climáticos regionales de cambio climático para los períodos 2011-2040, y 2041-2070.</li> <li>■ Los modelos generados corresponden a los escenarios del IPCC-AR5: RCP2.6 (optimista), RCP 4.5 (intermedio), RCP 6.0 (intermedio) y RCP 8.5 (pesimista).</li> </ul>
Análisis de caudales y sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se utilizó el modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) que permitió utilizar datos de precipitación y temperatura, y potenciales presiones antropogénicas que influyen en la cobertura vegetal y uso de suelo, que definen la generación de caudales y sedimentos bajo condiciones climáticas futuras.</li> <li>■ El modelo se calibró para cada cuenca hidrográfica e incorporó para los períodos futuros una proyección de cambio de uso del suelo utilizando la información de mapas de cobertura vegetal y uso de suelo para los años 1990, 2000, 2008 y 2014.</li> </ul>
Proyecciones de producción y potencia de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La información generada sobre clima, caudales y sedimentos observados y modelados permitió proyectar los impactos sobre la producción energética de cada hidroeléctrica.</li> <li>■ Se simuló el sistema de la central generadora a uno equivalente al existente o diseñado, incluyendo modelación de los tipos de embalses en caso de que existiesen, con el objetivo de reproducir la energía con los caudales líquidos y sólidos proyectados bajo efectos de cambio climático.</li> </ul>
Impacto económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La valoración se realizó considerando las políticas de regulación de despacho de energía eléctrica para el país con la correspondiente asignación económica para las centrales hidroeléctricas y el SNI.</li> <li>■ Se valoró cómo la variación de los caudales proyectados podría afectar los ingresos económicos de cada central hidroeléctrica al alterar la cantidad de energía que puede producirse, para lo cual se consideró el costo mínimo de generación por kilovatio.</li> <li>■ Adicionalmente, se consideró el costo que implica un kilovatio no generado de energía hidroeléctrica que tiene que ser generado o compensado por energía más costosa producida sea por termoeléctricas o por otra central de generación hidroeléctrica, costo que es asumido por el SNI y que podría representar un impacto económico para el sistema. Este impacto económico dependerá de la época del año, puesto que en época seca el costo de producción por kilovatio es mayor que en época lluviosa.</li> <li>■ El impacto económico del cambio climático que cada central hidroeléctrica genere sobre el SNI es relativo, puesto que se requiere conocer el balance de impactos positivos y negativos de todas las centrales hidroeléctricas para calcular el impacto total del cambio climático sobre el SNI.</li> <li>■ Complementariamente, se calculó el impacto económico que tendrían las centrales hidroeléctricas por eventuales aumentos en la cantidad de sedimentos lo que implicaría un desgaste mecánico de las turbinas y equipamiento, requiriendo mantenimientos y cambios de maquinaria con mayor frecuencia, lo que aumentaría los costos previstos durante su vida útil.</li> </ul>

**Cuadro 25.**Descripción del proceso metodológico para el ARC para las vías principales y el SOTE

Fase	Descripción
Ánálisis de amenazas climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se analizaron las tendencias y valores extremos de la serie histórica (1985 - 2015) y condiciones climáticas a través de los años tipo (AT) que constituirán un insumo para la modelación de inundaciones y deslizamientos. El análisis se realizó mediante mapas del número de días con precipitaciones que superan en percentil 95 en cada sitio priorizado.</li> </ul>
Modelo de inundaciones (HEC-HMS y HEC-RAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se aplicó la modelación hidrológica usando el HEC - HMS para calcular los caudales picos y escorrentías en diferentes períodos de retornos de 5, 10, 25, 50 y 100 años.</li> <li>■ Los resultados del modelo hidrológico se utilizaron de entrada para la modelación hidráulica usando el HEC-RAS, que permite desarrollar mapas de inundaciones con niveles y velocidades para los diferentes períodos de retorno.</li> <li>■ Se modelan las condiciones climáticas futuras en base a los años tipo obtenidos del reporte de Clima Futuro para el periodo 2020-2050 usando el mismo procedimiento que para los años históricos.</li> </ul>
Modelo de susceptibilidad a deslizamientos (HCM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descomposición del terreno en los factores que lo vuelven susceptible a deslizamientos. En este estudio se eligieron 12 de 14 condicionantes de deslizamientos propuestos por Ozdemir (2020).</li> <li>■ Cada factor se estandarizó en una escala de 1 a 5 en función de su influencia (susceptibilidad) relativa a los deslizamientos.</li> <li>■ Se determinó la importancia relativa de cada clase de los factores mediante comparación por pares de acuerdo con la escala fundamental de Saaty y luego se calcularon los pesos de cada clase sobre cada factor.</li> <li>■ El índice de susceptibilidad a deslizamientos (ISD) se calculó a través de la sumatoria de cada factor previamente multiplicado por su ponderación, cuyos resultados se utilizaron para la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos (MSD) para todo el país a una resolución de 50 x 50 m. En sitios dentro del sistema sectorial priorizado se replicó el modelo con un MDE de mayor escala (12,5 y/o 3 m).</li> </ul>
Calibración de los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La calibración del modelo que determina el área de inundación se realizó en el modelo hidrológico HEC – HMS. Este proceso es denominado como optimización del modelo y partió de la construcción de un hidrograma de crecida en función del caudal observado (Estación Hidrológica del INAMHI). Las variables de entrada a ser calibradas son número de curva y el tiempo de concentración, el programa ajusta sistemáticamente los parámetros y lo reitera.</li> <li>■ La calibración del modelo HEC – RAS se basó en la modificación de los parámetros de las condiciones de simulación.</li> </ul>
Validación de los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La verificación de la precisión del modelo hidráulico HEC – RAS se realizó mediante una comparación entre los ráster de inundaciones obtenidos del modelo HEC – RAS y la base de datos de inundaciones del SNGRE (2010). La metodología utilizada genera una curva de Características de funcionamiento del Receptor (ROC, por sus siglas en inglés), la cual estima la validez del modelo.</li> <li>■ La verificación de la precisión del modelo de susceptibilidad a deslizamientos utilizado en este estudio. Se realizó una validación mediante la comparación entre el mapa obtenido del modelo HCM y la base de datos de deslizamientos del SNGRE (2010-2021). El método ROC se usa ampliamente para estimar la validez de un modelo, que predice la ubicación del caso (ocurrencia) versus otro mapa que muestra las zonas donde se ha registrado la ocurrencia mediante el cálculo del área bajo la curva (AUC) de la curva ROC.</li> </ul>

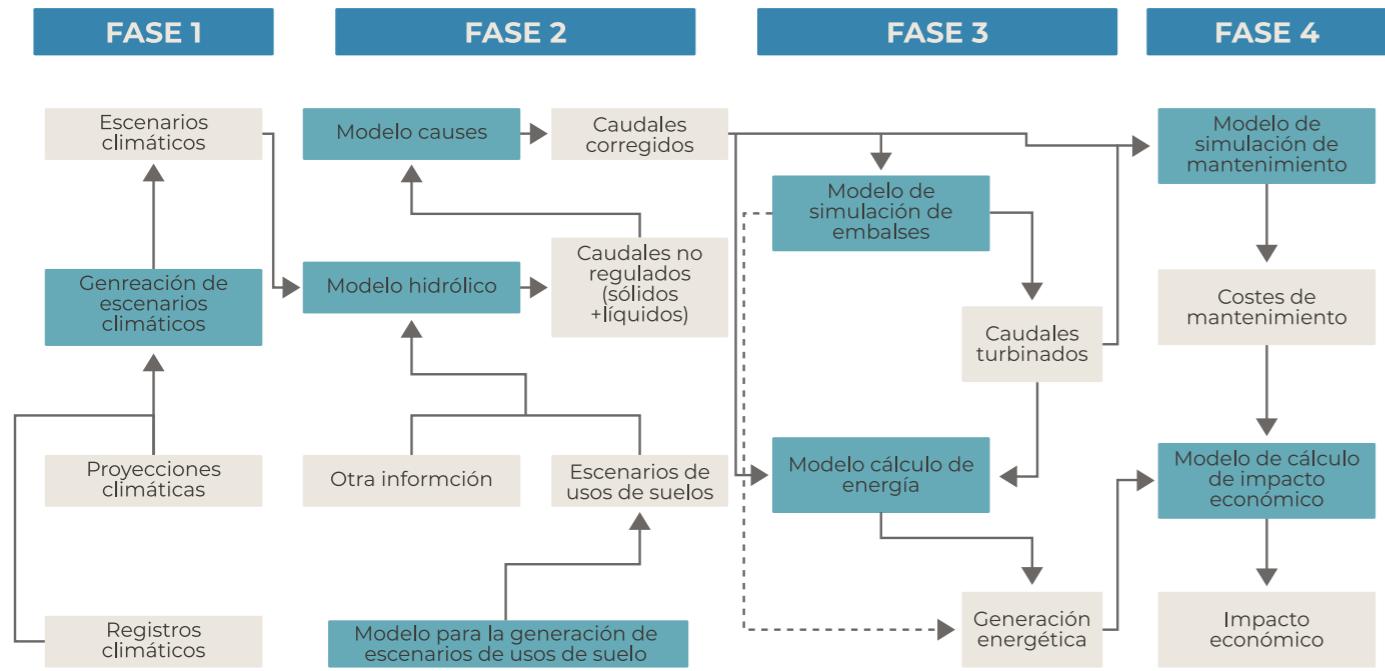


Figura 44. Diagrama de procesos de la modelación de ARC para centrales y proyectos hidroeléctricos

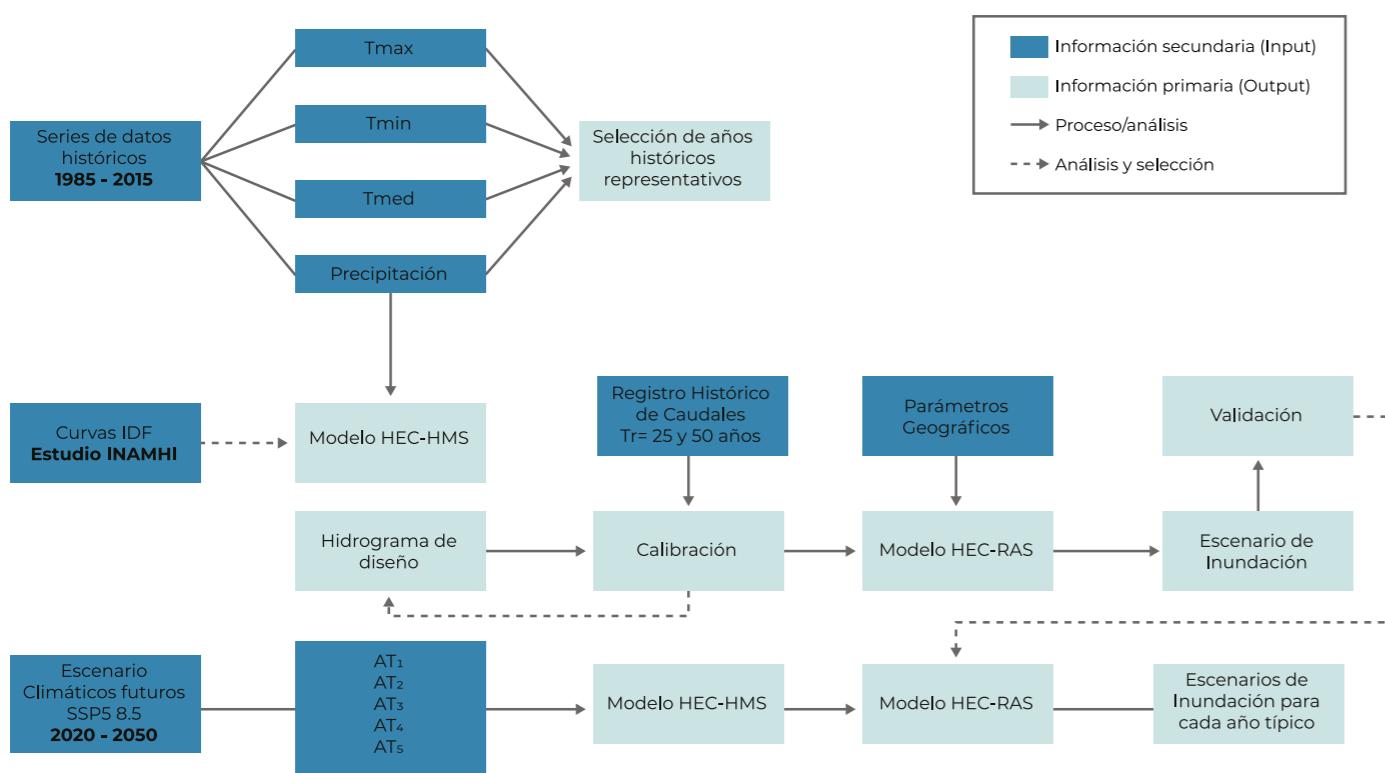


Figura 45. Diagrama de procesos de la modelación hidrológica e hidráulica para obtener resultados relacionados con inundación con base a diferentes períodos de retorno y condiciones climáticas futuras

**La potencialidad del impacto por cambios del caudal líquido y sólido, inundaciones y susceptibilidad a deslizamientos en diferentes escenarios de intensidad y recurrencia, constituyen un importante recurso en la toma de decisiones para la gestión de medidas de adaptación al cambio climático**

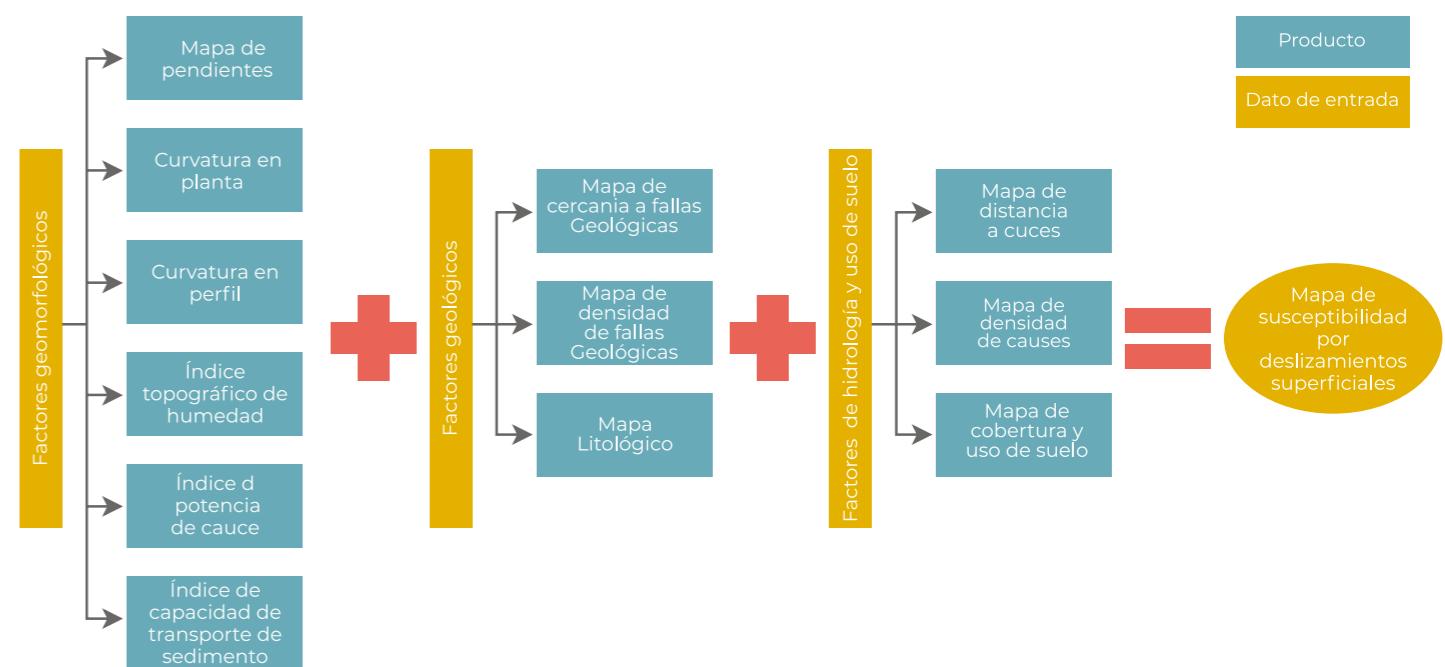


Figura 46. Diagrama de proceso con los factores utilizados para obtener el mapa de susceptibilidad a deslizamientos de los tramos analizados

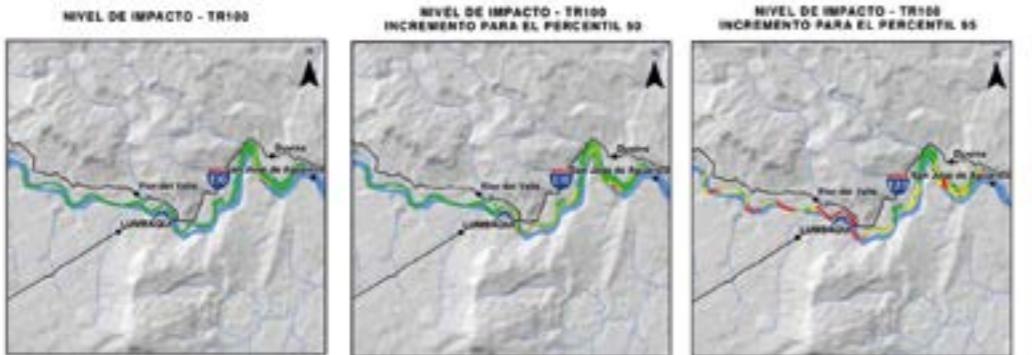
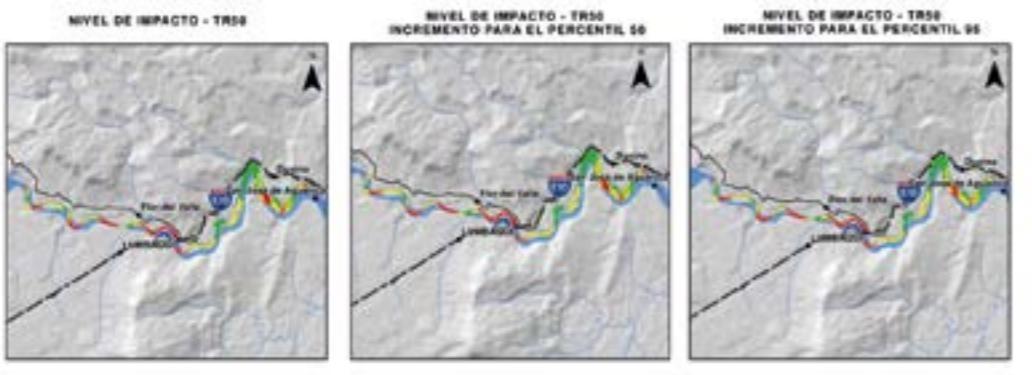
## 6.2.5.2. Resultados

En función al proceso desarrollado en el ARC en el presente sector, los resultados obtenidos de la modelación de las centrales y proyectos hidroeléctricos, vías principales y el SOTE considerando la potencialidad del impacto por cambios del caudal líquido y sólido, inundaciones y susceptibilidad a deslizamientos en diferentes escenarios de intensidad y recurrencia, constituyen un importante recurso en la toma de decisiones para la gestión de medidas de adaptación al cambio

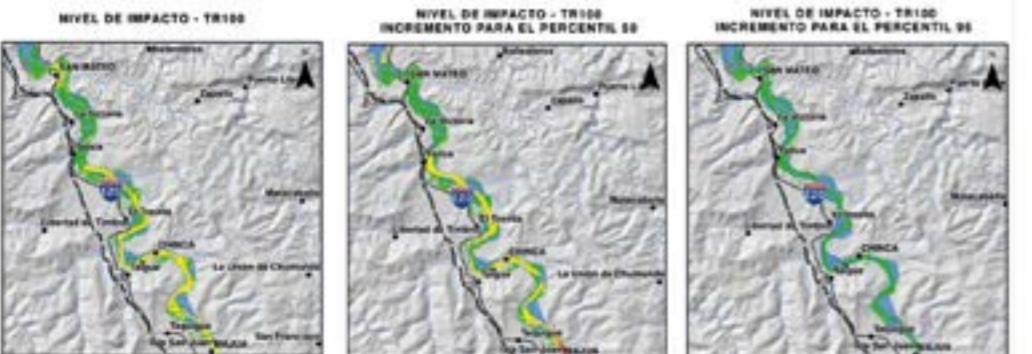
climático. En el Cuadro 26, se presentan los principales hallazgos del ARC obtenidos de la aplicación de modelos de impacto biofísicos.

**Cuadro 26.** Principales hallazgos del ARC de los Sectores Productivos y Estratégicosinundación con base a diferentes períodos de retorno y condiciones climáticas futuras

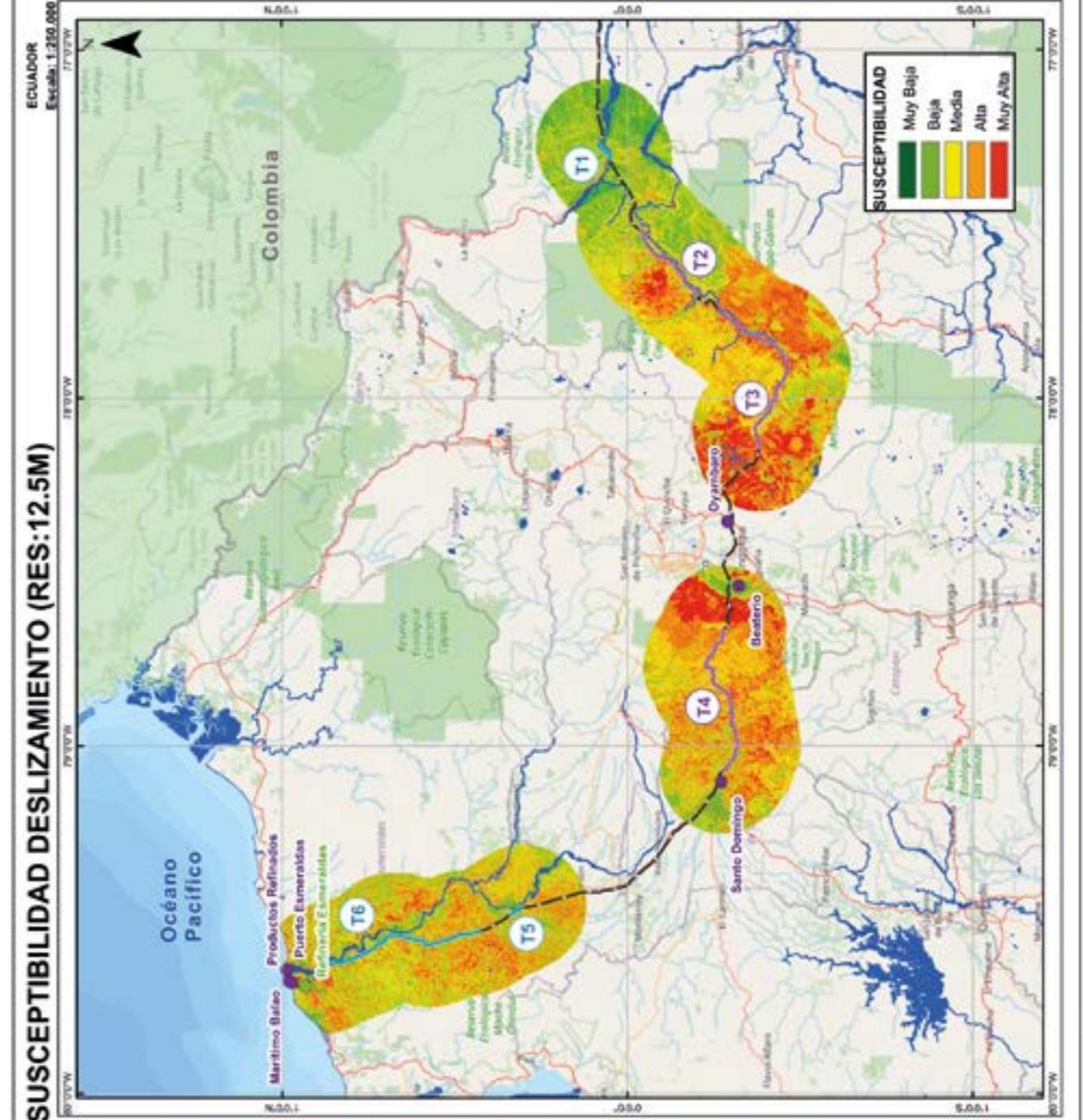
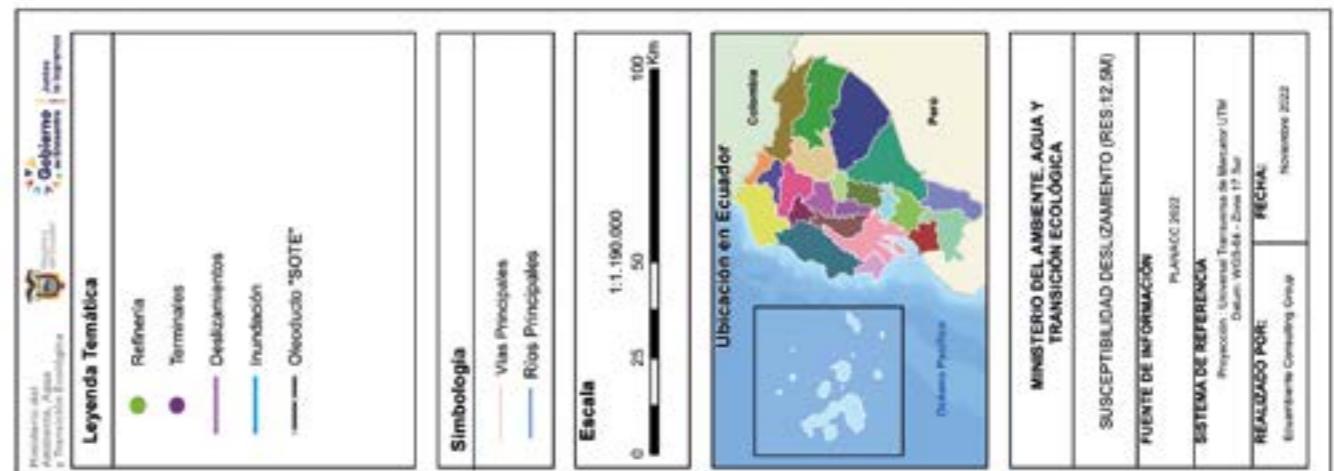
Subsector	Descripción de los principales hallazgos	Subsector	Descripción de los principales hallazgos
Hidroeléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bajo condiciones climáticas desfavorables, se prevé precipitación intensa en períodos cortos de tiempo a nivel nacional, resultaría en una mayor sedimentación y erosión de la cuenca hidrográfica lo que provocaría desgaste en los elementos electromecánicos de las centrales y un mayor costo de producción en el mediano plazo.</li> <li>■ Se prevé que bajo condiciones climáticas desfavorables durante los períodos de baja precipitación las hidroeléctricas que se encuentran hacia el occidente de la cordillera de los Andes tengan reducción en la generación de energía.</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair: Impacto negativo (2030) atribuible a la disminución de precipitación en temporadas "secas"; impacto positivo (2050) atribuible al aumento de precipitación en temporadas "secas".</li> <li>■ Proyecto Hidroeléctrico Quijos: Impacto negativo atribuible al detrimento de caudal por el trasvase de agua potable de la cuenca para Quito (2030-2050).</li> <li>■ Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón: Impacto negativo atribuible a la reducción de precipitación, y potencial de degradación de la cuenca (2030-2050).</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Delsitanisagua: Impacto positivo atribuible al previsible aumento de precipitación.</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Minas San Francisco: Impacto positivo atribuible al previsible aumento de precipitación (2030-2050).</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Mazar Dudas: Impacto positivo atribuible al previsible aumento de precipitación (2030-2050).</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Paute Mazar: Impacto positivo atribuible al previsible aumento de precipitación (2030) e impacto negativo posterior generación de sedimentos (2050).</li> <li>■ Central Hidroeléctrica Paute Molino, Central Hidroeléctrica Paute Sopladora, Proyecto Hidroeléctrico Paute Cardenillo: Impacto positivo atribuible al previsible aumento de precipitación (2030-2050).</li> </ul>	Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mientras mayor sea la precipitación en las zonas de alta susceptibilidad, mayor será la probabilidad de que un deslizamiento impacte la infraestructura del SOTE. Es decir, con precipitaciones sobre el percentil 95 se esperan impactos de altos a muy altos en más del 80 % en todos los tramos analizados (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).</li> <li>■ Los tramos 1, 3 y 4 que corresponden a los sectores Cascales – Lumbaqui, Santa Rosa – Baeza – Papallacta y La Pala – Alluríquín – Peaje Santo Domingo, son los más susceptibles a deslizamientos en relación con su longitud; teniendo respectivamente los siguientes porcentajes 48.72 %, 37.67 % y 40. 81 % de susceptibilidad entre alta y muy alta con respecto a su longitud total.</li> <li>■ Las lluvias de baja intensidad, pero acumuladas, en zonas con condiciones de suelo desfavorable (por ejemplo, limo- arcillosa), pueden provocar suelos saturados y deslizamientos en áreas que ya son susceptibles a estos eventos, por lo cual son de atención relevante al igual que las precipitaciones de alta intensidad.</li> <li>■ El tramo 2 (Reventador) es una zona de alta susceptibilidad a deslizamiento y con las condiciones actuales de erosión, se puede sugerir una reubicación de la infraestructura del SOTE.</li> </ul>
Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Con un incremento del 7 % al 38 % de precipitación para un periodo de retorno de 10 a 100 años, se espera un aumento de entre el 7 % al 42 % en los caudales de las cuencas en la Amazonía. Y para las cuencas en la zona costera se esperan mayores incrementos en la precipitación entre un 66 % a un 119 %, que aumentará los caudales máximos entre un 19 % y 64 %. Lo que significa que mayores caudales y escorrentías pueden desencadenar inundaciones o procesos de deslizamientos o erosión mayores a los conocidos.</li> <li>■ En el tramo 1 (Cascales – Lumbaqui) (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), los resultados de la modelación hidráulica no presentaron eventos de inundación en las proyecciones de cambio climático; sin embargo, al encontrarse en la estribación oriental de la cordillera de los Andes, las velocidades generadas durante un evento extremo de precipitación podrían provocar impactos en la infraestructura por procesos de socavamiento y erosión en todos los años tipo.</li> <li>■ En el tramo 1 (sector de la desembocadura del río Puchuchoa) presenta un aumento de la velocidad entre el 1 y 3 % en relación con su periodo base, de acuerdo con el modelo hidráulico las velocidades no superan los 2.1 m/s. Mientras que, en el sector de Aguarico, los escenarios de la modelación hidráulica determinan velocidades entre 3.5 y 3.9 m/s, esto representa un incremento de entre el 9 al 11% de la velocidad en relación con su periodo de retorno base de análisis.</li> <li>■ Los resultados de la modelación hidráulica para los períodos de retorno de 50 y 100 años detallan que en el tramo 5 y 6 correspondientes a la zona de Quinindé – San Mateo, se presentan áreas de inundación cercanas al SOTE que no inciden en la infraestructura (oleoducto) (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). El sector de San Mateo presenta un área inundada de 0.87 km2 con niveles de entre 1 a 3 m. El sector aledaño a Santa Rosa presenta un área inundada de 1.14 km2 con niveles de 0.5 a 1.5 m. Y el sector de la Isla del Muerto presenta un área inundada de 1.12 km2 con niveles de inundación entre 0.4 y 2 m.</li> </ul>	Infraestructura vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ En el norte de Ecuador (Vía Transversal), correspondiente a la zona de San Mateo la lámina de inundación llega entre 0.5 y 1 m con un impacto medio – alto, los sectores críticos son: Tatica, Santa Rosa, La Treinta y Taquique. En el sector Tatica se presentan niveles de 1 m de inundación y velocidades que no superan los 2 m/s para las condiciones climáticas previstas.</li> <li>■ En el centro de Ecuador (Vía Troncal), la zona de Babahoyo indica el nivel de impacto muy alto ante posibles eventos de inundación. Existe una poca variabilidad de las áreas de inundación entre los períodos de retorno, sin embargo, los niveles de inundación se ven exacerbados entre un 6 % y 9 % en relación con su periodo de retorno base.</li> <li>■ El análisis de tendencia histórica evidencia el aumento de precipitación en la mayoría de los tramos de la infraestructura vial con algunos sitios donde se producen reducciones de la precipitación (algunos sectores de las provincias de Los Ríos y Santa Elena). En escenarios de cambio climático la magnitud y recurrencia de eventos extremos de deslizamientos aumentarán progresivamente.</li> <li>■ Los escenarios en todos los años tipo presentan un aumento de las precipitaciones principalmente extremas (sobre el percentil 95), lo cual se traduce en un mayor impacto sobre las carreteras de mayor susceptibilidad ratificando a las precipitaciones intensas y extremas como el principal disparador climático de deslizamientos.</li> <li>■ En el modelo de deslizamiento se observó que las vías con mayor porcentaje de zonas con susceptibilidad alta a muy alta en relación con el tramo analizado son: la E50 (Balsas) con el 73.73 %, E35 (Alausí y Canguraca) con el 67.32 % y la E 35-50 (Veracruz) con el 72.37 %, ubicadas en las provincias de El Oro, Chimborazo, Loja y Morona Santiago respectivamente.</li> <li>■ Respecto a la distribución espacial de los impactos, para períodos con precipitaciones dentro de la media histórica y sus respectivas condiciones climáticas futuras de años tipo, se observa una clara tendencia a impactar las vías en la Sierra Norte, provincia de Esmeraldas y Amazonía. Siendo este último donde se concentraría más del 60% de los impactos (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Este escenario es bastante similar al propuesto por las anomalías de precipitación con la diferencia que para el año tipo 1 los impactos altos aumentan en las zonas de Cotopaxi y Manabí en un 12 %, mientras que para los años tipo 2 y 3 no aumentan los impactos altos, pero si aumenta el área de impactos medios en un 40 %.</li> </ul>



**Figura 47.** Mapas de inundación (escala 1:250.000) en el Tramo 1 (Cascales – Lumbaqui) en ATI al AT5 con períodos de retorno de 50 y 100 años



**Figura 48.** Mapas de inundación (escala 1:250.000) en los Tramo 1 – 3 (Quinindé – San Mateo) en ATI al AT5 con períodos de retorno de 50 y 100 años



**Figura 49.** Mapa de susceptibilidad ante deslizamientos superficiales para los seis tramos priorizados en el SOTE

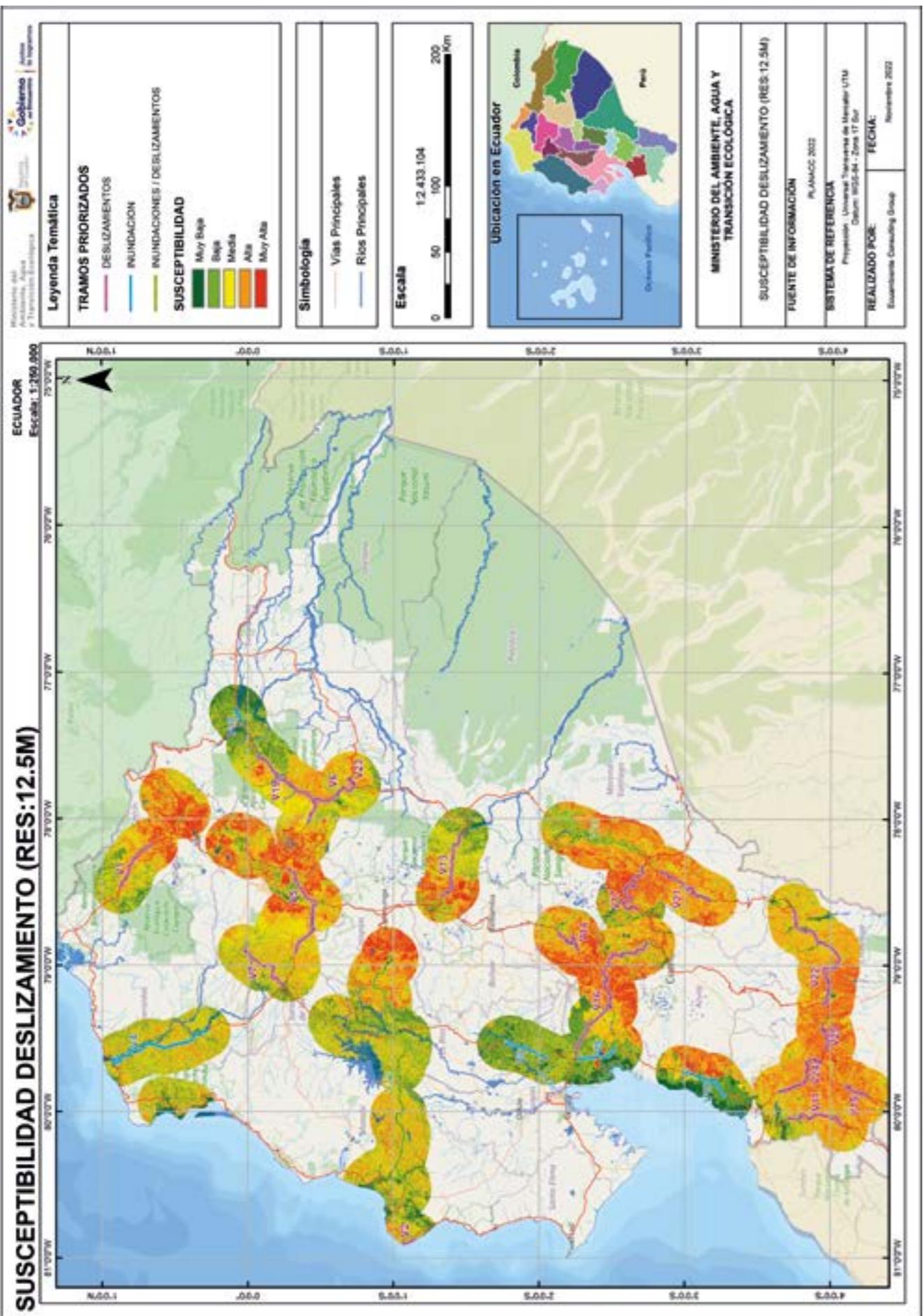


Figura 50. Mapas de susceptibilidad a deslizamientos superficiales para los tramos priorizados en el subsector de Transporte

## 6.2.6. Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SAG)

El cambio climático, ha venido causando distintos impactos en la producción agropecuaria, en su gran mayoría negativos. Pues los aumentos de temperatura, inundaciones, sequías, acidificación, intrusión salina y deficiencia de oxígeno en la tierra, han reducido las zonas de producción aptas para el desarrollo de la agricultura, afectando el rendimiento y calidad de los cultivos, y por ende, la comercialización de los productos alimenticios (IPCC, 2022c).

El IPCC (2022a) informa que, actualmente, los impactos del cambio climático propician altos niveles de inseguridad alimentaria en algunas regiones del mundo como América Latina, existiendo, además, una gran certeza de que los eventos climáticos extremos se vuelvan más frecuentes. Es así como, los agricultores se verán obligados a trasladar sus unidades de producción hacia espacios climáticos más seguros, provocando que la ampliación de la frontera agrícola se convierta en una amenaza mayor para la sostenibilidad de los ecosistemas naturales.

El sector SAG juega un rol relevante en la economía del Ecuador, principalmente como generador de materia prima y proveedor de alimentos para la población, representando una importante fuente de empleo e ingresos para pequeños y medianos productores (MAATE, 2022b). Al 2020, este sector aportó con 5.476

millones de dólares al PIB; sin embargo, experimentó una caída del 0,63 % en comparación con el 2019. Estos datos contextualizan como las alteraciones de los patrones climáticos influirían sobre la producción agropecuaria, considerando que los impactos del cambio climático aumentarán, especialmente aquellos relacionados con el fenómeno de El Niño (MAE, 2019b).

Es importante analizar los efectos del cambio climático actuales y futuros sobre la producción agropecuaria del país, para lo cual, se aplicaron dos modelos de impactos biofísicos para determinar el riesgo climático del sector SAG en el Ecuador. A continuación, se expone la metodología y hallazgos correspondientes.

### 6.2.6.1. Metodología

El sistema sectorial priorizado para este sector fue definido a través del análisis de información secundaria y el aporte del GST, identificándose dos sistemas de producción<sup>2930</sup>: agrícola y pecuario. A partir de los cuales, se escogieron los cultivos más relevantes (según criterios e indicadores económicos, sociales, productivos y contenido nutricional) a nivel nacional y con la mayor disponibilidad de información de variables de clima, suelo, cultivo y manejo de la producción.

En total, se priorizaron seis cultivos que contaron con más del 80 % de datos necesarios para la simulación, y que representan el 39 % de la producción agrícola nacional, con una cobertura de 955.724,5 hectáreas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2021). El detalle de cada cultivo se muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Identificación y descripción de los cultivos seleccionados para la aplicación de los modelos de impacto

Sistema sectorial priorizado	Cultivos seleccionados		Superficie por tipo de cultivo a nivel nacional en 2021		Rendimiento (Tm/ha)	Modelo de impacto
	Nombre científico	Nombre común	Tipo de cultivo	Superficie (ha)		
Agrícola	<i>Oryza sativa</i>	Arroz	Transitorio	329.767,3	4,4	
	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	Permanente	138.367,5	87,2	
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fréjol seco	Transitorio	40.053,1	0,6	
	<i>Solanum</i>	Papa	Transitorio	27.382,7	12,8	
	<i>Zea mays</i>	Maíz suave seco	Transitorio	81.062,0	0,9	
Pecuario	<i>Zea mays</i>	Maíz amarillo duro	Transitorio	339.092,0	4,6	

29 Un sistema de producción es un conjunto de actividades destinadas a la generación de productos de importancia económica y para la seguridad alimentaria, a través de la interacción entre elementos o componentes abióticos y bióticos que se generan en arreglos espaciales y cronológicos con la implementación de prácticas adecuadas para cada objetivo de producción (cultivos y/o animales) y que son influenciados por factores climáticos y otros externos (mercado, políticas, instituciones) (Arcila et al., 2007; Barrantes et al., 2018; FAO, 1997, 2001, 2003)



parroquia Cochapata, cantón Nabón, provincia de Azuay – Proyecto FORECCSA

Con base en lo anterior, para este sector se aplicaron dos modelos: (i) Modelo Climático de Integración de Políticas Ambientales (EPIC), que simula la fenología de cultivos en función de parámetros fisiológicos, permitiendo entender las variables de productividad, desarrollo y crecimiento (Unión Europea *et al.*, 2016); y, (ii) Zonificaciones Agroecológicas (ZAE), utilizado para identificar la mejor opción de aprovechamiento en función de la aptitud de las unidades de producción, a partir de información biofísica, climática y de requerimientos agroecológicos del cultivo (MAG, 2014). El detalle de los recursos utilizados para la corrida de los modelos se presenta en el Anexo 7.

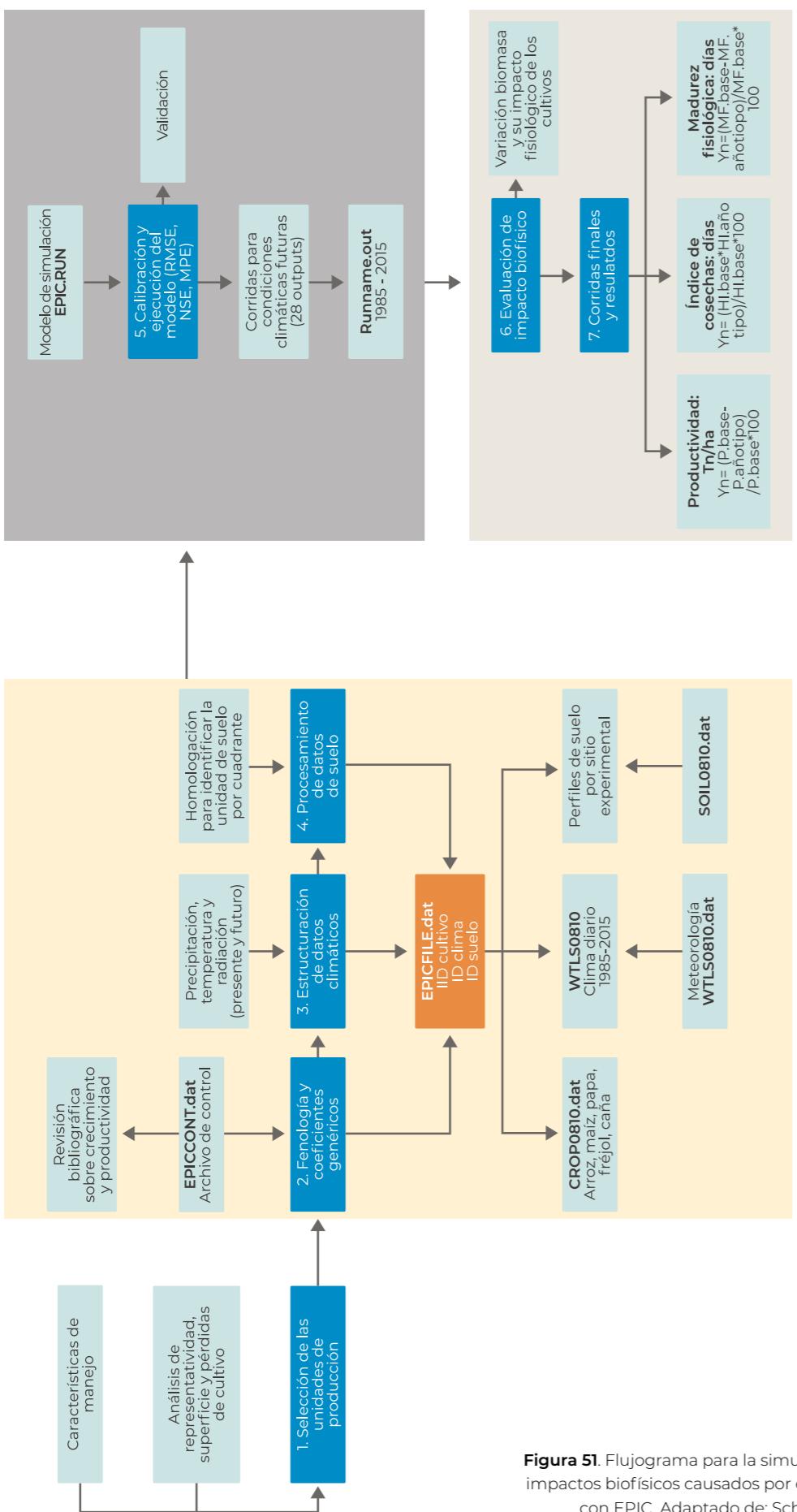
Para llevar a cabo la simulación de los impactos del cambio climático sobre el rendimiento de cultivos con EPIC, se necesitaron archivos de entrada sobre sitios (latitud y longitud), desarrollo del cultivo, suelo (perfíles y horizontes), clima y las operaciones que se han realizado durante el ciclo de cultivo (rotaciones, cro-

nograma de siembra y cosecha). En el Cuadro 28 y Figura 51, se describe el proceso metodológico seguido para el modelamiento, mismo que comprendió siete fases: (i) selección de unidades de producción; (ii) establecimiento de parámetros de fenología y coeficientes genéticos; (iii) estructuración de datos climáticos; (iv) procesamiento de datos de suelo; (v) calibración y ejecución del método de modelación; (vi) evaluación de impacto biofísico; y, (vii) corridas finales y resultados.

Por otro lado, para simular los impactos del cambio climático en la aptitud de áreas para la producción de cultivos con ZAE, se ejecutaron siete fases, que corresponden a: (i) recopilación y procesamiento de datos e información; (ii) zonificación biofísica; (iii) zonificación agroclimática; (iv) zonificación agroecológica preliminar; (v) calibración y ejecución del método de modelación; (vi) evaluación del impacto biofísico; y, (vii) corridas finales y resultados. Estas fases que constituyen el proceso metodológico se muestran en el Cuadro 29 y Figura 52.

**Cuadro 28.** Proceso metodológico aplicado para la simulación del rendimiento de cultivos con EPIC

Fase	Descripción
1. Selección de las unidades de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se aplicó un análisis de representatividad espacial, superficie sembrada y pérdida de cada cultivo a nivel provincial para identificar unidades de producción consolidadas (localidades representativas), así como los cuadrantes de clima que las contienen.</li> <li>■ Se determinaron características de manejo de cultivos a través de consultas con informantes calificados.</li> </ul>
2. Establecimiento de parámetros de fenología y coeficientes genéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se determinaron para cada cultivo con base a los datos de referencias bibliográficas, reportes y fichas divulgativas del INIAP. Cabe mencionar, que se consideraron datos de crecimiento y productividad para establecer los parámetros de fenología.</li> </ul>
3. Estructuración de datos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se generaron archivos mediante el programa R, donde cada uno detalla los datos de precipitación, temperatura y radiación de la zona de estudio por cultivo, tanto para el clima presente y futuro.</li> </ul>
4. Procesamiento de datos de suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para que la información de suelos coincida geográficamente con la información de clima y de cultivos se realizó un proceso de homologación, a través del cual se pudo conocer la unidad de suelo predominante en cada uno de los cuadrantes. A partir de ello, se tomaron los parámetros de suelo requeridos para el procesamiento de datos de suelo.</li> </ul>
5. Calibración y ejecución del método de modelación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se consideraron datos teóricos de los parámetros de productividad (Kg/ha), antesis (días) y madurez fisiológica (días); y, se sometieron a corridas de simulación para contrastar los índices de estimación de eficiencia (RMSE, MPE y NSE) de los modelos.</li> <li>■ Una vez validada la calibración de los modelos, se ejecutaron las corridas para las condiciones climáticas futuras.</li> </ul>
6. Evaluación del impacto biofísico	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se procedió a intercomparar los resultados de crecimiento, desarrollo y productividad entre el período base de simulación y cada año tipo; estableciendo la variación de la biomasa y su impacto sobre el desarrollo fisiológico de cada cultivo.</li> </ul>
7. Corridas finales y resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Finalmente, se elaboraron seis mapas por cultivo, correspondientes al rendimiento (Tn/ha) obtenido durante el período histórico o presente (1985–2015), y para cada año tipo (2020–2050).</li> </ul>



**Cuadro 29.** Fases para la simulación de los impactos del cambio climático en la aptitud de áreas productivas con ZAE

Fase	Descripción
Recopilación y procesamiento de datos e información	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se recolectó información edafoclimática (insumos geográficos y base de datos) y luego, se ejecutaron geo–procesos y la estructuración de datos para adecuar la información a las necesidades del modelo.</li> </ul>
Zonificación biofísica	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se definieron los parámetros de relieve (pendiente) y suelo (textura, profundidad efectiva, pH, pedregosidad, drenaje, nivel freático, toxicidad, materia orgánica, salinidad y fertilidad); y, en base a la matriz de decisión<sup>30</sup>, se elaboró un script<sup>31</sup>, obteniéndose cuadrantes con una de las cuatro categorías de zonificación biofísica (óptima, moderada, marginal y no apta).</li> </ul>
Zonificación agroclimática	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se utilizaron parámetros meteorológicos (precipitación media anual y temperatura media anual) correspondientes al clima histórico (1985–2015) y para los cinco años tipo de la previsión climática futura (2020–2050).</li> <li>■ De manera similar a la zonificación biofísica y, en base a la matriz de decisión, se generó un script para determinar cada una de las cuatro categorías de zonificación agroclimática (óptima, moderada, marginal y no apta).</li> </ul>
Zonificación agroecológica preliminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se realizó la superposición de los cuadrantes de zonificación biofísica y agroclimática, obteniéndose unidades con una combinación única de zonas de temperatura, precipitación, suelos y pendiente. Para obtener las zonas agroecológicas según las categorías propuestas, se consideraron criterios de combinación y se generó un script.</li> </ul>
Validación y ejecución del método de modelación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es necesario indicar que, al utilizar ZAE resulta complejo identificar un método estadístico para calibrar el modelo; por lo tanto, se analizó el criterio de expertos en cada uno de los cultivos seleccionados, quienes validaron si un área presenta o no aptitud idónea para la producción. Sin embargo, se corrió un script de limitantes para identificar por cada área las variables que limitaron el establecimiento del cultivo en las categorías moderada, marginal y no apta; ayudando a la mesa técnica a analizar áreas específicas o rangos para ajustar el modelo.</li> <li>■ Por último, se corrió el modelo de zonificación agroecológica de cada año tipo.</li> </ul>
Evaluación del impacto biofísico	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para identificar las áreas aptas perdidas, áreas aptas que se mantienen, nuevas áreas aptas y áreas no aptas para la producción de un cultivo, bajo los efectos del cambio climático; se calculó el gradiente de cambio de la superficie a partir de la corrida de la zonificación agroecológica para el período presente vs. La de cada año tipo.</li> </ul>
Generación de mapas por cultivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se construyeron seis mapas finales de zonificación agroecológica por cultivo, uno para el período presente y cinco para el período futuro (años tipo).</li> </ul>

30 Una matriz de decisión asocia variables de relieve, suelo y clima para determinar las cuatro categorías de zonificación: óptima, moderada, marginal y no apta, con la información de los requerimientos agroecológicos de un cultivo.

31 Los scripts son programas, usualmente pequeños o simples, para realizar generalmente tareas muy específicas (Batty et al., 2017)

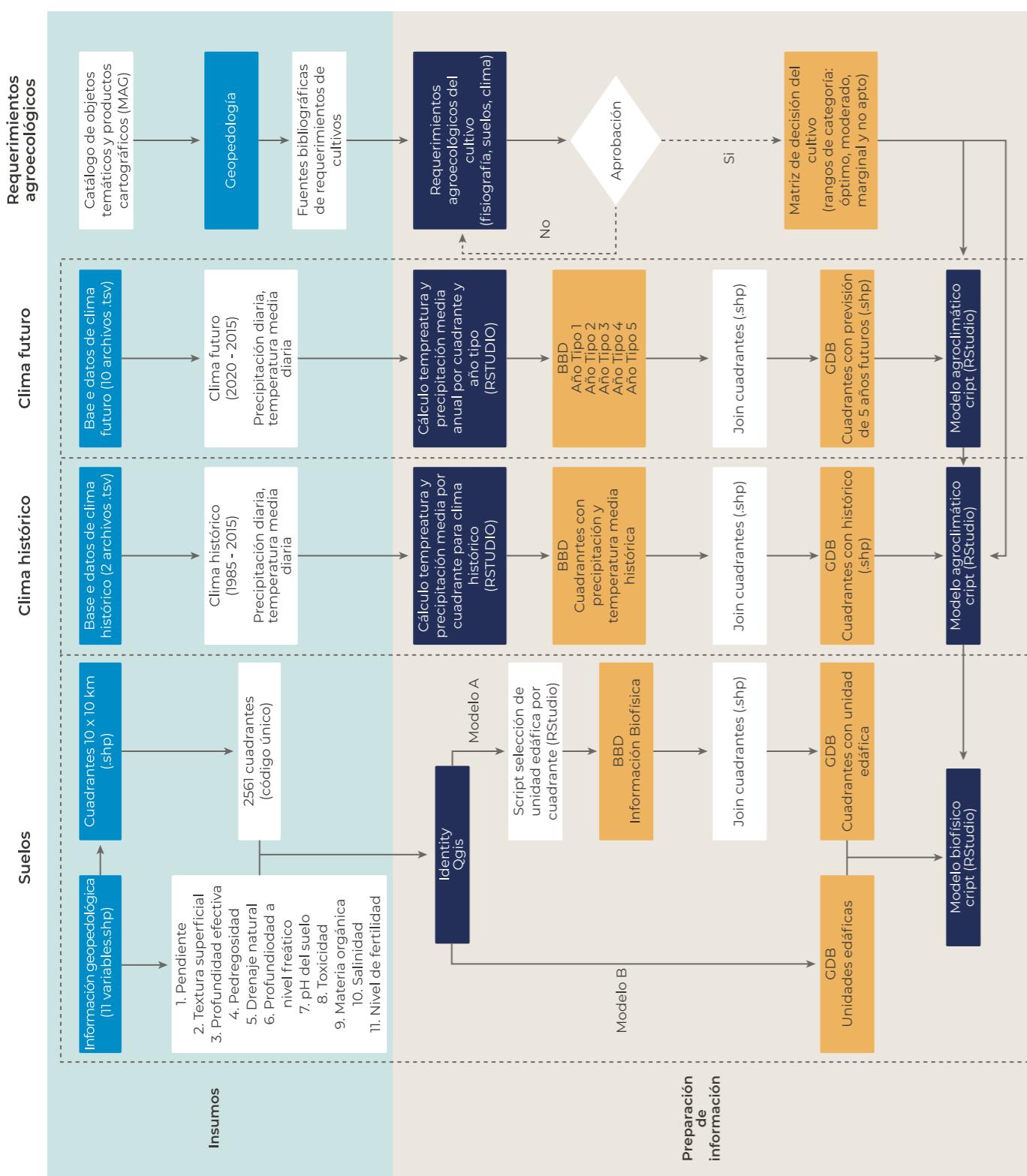


Figura 52. Metodología aplicada para la Zonificación Agroecológica de cultivos

## 6.2.6.2. Resultados

El impacto del cambio climático sobre el rendimiento de los cultivos se obtuvo por cada unidad de simulación que se ingresó al modelo EPIC. Cabe mencionar que, en total se configuraron 248 unidades (localidades representativas), de las cuales, 15 corresponden al cultivo de fréjol, 69 al de maíz amarillo duro, 58 de maíz

suave seco, 31 de papa, 43 de arroz y 32 de caña de azúcar. Por otra parte, el modelo ZAE consideró todo el territorio continental (2.342 cuadrantes) y permitió conocer el impacto del cambio climático sobre la aptitud de áreas para la producción de los cultivos de arroz y caña de azúcar. A continuación, en el Cuadro 30, se exponen los principales resultados del ARC en el sector SAG:

Modelo	Descripción de los principales hallazgos
EPIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para los años tipo (AT) 1 y 2, los principales cambios se manifiestan en la reducción potencial de biomasa, constituyendo un gran impacto sobre el crecimiento de las plantas que no consiguen adaptarse.</li> <li>Para el AT3, se muestran cambios positivos, en especial en la provincia de Manabí para los cultivos de maíz duro y arroz, los cuales lograrían expresar el potencial genético del crecimiento y desarrollo bajo estas condiciones. Sin embargo, en la provincia de Los Ríos estos cultivos son impactados negativamente.</li> <li>Para el AT4, se observa un impacto positivo en los cultivos de maíz y arroz para la provincia de Los Ríos. En Loja, Guayas y Manabí también se observan impactos positivos, pero en menor escala. El cultivo de caña de azúcar incrementaría su producción de biomasa en todas las localidades; mientras que, el cultivo de fréjol presentaría una reducción de su rendimiento de hasta el 50 %.</li> <li>Para el AT5, se evidencia que la provincia de Los Ríos es impactada negativamente por las condiciones climáticas, reduciendo la potencial producción de los cultivos de arroz y maíz duro. En la sierra, los impactos negativos se muestran en el cultivo de maíz suave; y, el cultivo de fréjol manifiesta una reducción de hasta el 50 % de su rendimiento (Figura 53 hasta la Figura 60).</li> </ul>
ZAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el AT1, se puede evidenciar que el 68 % de las unidades de producción de arroz se encuentran en zonas potencialmente no aptas para la producción del cultivo; para las áreas de producción consolidadas de caña de azúcar el porcentaje en zonas no aptas es aún mayor con el 88 %.</li> <li>Para el AT2, el porcentaje de unidades de producción de caña en zonas no aptas se reduciría el 7 % y se incrementaría el 48 % en zonas con categoría moderada. En el caso de arroz el 63 % de las áreas de la producción se encuentran en zonas no aptas.</li> <li>Para el AT3, las unidades de producción de caña de azúcar experimentarían una reducción del porcentaje en zonas no aptas (5 %) y el aumento de zonas óptimas y moderadas con el 13 % y 37 % respectivamente. Para las unidades de producción de arroz se mantendrían los porcentajes de unidades de producción en zonas no aptas, pero incrementarían el 5 % de superficie sembrada en zonas moderadas respecto al AT2.</li> <li>Para el AT4, se evidenciaría un incremento en la cobertura de unidades de producción en zonas no aptas de un 44 % en caña de azúcar y un 66 % en arroz. El porcentaje de unidades de producción en zonas óptimas para caña de azúcar se mantienen.</li> <li>Para el AT5, mejoran las condiciones para las unidades de producción de caña de azúcar, reduciendo su porcentaje en zonas no aptas al 10 %, y aumentando a un 13 % en zonas óptimas y 37 % en zonas moderadas. El cultivo de arroz mantiene la misma tendencia de ocupación de sus unidades de producción en las categorías de los años tipo anteriores. El detalle del impacto climático sobre la aptitud de áreas para la producción de los cultivos analizados se muestra en la Figura 59 y Figura 60.</li> </ul>

Cuadro 30. Principales hallazgos del sector SAG en condiciones climáticas futuras

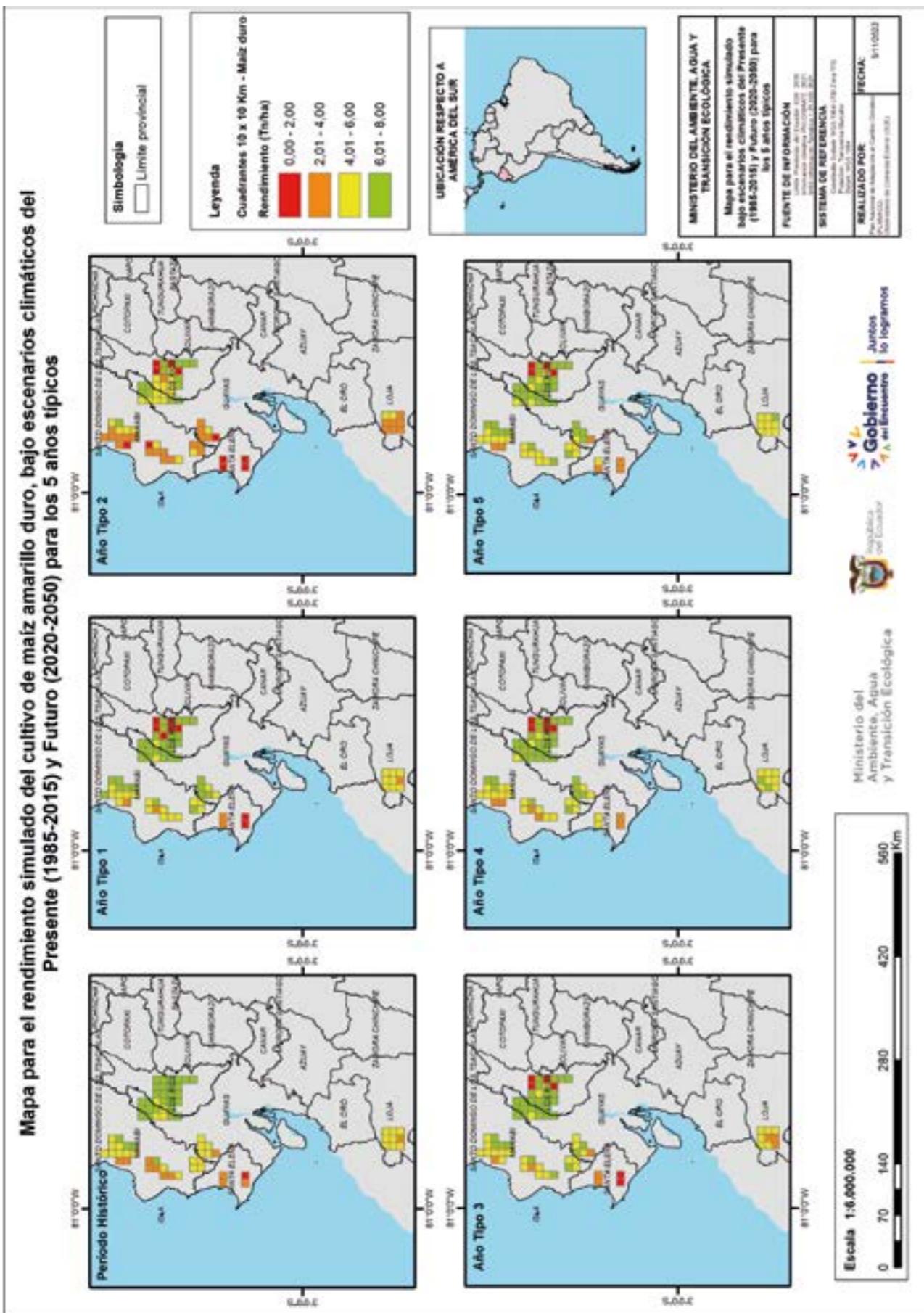


Figura 53. Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 8,00) del cultivo de maíz duro con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050)

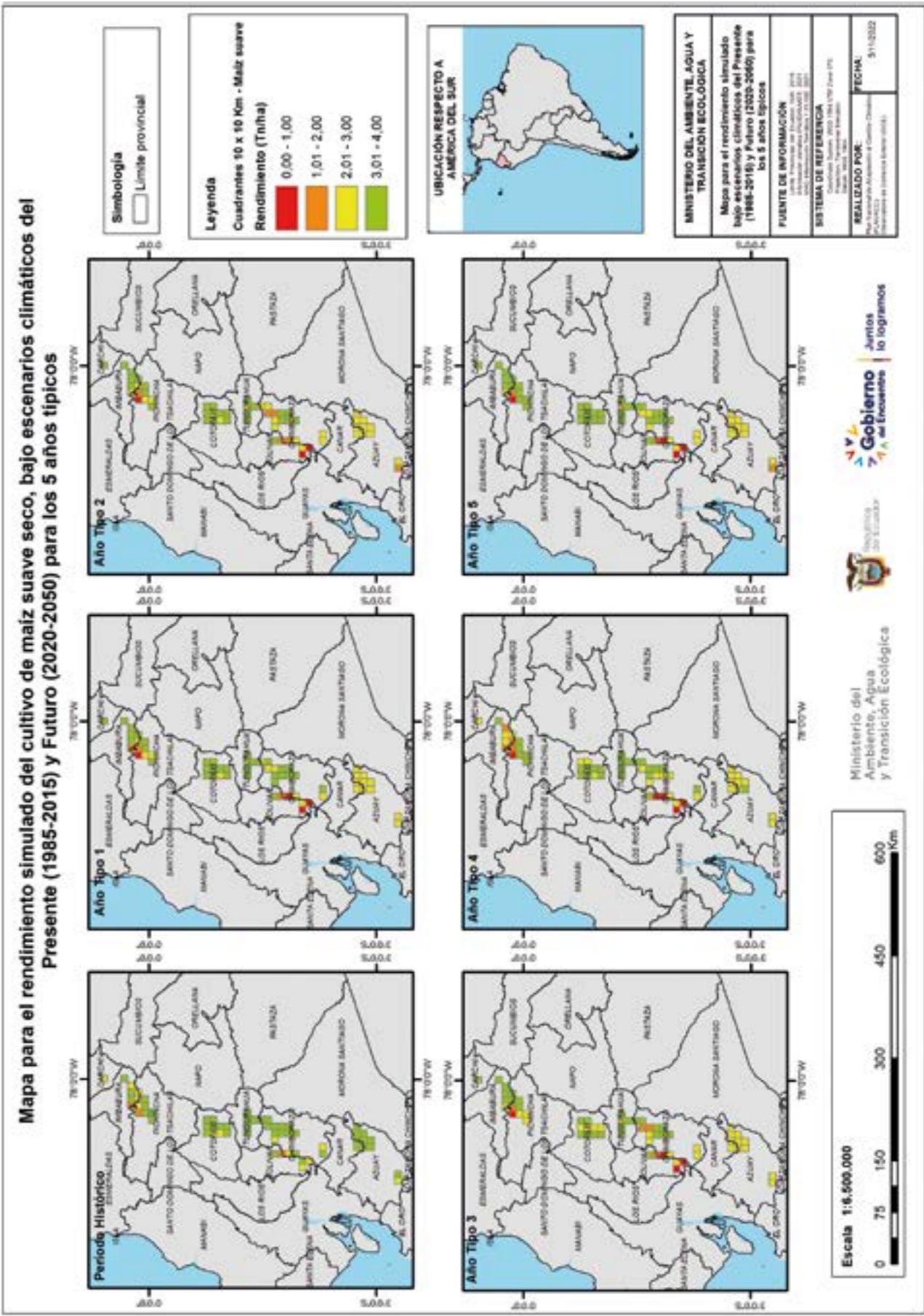
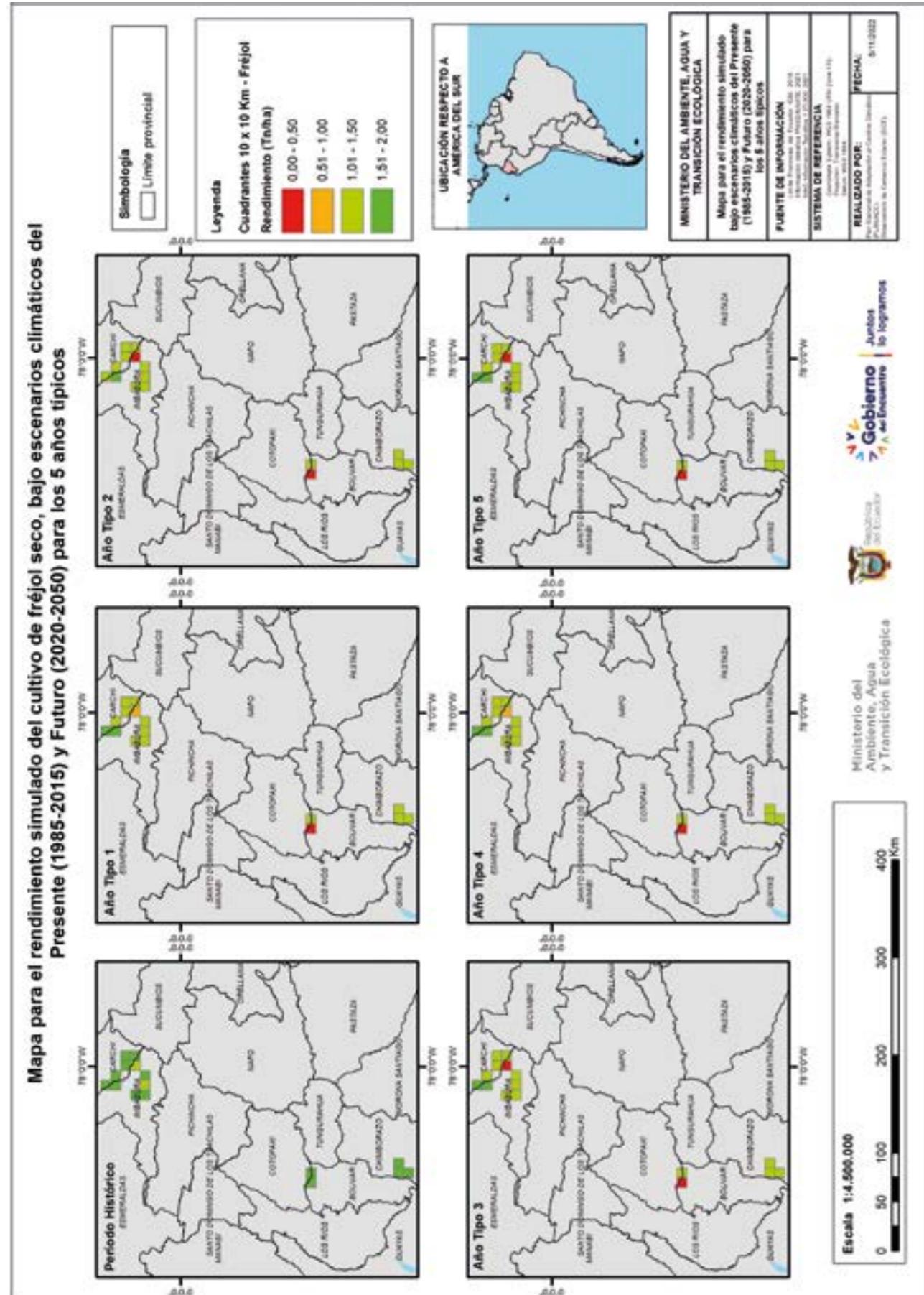
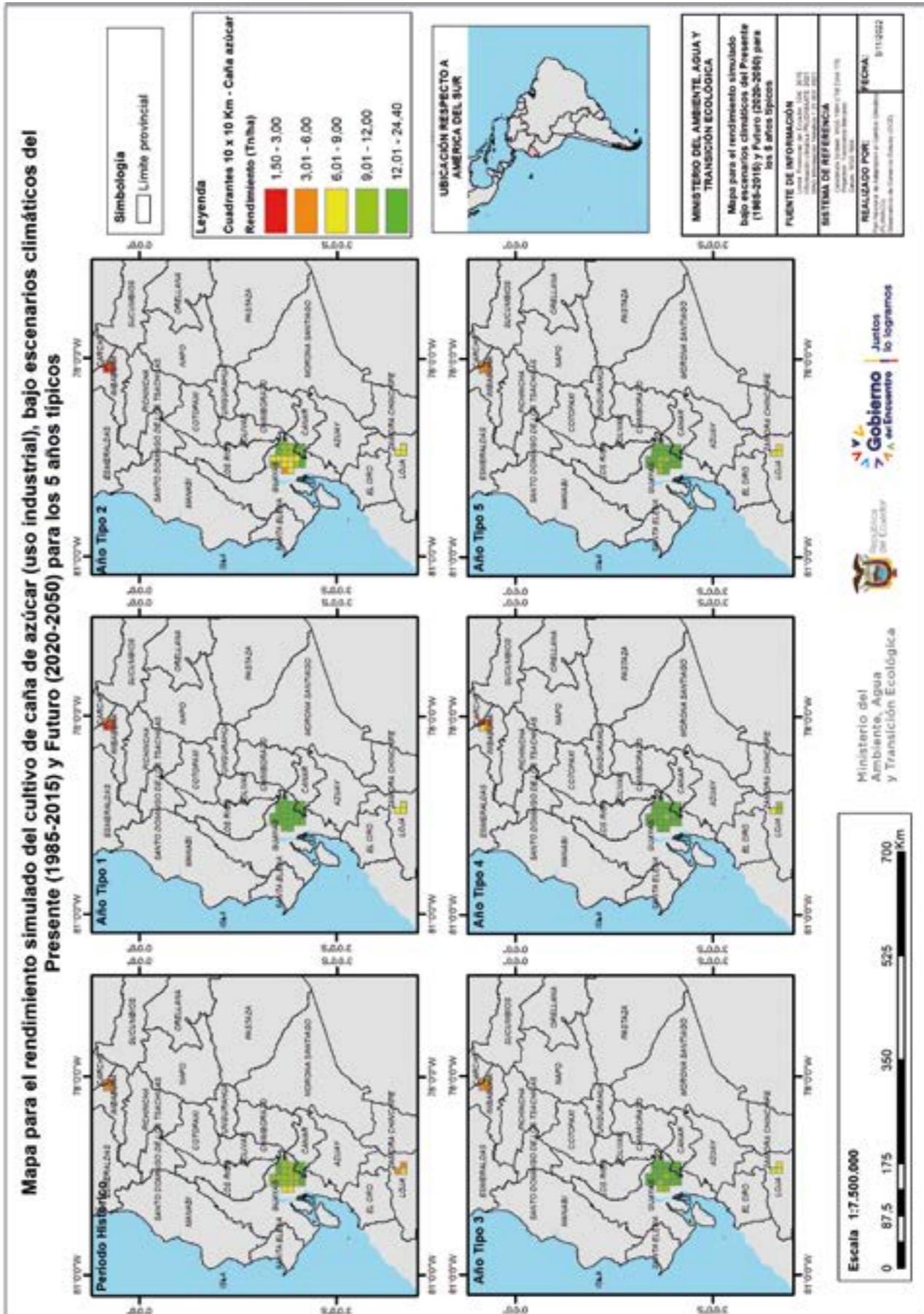


Figura 54. Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 4,00) del cultivo de maíz suave con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050)

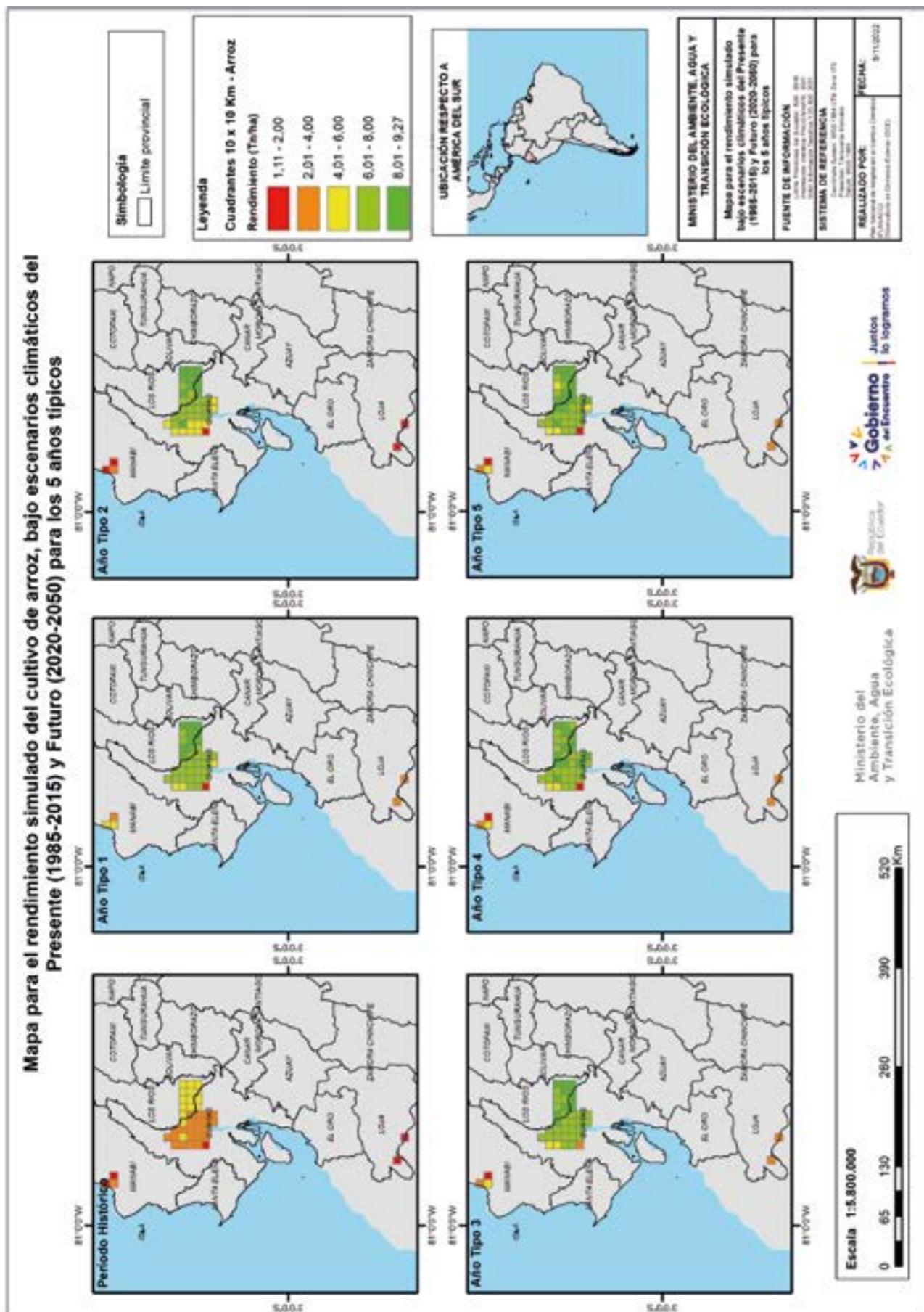




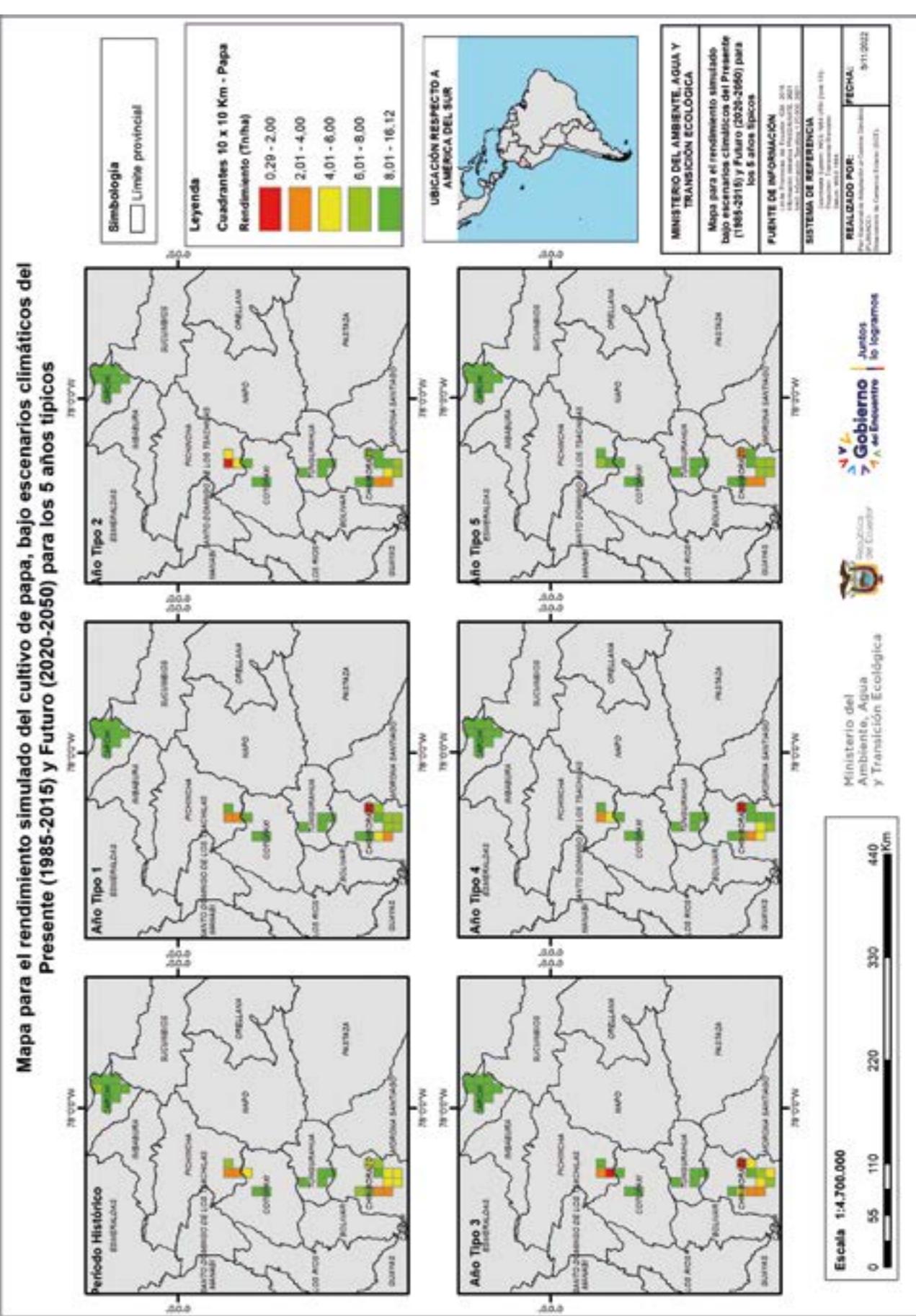
**Figura 55.** Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,00 a 2,00) del cultivo de fréjol seco con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).



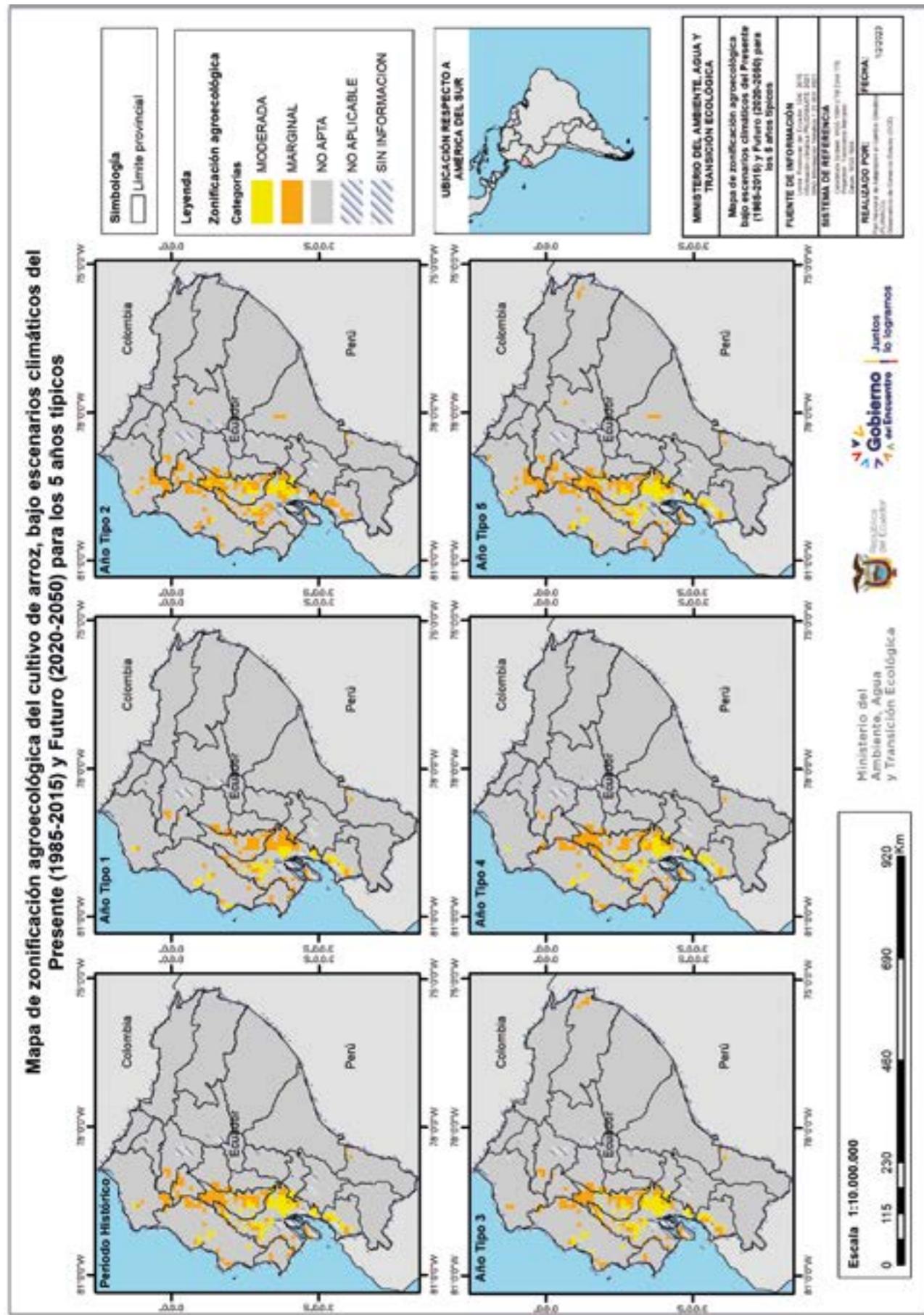
**Figura 56.** Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 2,43 a 17,49) del cultivo de caña de azúcar con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050).



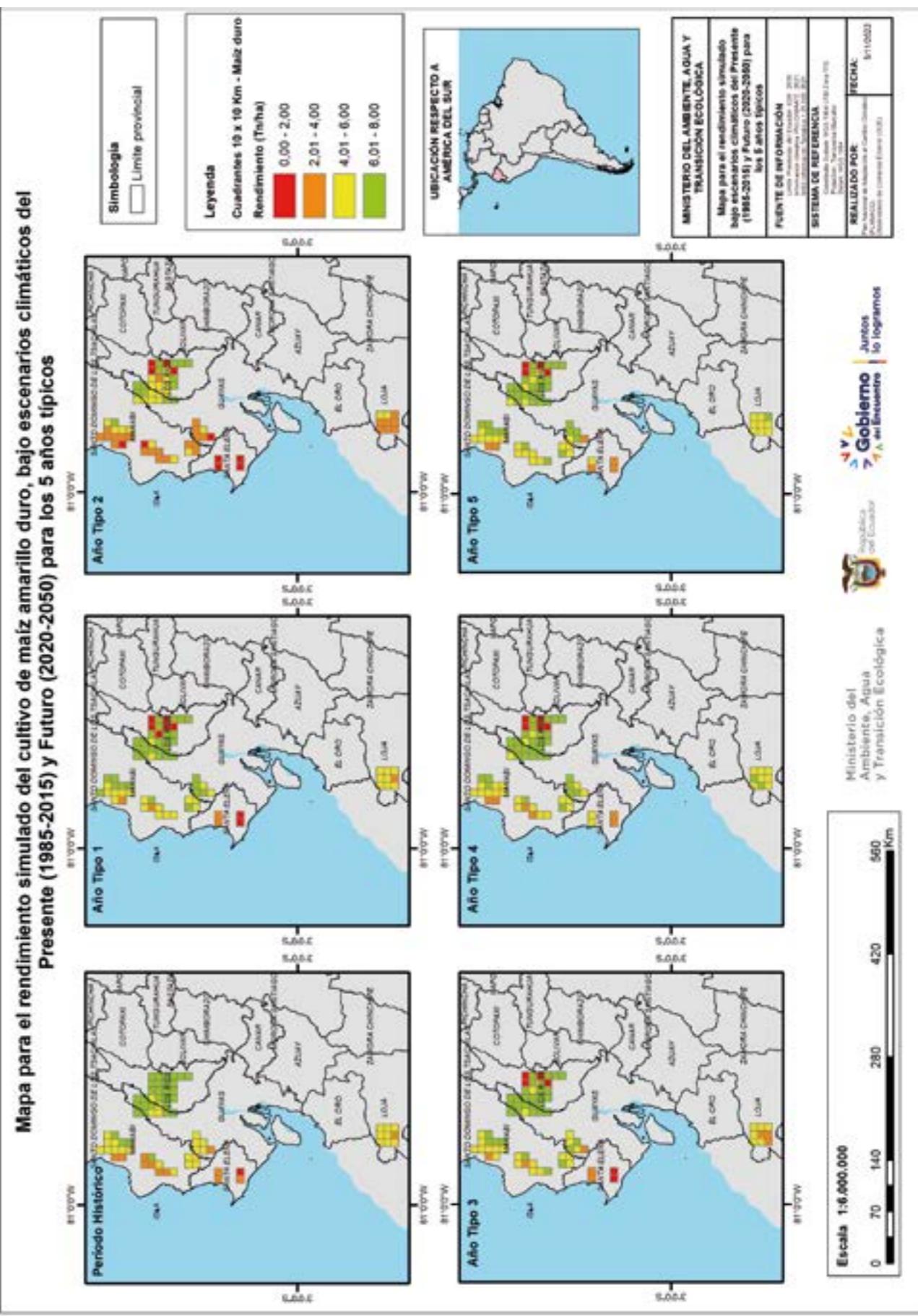
**Figura 57.** Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 1,11 a 9,27) del cultivo de arroz con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050)



**Figura 58.** Rendimiento simulado (en Tn/ha con valores entre 0,35 a 15,68) del cultivo de papa con el modelo EPIC, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020-2050)



**Figura 59.** Zonificación agroecológica de arroz, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020 – 2050) para los 5 años tipo



**Figura 60.** Ronificación agroecológica de caña de azúcar, bajo condiciones climáticas del presente (1985-2015) y futuro (2020 – 2050) para los 5 años tipo



parroquia Cochapata, cantón Nabón, provincia de Azuay – Proyecto FORECCSA

## 6.3. Brechas y Vacíos en el Análisis Sectorial de Riesgo Climático

De forma general, la experiencia de los ARC de los seis sectores prioritarios para la adaptación mostró que el país cuenta con datos e información importante que permitieron, en primera instancia, evaluar un conjunto de Sistemas Sectoriales Priorizados para el desarrollo de los modelos de impactos biofísicos. Cabe mencionar que, los resultados obtenidos en los ARC facilitan la identificación de medidas de adaptación factibles

de ser implementadas por los diferentes actores responsables. También, la experiencia de estos análisis ha permitido identificar brechas y vacíos de datos/información en todos los sectores que progresivamente deben ser cubiertos por las instituciones sectoriales correspondientes para la actualización y ampliación continua de la evaluación del riesgo climático. Este es

un aspecto básico para la actualización y operativización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Ecuador.

Mediante un análisis de la información de los ARC, se determinó ocho categorías de información en las que se debe trabajar en el país para suplir las necesidades de datos: hidráulica, meteorología, cartografía, florística, edáfica, agrícola, epidemiológica, socioeconómica. Se contabilizó un total de 26 brechas de información, de las cuales, sobresalen los vacíos en meteorología y cartografía. Si analizamos las necesidades de datos/información por sectores, se puede observar que los sectores con mayores requerimientos fueron Patrimonio Hídrico y Sectores Productivos y Estratégicos (ver los detalles se pueden observar en el Cuadro 31).

Una vez aplicados los modelos de impactos biofísicos para determinar los ARC, se sugirieron varias acciones que ayudarán a suplir las necesidades de información e incrementar la consistencia de los resultados obtenidos. A continuación, en el Cuadro 32, se resumen las acciones planteadas por sector priorizado y su vinculación entre sectores.

**Cuadro 31.** Brechas, vacíos o limitaciones de los sectores priorizados

Tipo de actividad	Brecha, vacío o limitación	Necesidades e implicaciones	Sector Priorizado					
			AH	PH	PN	SAG	S	P
Hidráulica	Limitada distribución y cobertura de datos de caudal observados: En Ecuador existe una red de caudal de 67 estaciones con distribución irregular. De las cuales sólo 50 estaciones presentan una serie de datos lo suficientemente consistente.	*Se seleccionarán aquellas cuencas para las que es posible una modelización basada en datos consistentes y homogéneos de caudal observado. Por ello se debe asumir una limitación importante en el rango espacial de análisis derivado de la disponibilidad de datos, necesarios para el proceso de modelización hidroclimática. * Siendo Ecuador un país propicio para la clusterización regional, transferir parámetros de unas cuencas a otras con características homogéneas.	■	■				
	Ausencia de datos mensualizados de captaciones, drenajes, trasvases entre cuencas y niveles de embalses a nivel nacional.	Se asume un impacto directo en los resultados de la modelización asociado a un determinado nivel de incertidumbre sobre el balance hídrico calculado tanto para escenarios actuales como futuros. Se hace recomendable implementar medidas de mejora de la red de monitoreo de estos procesos de manera integral para el territorio.		■				
	Ausencia de la curva número para las unidades hidrológicas donde atraviesa el SOTE o vías principales.	Calcular el CN (aproximación) con información de sensores remotos, sin embargo, está condicionado por la resolución de la información satelital disponible (cálculo del NDVI) y la resolución del mapa de uso de suelo.						■
Meteorológica	Escasa cobertura espacial de datos hidrometeorológicos observados.	Fortalecimiento Institucional de INAMHI, considerando que no se dispone de datos de las estaciones hidrometeorológicas para el período 2015 – 2020. El relleno de datos de estos cinco años faltantes se podría actualizar con información de						
	Ausencia de datos meteorológicos de viento, temperatura del punto de rocío y radiación solar tanto en series observadas como en las proyecciones a futuro.	La evapotranspiración será procesada internamente por los módulos de cálculo del software SWAT, concretamente a partir de las series históricas disponibles de temperatura y precipitación para el período 1985-2015, junto con estadísticos mensualizados de radiación y velocidad del viento obtenidos a partir de bases de datos globales SWAT.		■				
	Escasa cobertura espacial de datos meteorológicos observados. Se dispone de información meteorológica observada de temperatura para 27 localizaciones y de precipitación para 109 localizaciones. En áreas por encima de 3000 metros no disponen de estaciones.	Aunque la fiabilidad de los datos de satélite sea menor que las suministrada por estaciones terrestres, se considera adecuada la solución adoptada para la espacialización de los datos y su posterior aplicación a modelos de impactos biofísicos calibrados a partir de esta información.		■				
	Laguna en el cálculo de incertidumbres asociadas al uso de años tipo calculados con base a un ENSEMBLE de GCM y un único escenario de emisiones, SSP585.	El uso de años tipo asociados a un único SSP limita la posibilidad de disponer de un conjunto de proyecciones climáticas que permitan evaluar la incertidumbre asociada con los diferentes escenarios recomendados en los estudios del IPCC.		■				
Cartográfica	No existe información topográfica sobre los lechos de los ríos para construir secciones transversales para el modelado hidráulico.	Siendo Ecuador un país propicio para la clusterización regional, transferir parámetros de unas cuencas a otras con características homogéneas.	■					
	Ausencia de cartografía de cambios de uso del suelo en escenarios proyectados para mediados de siglo, limita la representación del estado de las unidades hidrográficas en los escenarios futuros.	Se analizarán los cambios de uso de suelo históricos ocurridos entre 1990 y 2018 a través de la cartografía de Coberturas y Usos de la Tierra del MAATE, generadas para los años 1990, 2000, 2008, 2014, 2016 y 2018.		■				

Tipo de actividad	Brecha, vacío o limitación	Necesidades e implicaciones	Sector Priorizado					
			AH	PH	PN	SAG	S	P
Edáfica	Limitaciones en la calibración del modelo derivadas de la presencia de suelos con propiedades particulares, concretamente aquellos asociados al páramo.	Se evaluarán los recursos cartográficos de mayor bondad (mapas geopedológicos a escala 1:25.000), con el fin de reinterpretar las características particulares asociadas a los suelos y conseguir una modelización lo más cercana posible a la realidad terreno.						
	Información incompleta a nivel cuantitativo para la cartografía existente en la literatura sobre suelos. Por lo general hay campos esencialmente descriptivos o cualitativos sobre las diferentes tipologías de suelos existentes en el Ecuador.	Para proveer información cuantitativa a nivel de suelos como entrada cartográfica en el modelo SWAT, se partirá de los valores representativos que se incorporan en el catálogo de la FAO. A su vez, se efectuará un ejercicio de contraste entre los diferentes recursos cartográficos completos sobre suelos a nivel oficial.						
	Determinados recursos cartográficos se encuentran desactualizados (zonificación climática y peligros asociados, tales como las anomalías de la temperatura media, máxima y mínima y variación de precipitación observada), dando como resultado un bajo impacto en la rigurosidad cuantitativa de los indicadores de priorización a desarrollar.	Se abordará un proceso de actualización de las anomalías de la temperatura media, máxima y mínima y variación de precipitación observada para el periodo disponible 1985-2015, y que serán consideradas en el desarrollo de indicadores del cambio climático ya registrado a nivel de unidad hidrográfica para su inclusión en el proceso de priorización.						
	Ausencia de registro histórico cualitativo-cuantitativo de los daños que han sufrido las vías y oleoducto por amenazas climáticas en el Grupo Técnico Sectorial conformado.	El SOTE tiene una extensión de 497,7 kilómetros cuya revisión se realizará en puntos críticos definidos con el apoyo de un dron de exploración para fotografía aérea rápida. Se escogerá 11 puntos que sean más críticos en el trayecto en función de los resultados de los modelos y referencias históricas.						
	El 49,7% de la superficie del país no cuenta con información taxonómica.	No obstante, para fines del presente estudio, tanto el listado como el número de datos seleccionados se muestra bastante representativo y heterogéneo a las condiciones del país.						
	Del total de especies encontradas el 76,3% no cuenta con el mínimo de datos independientes de presencia para el desarrollo de los modelos.							
	Se desconoce el estado de conservación del 28,1 % (n=181 spp.) de las especies seleccionadas.							
	Ausencia de registro histórico cualitativo-cuantitativo de los daños que han sufrido las vías y oleoducto por amenazas climáticas en el Grupo Técnico Sectorial conformado.	El SOTE tiene una extensión de 497,7 kilómetros cuya revisión se realizará en puntos críticos definidos con el apoyo de un dron de exploración para fotografía aérea rápida. Se escogerá 11 puntos que sean más críticos en el trayecto en función de los resultados de los modelos y referencias históricas.						
Edáfica	Existe información de las variables concentración de carbono orgánico en el suelo (SLOC), color de suelo (SCOM), punto de marchitez (SLL), capacidad de campo (SDUL), conductividad hidráulica saturada (SSKS) y densidad aparente (SBDM) en el levantamiento de perfil de suelo más no en el levantamiento geopedológico.	SLOC: se necesita esta variable para el módulo de fertilidad de suelo, pero se puede estimar a partir de la materia orgánica. La relación es porcentaje de materia orgánica /1.724. SCOM: se necesita esta variable para el módulo de fertilidad de suelo. SLL: se necesita esta variable para el módulo de balance hídrico de cultivo, pero se puede multiplicar el punto de marchitez permanente por la densidad aparente para obtener en volumetría, y estimar por el método de anillo-gravimétrico.						

Tipo de actividad	Brecha, vacío o limitación	Necesidades e implicaciones	Sector Priorizado					
			AH	PH	PN	SAG	S	P
Edáfica		SSKS: se necesita esta variable para el módulo de fertilidad de suelo. En la base de Perfiles de Suelos se lo denomina conductividad eléctrica. SBDM: se necesita esta variable para el módulo de balance hídrico de cultivo, pero se puede utilizar el método de cilindro.						
		SSALB: se necesita este insumo para calcular el balance radioactivo, pero se puede estimar en función del color y la textura. SLRO: se necesita esta variable para el módulo de balance hídrico de cultivo, pero se puede estimar en función de la cobertura y uso de la tierra por el método SCS. SLNF: se necesita esta variable para el módulo de fertilidad de suelo, pero se puede estimar en función del porcentaje de materia orgánica. SMPX y SMKE: se necesitan estas variables para el módulo de fertilidad de suelo, pero se pueden estimar a partir de la capacidad de intercambio catiónica. SSAT: se necesita esta variable para el módulo de balance hídrico de cultivo, pero se puede estimar en función de la profundidad del nivel freático. SRGF: se necesita para el módulo de fisiología del cultivo, pero se puede estimar en función de la profundidad efectiva de suelo. SLNI: se necesita esta variable para el módulo de fertilidad de suelo, pero se puede estimar en función del campo fertilidad de la información de geopedología.						
Agrícola		Existe información que no ha sido levantada directamente, tal es el caso de albedo (SALB), número de curva de escorrentía (SLRO), factor de mineralización (SLNF), fósforo en el suelo (SMPX), potasio en el suelo (SMKE), límite superior saturado (SSAT), factor de crecimiento de la raíz (SRGF) y concentración de nitrógeno total (SLNI).						
		La información sobre el manejo de cultivos fue levantada bajo un diseño muestral estadístico estratificado por provincias para los años 2019, 2020 y 2021; mientras que, para los demás años, bajo un diseño muestral simple aleatorio. La representatividad provincial o nacional podría variar si la muestra no se completó.						
Epidemiológica		El INIAP realiza el levantamiento de información fenológica de manera general.						
		No existe información de fenología y genotipo para gran parte de cultivos agrícolas de forma estacional (época seca-lluviosa).						
		La cifra de los casos de dengue se encuentra subestimada, debido a que la mayoría de las personas infectadas al conocer cómo manejar la enfermedad no acuden a una unidad de salud, captando el sistema únicamente los casos de mayor gravedad. Además, se debe considerar que los casos se registran en el sitio donde se llevó a cabo la atención médica más no en el lugar de contagio.						

**Cuadro 32.** Acciones sugeridas para disminuir las brechas y vacíos de información identificados por sector

Tipo de actividad	Brecha, vacío o limitación	Necesidades e implicaciones	Sector Priorizado					
			AH	PH	PN	SAG	S	P
Epidemiológica	El registro de la presencia de vectores proporcionado por el INSPI no constituye una muestra representativa de abundancia para las zonas endémicas debido a que la mayoría de la información proviene de las actividades de control (fumigación y retiro de receptáculos) implementadas por el MSP.	Al conocer que el número de casos incrementa en los años epidémicos se realizará un análisis mensual para identificar cuándo ocurren los picos anuales en cada una de las localidades seleccionadas y poder comprender su relación con el clima presente.						
	Los datos entregados no registran la presencia del vector Aedes albopictus, solamente de Aedes aegypti.	La información se complementó con las bases de datos almacenados en fuentes de libre acceso (GBIF y artículos científicos), en los cuales se reportan hallazgos del vector Aedes albopictus para el territorio ecuatoriano.						

Acciones para suplir necesidades de información	Sector Priorizado					
	AH	PH	PN	SAG	SALUD	PYE
Redefinir una red de estaciones meteorológicas e hidrológicas con fines de investigación de impacto en los sectores priorizados.						
Consolidar la información meteorológica e hidrológica generada a nivel nacional en una sola base de datos gestionada por INAMHI como entidad rectora.						
Generar levantamientos de información topográfica, fotografías aéreas de alta resolución y calidad, MDT y datos Lidar <sup>32</sup> y sistematizar la existente, que se dispone en las instituciones sectoriales y los territorios por los municipios para mejorar la resolución de los MDT, bajo los estándares de generación de información que corresponda.						
Concentrar los datos relacionados a MDT en un solo repositorio y acceso para el análisis y corridas de los modelos de impacto biofísicos.						
Generar protocolos de levantamiento de información para contar con una base de datos interoperable y portable, que pueda escalarse para el uso de inteligencia artificial y manejo de datos.						
Capacitar al personal técnico en modelos de simulación para que se constituya un grupo de modeladores nacional que ayude a mejorar la toma de decisiones basadas en datos.						
Homogeneizar la información cartográfica que permita mejorar los datos sobre exposición, vulnerabilidad, límite urbano y usos del suelo urbano y periurbano.						
Depurar y efectuar un control de calidad en los datos del SNGRE respecto a origen del deslizamiento (tipo rotacional, de tipo traslacional, flujos de tierra, flujos detritos, caídas) y la naturaleza de este (ladera natural o talud artificial).						
Disponer de un inventario de antiguos deslizamientos, en función de las formas del relieve que corresponde a cada tipo de deslizamiento.						
Consolidar todos los estudios, investigaciones y demás documentos históricos referente a la red de drenajes y ríos a nivel nacional.						
Implementar una red centralizada de monitoreo de información sobre los recursos hídricos (escasez hídrica, obras de captación de agua y volúmenes de transvases), a nivel nacional y de forma integral, que incluya la integración de información taxonómica del sector privado.						
Desarrollar estudios edafológicos específicos para mejorar las bases de información nacional de suelos en el país.						
Desarrollar futuros estudios enfocados en evaluar la acción simultánea del cambio climático y la deforestación para obtener mejores estimaciones sobre la dinámica de respuesta de las especies ante los cambios globales.						
Considerar el desarrollo de trabajos enfocados en estudiar las interacciones entre especies.						
Continuar con el trabajo colaborativo entre instituciones para desarrollar proyectos sobre el estudio de los patrones de dispersión, abundancias relativas y el estado de las poblaciones de las especies.						
Analizar la capacidad de cada especie para moverse y adaptarse rápidamente a nuevas áreas y condiciones ambientales.						
Desarrollar trabajo de campo para verificar las proyecciones obtenidas en los modelos y obtener información confiable sobre las respuestas de las especies y las comunidades ante escenarios de cambio en el futuro.						
Implementar y fortalecer programas de monitoreo a mediano y largo plazo para evaluar las categorías de amenaza y riesgos de extinción de cada especie.						

<sup>32</sup> Un lídar o lidar (acrónimo del inglés LiDAR, Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

Cuadro 33. Avances del ARC a nivel sectorial del PNA. Fuente: MAATE (2022b)

Acciones para suplir necesidades de información	Sector Priorizado					
	AH	PH	PN	SAC	SALUD	PYE
Continuar con los estudios que permitan identificar áreas prioritarias de conservación y definir dónde enfocar los próximos esfuerzos de conservación.						
Establecer un programa de monitoreo permanente de contabilidad e informes de carbono orgánico del suelo bajo diferentes sistemas de cultivo, con la finalidad de simular el contenido de carbono que es ciclado en el sistema agrícola.						
Incrementar la vigilancia entomológica de dengue.						
Vigilar la resistencia del Aedes aegypti y Aedes albopictus a los insecticidas empleados en Salud Pública.						
Estudios de control de vectores transmisores de enfermedades y modelaje del dengue.						
Monitoreo y control de vectores transmisores de enfermedades para contar oportunamente con resultados útiles en la toma de decisiones.						
Realizar el mapeo de las zonas soterradas, pasos aéreos y puentes en los oleoductos que permitan analizar la exposición y de vulnerabilidad de la infraestructura.						
Generar una base de datos los trabajos geotécnicos realizados por Petroecuador y empresas del sector hidrocarburífero con el objetivo de poder migrar a análisis de estabilidad de taludes con modelos más detallados de las amenazas biofísicas en la infraestructura de hidrocarburos.						
Realizar un inventario sistemático de movimientos en masa a lo largo de todo el trazado del SOTE y las inmediaciones de la infraestructura esencial con el objetivo de poder realizar modelos de susceptibilidad de deslizamientos estadísticos y más precisos						
Aumentar la capacidad de monitoreo meteorológico y geotécnico de las zonas críticas de la infraestructura eléctrica, vial e hidrocarburífera, incorporando en sus planes de mantenimiento estos procesos como acciones de resiliencia y adaptación.						
Proveer de distribuciones típicas diarias de precipitaciones a lo largo del periodo 2020-2050, ya que esto permitirá en un futuro obtener nuevas ecuaciones IDF y revisar las diferencias con las históricas.						

La integración de la adaptación al cambio climático en los procesos de planificación, políticas y estrategias de desarrollo en los sectores priorizados se complementa con el cumplimiento de las siguientes acciones para los análisis de riesgo sectorial: (i) generación de información; (ii) construcción de capacidades a nivel nacional, local y sectorial; (iii) análisis de riesgo climático mediante la aplicación de modelos de impacto biofísico; y, (iv) diseño y costo de las medidas de adaptación.

Por lo tanto, a partir de este primer PNA, es necesario buscar un escalamiento donde se deben ir consolidando las acciones descritas anteriormente refe-

rente al ARC, que garanticen el mejoramiento de los subsiguientes Planes. En el Cuadro 33 se presentan los avances desarrollados durante las primeras etapas del PNA y las acciones complementarias requeridas para fortalecer el proceso.

Sector	Gestión de información	Construcción de capacidades	ARC	Diseño de medidas
Asentamientos Humanos	<p>A partir de información de datos climáticos históricos (1985 - 2015) se construyeron 5 años tipo (posibles escenarios climáticos) para la implementación del modelo de inundaciones y deslizamientos en las 7 ciudades intermedias priorizadas.</p> <p><b>Requerido:</b> Implementar módulos de capacitación y asistencia técnica para la transferencia de conocimiento sobre el uso de proyecciones climáticas y aplicación de la metodología de ARC (modelos de impacto biofísico y diseño de medidas) a escala local e integración de la adaptación en planes de desarrollo.</p>	<p>Existe una estrategia para transferir el conocimiento adquirido en la investigación a los actores públicos y privados ya la sociedad civil en las ciudades más vulnerables a las amenazas climáticas, como inundaciones y deslizamientos de tierra.</p> <p><b>Requerido:</b> Disponer de datos e información actualizados y de calidad y consolidar bases de datos para todas las ciudades del Ecuador.</p>	<p>Actualmente se han modelado siete ciudades: Costa (Daule, Ventanas, Vinces y Chone), Sierra (Guaranda y Sangolquí), Amazonía (El Coca).</p> <p><b>Requerido:</b> En el corto plazo, realizar la modelación de las 49 ciudades categorizadas como intermedias y en el largo plazo, replicar la metodología para el resto de los centros poblados del país.</p>	<p>Por el momento se han identificado medidas genéricas como drenaje y saneamiento urbano, gestión de islas de calor, infraestructura verde y azul para las ciudades, entre otras.</p> <p><b>Requerido:</b> Diseñar medidas de adaptación específicas para cada ciudad y realizar un análisis costo-beneficio de su implementación.</p>
Patrimonio Hídrico	<p>Se analizó la información disponible de 50 unidades hidrográficas (niveles de caudal de 30 años). Se utilizó información meteorológica para el período 1990-2020 del INAMHI.</p> <p><b>Requerido:</b> Generar información de las cuencas hidrográficas más importantes del país y dar cobertura a nivel nacional.</p>	<p>Se dispone de información sobre la generación de proyecciones climáticas bajo la metodología de año tipo, metodología de ARC (modelos de impacto biofísico y tipología de medidas).</p> <p><b>Requerido:</b> Contar con módulos de capacitación y asistencia técnica para la transferencia de conocimiento sobre el uso de proyecciones climáticas, aplicación de la metodología de ARC. Desarrollar talleres de capacitación para gobiernos locales, consejos de cuencas y escuelas del agua.</p>	<p>De las 50 unidades hidrológicas con información disponible, se agrupan 21 unidades con estación de cierre con potencial de modelado, de las cuales se modelan 4 unidades hidrográficas, aplicando el modelo hidrológico SWAT.</p> <p><b>Requerido:</b> Es necesario cubrir las 17 unidades hidrológicas con potencial de modelación y en el mediano plazo generar información para cubrir el resto del país.</p>	<p>Se han identificado medidas genéricas como la infraestructura hidráulica (control de inundaciones), un modelo de gestión para la gestión de riberas y estuarios, y el desarrollo de sistemas de alerta temprana, entre otras.</p> <p><b>Requerido:</b> Diseñar medidas de adaptación consensuadas y coordinadas con los actores locales como los consejos de cuencas y preparar un análisis costo-beneficio de las medidas.</p>

Sector	Gestión de información	Construcción de capacidades	ARC	Diseño de medidas
Patrimonio Natural	Base de datos final con los 8.391 registros únicos de presencia de las 644 especies de plantas vasculares endémicas y casi endémicas presentes en Ecuador utilizada para la elaboración del nicho ecológico y los modelos de distribución de especies.	Se dispone de información sobre la generación de proyecciones climáticas bajo la metodología de ARC (modelos de impacto biofísico y tipología de medidas). <b>Requerido:</b> Brindar módulos de capacitación y asistencia técnica para la transferencia de conocimiento sobre el uso de proyecciones climáticas, aplicación de la metodología de ARC a gobiernos locales, universidades y centros de conservación e investigación a nivel nacional.	Se identificaron un total de 644 plantas endémicas, de las cuales 604 están modeladas con MAXENT para determinar su idoneidad para el periodo histórico y para cada año tipo en el escenario de cambio climático SSPS8.5.	Por el momento se han identificado medidas genéricas como, conservación y restauración de ecosistemas, entre otras. <b>Requerido:</b> Diseñar medidas de adaptación específicas para cada zona priorizada y realizar un análisis costo-beneficio de su implementación.
SAG	Se dispone de registros meteorológicos para un periodo histórico (1985-2015) y se han desarrollado bases de datos de clima futuro bajo la metodología de tipos de tiempo bajo el escenario de cambio climático SSPS8.5. Además, información sobre la interacción suelo-planta-atmósfera. <b>Requerido:</b> Estructurar y recopilar información sobre suelos y cultivos a escala local, para simular cultivos de importancia socio ecológica y prácticas amigables con los agroecosistemas.	Se dispone de información sobre la generación de proyecciones climáticas bajo la metodología de años tipo, metodología de ARC (modelos de impacto biofísico y diseño de medidas). <b>Requerido:</b> Brindar módulos de capacitación y asistencia técnica para la transferencia de conocimiento sobre el uso de proyecciones climáticas, aplicación de la metodología de ARC a escala local e integración de la adaptación en planes de desarrollo. Replicar los talleres a 12 instituciones nacionales, 24 gobiernos provinciales, 221 gobiernos municipales y 1,499 gobiernos parroquiales.	Se implementó el Modelo Climático Integrado de Política Ambiental (EPIC) en 6 cultivos priorizado. Además, se utilizó el modelo de Zonificación Agroecológica (ZAE) para evaluar la aptitud biofísica para la producción-uso industrial de los cultivos de arroz y caña de azúcar. <b>Requerido:</b> En el corto plazo, modelar los 14 sistemas productivos y en el largo plazo, replicar la modelación al resto de los sistemas productivos relevantes del país.	Se identificado tipologías de medidas de adaptación, como sistemas de riego en parcelas, variedades de semillas resistentes a sequías o heladas, medios de vida basados en la agricultura, entre otros. <b>Requerido:</b> Diseño de medidas de adaptación con características que respondan a las necesidades locales y desarrollo de metodología para establecer su costo-beneficio. Gestión de sistemas agropecuarios basados en datos e inteligencia artificial a través de modelos de simulación y blockchain para orientar la planificación y gestión de la política pública agropecuaria.

Sector	Gestión de información	Construcción de capacidades	ARC	Diseño de medidas
Salud	Existen datos con registros de casos de dengue ocurridos en Ecuador entre 2013 y 2021; registros de recolección de vectores de artículos científicos, base de datos de GBIF y del INSPI. <b>Requerido:</b> Mejorar la obtención de información para otros vectores transmisores de enfermedades tropicales y su rango de distribución	Se dispone de información sobre proyecciones climáticas bajo metodología de año tipo, metodología de análisis de riesgo climático utilizando modelos de impacto biofísico y tipología de medidas para la adaptación al cambio climático.	El ARC se realizó mediante la aplicación de un modelo de impacto biofísico bajo un proceso conjunto de cuatro modelos para la idoneidad del vector del dengue a nivel nacional. <b>Requerido:</b> Para modelar otros vectores transmisores de enfermedades tropicales y su rango de distribución.	Requerido: Diseñar medidas de adaptación que respondan a las necesidades de las ciudades o centros de población más vulnerables al vector del dengue y elaborar un análisis costo-beneficio, de acuerdo con la metodología establecida.
Sectores Productivos y Estratégicos	Registros meteorológicos para un periodo histórico (1985-2015) y metodología de tipos de tiempo en el escenario de cambio climático SSPS8.5. <b>Requerido:</b> Contar con módulos de capacitación y asistencia técnica para la transferencia de conocimiento sobre el uso de proyecciones climáticas, aplicación de la metodología de ARC para sectores estratégicos. Fortalecer las capacidades de los equipos técnicos de las instituciones responsables del mantenimiento de la infraestructura estratégica y sensibilizar a los tomadores de decisiones en temas de cambio climático.	Metodología de año tipo, metodología de ARC (modelos de impacto biofísico y diseño de medidas). <b>Requerido:</b> En el corto plazo, completar la modelación de riesgo climático para los dos subsectores; y, en el largo plazo, modelar otros sistemas e infraestructuras estratégicas para el Ecuador considerando los impactos en la integridad del sistema	Para el ARC del subsector Productivos el 48% de los sistemas sectoriales han sido modelado. Para el subsector Estratégicos, el 27% del sistema vial priorizado ha sido modelado. <b>Requerido:</b> En el largo plazo, modelar otros sistemas e infraestructuras estratégicas para el Ecuador considerando los impactos en la integridad del sistema	Requerido: Diseño de medidas de adaptación con características que respondan a las necesidades específicas de los sectores vulnerables y desarrollo de una metodología para establecer su costo-beneficio.

# DEFINICIÓN DE MEDIDAS Y METAS

Las medidas de adaptación que se muestran en este capítulo se han planteado a nivel sectorial y para los grupos de atención prioritaria (GAP). Por un lado, las medidas sectoriales se identificaron considerando los resultados de los análisis de riesgo climático presentados en el capítulo cinco. Por otro lado, se presentan las medidas para los GAP que constituyen potenciales respuestas orientadas a reducir el riesgo climático de estos grupos frente a los impactos ocasionados por las diferentes amenazas climáticas que se presentan en el país. Adicionalmente, las medidas y metas del componente de adaptación de la primera NDC, a ser cumplidas por las entidades sectoriales, también forman parte del PNA y se presentan en este capítulo.





## 7.1. Medidas de Adaptación para Abordar los Impactos Identificados Mediante los ARC

En respuesta a los impactos biofísicos identificados a nivel sectorial, a través de los correspondientes análisis de riesgo climático explicados en el capítulo previo, se plantean medidas específicas de adaptación al cambio climático que representan algunas de las principales recomendaciones de posibles acciones orientadas a reducir el riesgo climático de los sistemas naturales y antrópicos modelados, e incrementar su resiliencia ante las amenazas climáticas presentes y futuras.

En tal sentido, en Cuadro 34 se incluye conjuntos de medidas de adaptación plausibles de implementarse para abordar los impactos modelados en cada uno de los sectores. Las mismas pueden ser consideradas como punto de partida a tenerse en cuenta cuando se requiera encontrar respuestas de adaptación a problemáticas de origen climático, bajo condiciones similares a las modeladas. Las medidas de adaptación que se encuentran propuestas a continuación siempre deberán ser diseñadas con el propósito de reducir el riesgo climático analizado.

Beneficiario del Proyecto FORECCSA, Cantón Saraguro – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Como información complementaria en el Anexo 8 se recopila una serie de medidas de adaptación por sector provenientes de iniciativas, programas y proyectos implementadas en el país, información secundaria e instrumentos de política pública; y la Metodología para la identificación de las necesidades de adaptación en el territorio. En esta misma línea, los Anexo 9 y Anexo 10 muestran medidas que contribuyen a la adaptación enfocada en suelos y humedales, respectivamente.

Para aportar a futuros procesos de adaptación, se han generado insumos técnicos que facilitarán los procesos de identificación, definición, priorización participativa y preparación de: (i) perfiles de medidas de adaptación (ver Anexo 11); y, (ii) fichas para el diseño final de medidas de adaptación al cambio climático (ver Anexo 12).

Cuadro 34. Medidas de adaptación al cambio

Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas
Patrimonio Natural	Variaciones en los patrones de distribución geográfica de las especies de plantas vasculares endémicas de Ecuador, a partir del análisis de idoneidad ambiental.	Implementar programas de monitoreo a mediano y largo plazo para evaluar/actualizar las categorías de amenaza y riesgos de extinción de plantas endémicas, como insumo clave para futuras modelaciones de MaxEnt.
		Implementar corredores de conectividad <sup>33</sup> y áreas especiales para conservación de biodiversidad que disminuyan la pérdida de la biodiversidad por los impactos negativos del cambio climático y favorezcan a mantener las asociaciones ecológicas entre comunidades.
		Generar estudios que permitan identificar nuevas áreas prioritarias de conservación, con la finalidad de reducir el riesgo de extinción de plantas endémicas por condiciones climáticas cambiantes a futuro.
		Establecer áreas especiales de conservación <sup>34</sup> y otras figuras de conservación para favorecer el hábitat de plantas endémicas y reducir su riesgo de extinción por condiciones climáticas cambiantes a futuro.
		Desarrollar prácticas de manejo ex situ de plantas endémicas con alto grado de amenaza y/o riesgo de extinción bajo condiciones climáticas controladas, para determinar estrategias de respuesta ante condiciones climáticas futuras.
		Capacitar a los institutos públicos de investigación y centros académicos en la interpretación y uso de los resultados obtenidos de la modelación de impactos biofísicos para el sector de patrimonio natural.
Patrimonio Hídrico	Variaciones de caudal (anual, estacional y diario) y producción de sedimentos en cuencas seleccionadas dentro de las Cuenca Hidrográficas de los Ríos Esmeraldas, Guayas y Jubones considerando escenarios de clima futuro.	Generar estudios edafológicos específicos para mejorar las bases de información de datos nacionales en suelos de páramos y ecosistemas claves en el ciclo hidrológico, para mejorar la precisión modelaciones hidrológicas bajo escenarios de clima futuro.
		Implementar infraestructura verde para la recuperación de ecosistemas y funciones hidrológicas en zonas de recarga hídrica, para enfrentar actuales y futuros impactos del cambio climático.
		Fortalecer los procesos de gobernanza de los actores que se ubican en zonas de recarga hídrica a través de ordenanzas, acuerdos ministeriales, normativa técnica; entre otros.
		Desarrollar prácticas de uso y distribución eficiente y siembra de agua en el suelo en áreas con déficit hídrico.
		Crear y consolidar las áreas de conservación y otras medidas de conservación para mejorar la capacidad adaptativa de los recursos naturales en las zonas de recarga hídrica.
		Reforestar/ recuperar la vegetación riparia, para proteger los cauces de agua y reducir los impactos de los incrementos de caudales actuales y futuros bajo condiciones de cambio climático.
		Implementar prácticas de manejo sostenible del suelo que contribuyan a mejorar los procesos del ciclo hidrológico, en cuencas que presentan problemas de sedimentación considerando escenarios de clima futuro.
		Crear zonas de protección de la cuenca de drenaje de las autorizaciones del uso del agua, con la finalidad de garantizar la provisión de agua en cuencas que presentan períodos de escasez de agua bajo condiciones de clima futuro.
		Establecer e incluir criterios técnicos de caudales ecológicos apropiados y desagües de evacuación de sedimentos en nuevos proyectos de presas que estén en fase de diseño y/o construcción.

33 El artículo 56 del Código Orgánico del Ambiente se denominan corredores de conectividad y es un tipo de área especial para la conservación de la biodiversidad.

34 Código Orgánico del Ambiente, artículo 56, las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad son 4: Áreas o sitios reconocidos por instrumentos internacionales ratificados por el Estado, zonas de amortiguamiento ambiental, corredores de conectividad y servidumbres ecológicas. Otras figuras de conservación como ACUS, Socio bosque, OMEC's.

Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas	Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas
Salud	Incremento de la Idoneidad ambiental para la transmisión del dengue en el territorio nacional.	Capacitar a las instituciones de Salud Pública (MSP y otros) en el entendimiento y uso del sistema de idoneidad medioambiental para la transmisión del dengue, incluyendo la interpretación de los escenarios futuros de idoneidad.	Asentamientos Humanos	Incremento en la magnitud y/o impacto de las inundaciones en ciudades de Chone, Ventanas, Daule, Vincies y Coca.	Diseñar, implementar y fortalecer sistemas de monitoreo y vigilancia hidrológico y meteorológico para fortalecer los sistemas de alerta temprana locales ante inundaciones.
		Implementar un modelo territorial para el manejo integral de vectores que se adapta a las condiciones propias de cada lugar y a las amenazas medioambientales producidas por el cambio y la variabilidad climática.			Promover campañas locales de limpieza y manejo de escombros y basuras en épocas lluviosas, a fin de evitar taponamiento de alcantarillas y colectores, en zonas con mayores riesgos a inundaciones.
		Implementar programas de educación sanitaria individual, familiar, comunitaria e institucional para el cambio de conductas de riesgo que favorecen la proliferación del vector del dengue en un contexto de idoneidad ambiental actual y futura.			Construir obras de infraestructura para reducir los impactos de inundaciones por desbordamientos de ríos:
		Vigilar la resistencia del <i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i> a los insecticidas empleados en Salud Pública y mantener actualizados anualmente los resultados sobre la susceptibilidad o resistencia a los insecticidas empleados en los programas de control del dengue, tanto a nivel nacional como cantonal, considerando los escenarios de clima futuro.			■ Diseño y construcción de infraestructura para encauzar el agua de los ríos evitando el desvío del recurso hacia ecosistemas frágiles.
		Promover investigaciones para el desarrollo de nuevos insecticidas extraídos de plantas y el uso del método de auto diseminación aumentada por machos (ADAM), útil para contenedores pequeños y lugares donde se pueda alojar el vector <i>Aedes aegypti</i> , y de esa manera reducir el riesgo de propagación del vector bajo escenarios futuros de cambio climático.			■ Dragado de ríos que atraviesan las ciudades con riesgos de inundaciones.
		Fortalecer la capacidad de del MSP para la vigilancia de los serotipos de virus de dengue circulantes en Ecuador:			■ Construcción de obras civiles como muros, espolones, barreras y diques en los cauces de los ríos cercanos a la ciudad, con el propósito de disminuir la velocidad de la corriente fluvial y minimizar el riesgo de la ocurrencia de avenidas torrenciales.
		■ Fortalecimiento del equipamiento de laboratorios a del MSP e INSPI.			Elaborar y ejecutar planes de desarrollo y ordenamientos territorial, uso y gestión del suelo urbano incluyendo criterios de adaptación al cambio climático que limite el crecimiento y la expansión de la ciudad en las zonas identificadas con riesgo de inundaciones por eventos hidrometeorológicos.
		■ Fortalecimiento de capacidades del personal técnico de las instituciones competentes en materia de dengue.			Fomentar, diseñar e implementar iniciativas de restauración ecológica y reforestación en áreas degradadas e inestables que circundan a las ciudades y donde pueden ocurrir deslizamientos ocasionados por lluvias extremas.
		Construir presas (a partir del respectivo análisis de factibilidad y diseño final), con el fin de prevenir y controlar el riesgo de inundaciones y grado de afectación a los asentamientos humanos en épocas de lluvias intensas.			Construir obras civiles como muros de contención y estabilización de taludes para reducir los impactos de deslizamientos.
		Diseñar e implementar programas de arborización urbana y reforestación del área de influencia de los asentamientos humanos que incluya especies arbóreas cuyo objetivo sea regular el nivel freático y promover la infiltración de las aguas en épocas invernales.			Elaborar y ejecutar planes de desarrollo y ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo urbano incluyendo criterios de adaptación al cambio climático que limite el crecimiento y la expansión de la ciudad en las zonas identificadas con riesgo a deslizamientos por eventos hidrometeorológicos por lluvias extremas.
Asentamientos Humanos	Incremento en la magnitud y/o impacto de las inundaciones en ciudades de Chone, Ventanas, Daule, Vincies y Coca.	Promover e implementar infraestructura natural como sistemas de drenaje urbano sostenible, para promover la infiltración de agua y reducir el volumen de agua de inundaciones.	Sectores Productivos y Estratégicos (centrales y proyectos hidroeléctricos)	Impacto en la generación de energía hidroeléctrica y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas ante los efectos del cambio climático.	Manejo de riberas y quebradas, y represas artesanales a pequeña escala para el control de sedimentos en las cuencas hidrográficas.
		Diseñar e implementar Sistemas Comunitario de Alerta Temprana sensible al género que permita contar con poblaciones preparadas ante inundaciones originadas por lluvias extremas, considerando que el sistema integre:			Reforestación y restauración para el mantenimiento del ciclo hidrológico y control de sedimentos en las cuencas hidrográficas aportantes a las Centrales Hidroeléctricas.
		■ Equipos para el monitoreo permanente de información meteorológica e hidrológica			Implementar sistemas productivos de manejo sostenible para la gestión de sedimentos en las cuencas hidrográficas
		■ Plan de Contingencia y Respuesta que identifique rutas de evacuación, zonas seguras, zonas de acogida			Incluir criterios de Cambio Climático en diseños de hidroeléctricas.
		■ Creación de brigadas comunitarias en zonas de alto riesgo incluyendo procesos de fortalecimiento de capacidades a nivel técnico y comunitario.			Incluir criterios de Cambio Climático en los planes de manejo ambiental de proyectos hidroeléctricos.

Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas	Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas
Sectores Productivos y Estratégicos (centrales y proyectos hidroeléctricos)	Incremento en la magnitud y/o cobertura de las inundaciones por eventos extremos de carácter hidrometeorológico en tramos críticos identificados de las vías principales del país.	<p>Fortalecimiento del monitoreo y evaluación de parámetros meteorológicos e hidrológicos.</p> <p>Dragado de embalses que permita una mayor duración de los elementos electromecánicos de las centrales hidroeléctricas.</p> <p>Realizar campañas periódicas de mantenimiento y limpieza de cunetas, alcantarillas y cabezales, en tramos de carreteras priorizadas, que presentan alta susceptibilidad ante inundaciones.</p>	Sectores Productivos y Estratégicos (Hidrocarburos)	Incremento en la magnitud y/o cobertura de las inundaciones por eventos extremos de carácter hidrometeorológico que afectan a tramos críticos identificados del SOTE.	<p>Incluir de criterios de adaptación al cambio climático en el diseño para el cambio del trazado del oleoducto en zonas de alto riesgo.</p> <p>Implementar un sistema de monitoreo de cambios de uso del suelo y obstrucción de drenajes naturales, que puedan afectar la integridad del SOTE en zonas con riesgo ante inundaciones.</p> <p>Proponer el diseño y construcción de variantes o cambios de trazado en zonas de alta vulnerabilidad bajo condiciones de clima futuro.</p>
Sectores Productivos y Estratégicos (infraestructura vial)	Incremento en la magnitud y/o cobertura de las inundaciones por eventos extremos de carácter hidrometeorológico en tramos críticos identificados de las vías principales del país	<p>Realizar limpiezas periódicas de cauces de quebradas y evaluaciones de cauces de cuerpos de agua cercanos a vías principales.</p> <p>Realizar el mantenimiento periódico de losas del pavimento rígido y de drenajes superficiales y sub-superficiales de las vías.</p>	Incremento de las áreas y volúmenes de deslizamientos ocasionados por eventos extremos de carácter hidrometeorológico, que afectan a tramos críticos identificados del SOTE.	Realizar un inventario sistemático de movimientos en masa a lo largo de todo el trazado del SOTE y las inmediaciones de la infraestructura esencial, con el objetivo de completar los resultados obtenidos de las modelaciones de impacto ante deslizamientos.	<p>Promover la creación de áreas de inundación temporales aguas arriba de los tramos vulnerables en zonas naturales sin población, donde se podría evacuar el caudal de crecida extraordinaria de ríos.</p> <p>Construir infraestructura (ej. ductos de drenaje) para evacuar las aguas en períodos de crecientes extraordinarias en tramos de vías priorizadas que presentan alta susceptibilidad ante inundaciones.</p> <p>Construir infraestructura de protección ante la crecida de ríos (ej. diques) en tramos de vías priorizadas que presentan alta susceptibilidad ante inundaciones.</p> <p>Revisar las dimensiones y capacidad de los sistemas de drenaje existentes (cunetas, alcantarillas) en tramos de carretera priorizadas con alta susceptibilidad, para determinar si es necesaria su ampliación.</p> <p>Promover la inclusión de datos climáticos (actuales y futuros) en la normativa de construcción ecuatoriana de vías y carreteras, que permiten incrementar la resistencia de la infraestructura vial ante lluvias intensas.</p> <p>Realizar obras de estabilización de taludes (muros de contención y/o corte y relleno) en quebradas cercanas a vías principales con riesgo de deslizamientos.</p>
		Construir cunetas de coronación en vías priorizadas y tramos críticos para reducir la inestabilidad de los taludes con riesgos altos de deslizamientos.			Realizar estudios para determinar los umbrales de precipitación (disparadores de deslizamientos en zonas cercanas a vías principales), con el propósito de completar los resultados obtenidos de los modelos de impacto ante deslizamientos.
SAG	Incremento de las áreas y volúmenes de deslizamientos en tramos críticos identificados en las vías principales de país ocasionados por eventos extremos de carácter hidrometeorológico.	Realizar estudios para determinar los umbrales de precipitación (disparadores de deslizamientos en zonas cercanas a vías principales), con el propósito de completar los resultados obtenidos de los modelos de impacto ante deslizamientos.			Implementar un sistema de monitoreo de taludes y suelo en tramos críticos del SOTE propensos a deslizamientos.
		Instalar equipos para realizar el monitoreo del movimiento de suelo (tensiómetros o inclinómetros automáticos o manuales) como insumo esencial para el desarrollo de un sistema de alerta temprana del sistema vial.			Implementar políticas y acciones sostenibles para mejorar la cobertura de riego:
		Realizar un levantamiento topográfico Lidar de alta resolución (1 m o inferior) sobre al menos el derecho de vía de los poliductos y oleoductos y sus probables zonas de inundación aledañas, para completar las modelaciones de impacto ante lluvias intensas			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ampliar la cobertura de los sistemas de riego parcelario tecnificado (política nacional).</li> <li>■ Aprovechar las fuentes hídricas subterráneas y superficiales (política local).</li> <li>■ Impulsar la cosecha de agua lluvia (práctica a nivel de productor).</li> <li>■ Incentivar la siembra de agua.</li> <li>■ Implementar infraestructura de monitoreo de la capacidad de campo del suelo, mediante el desarrollo de innovación y tecnología (ej. uso de sensores de humedad); para la optimización en el aprovechamiento del recurso hídrico para riego.</li> </ul>
					<p>Mejorar la infraestructura financiera productiva para el desarrollo de actividades agropecuarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ampliar la cobertura de seguro agrícola.</li> <li>■ Incrementar el acceso formal a créditos productivos.</li> <li>■ Desarrollar buenas prácticas agrícolas que permitan mejorar la salud del suelo, optimizar los nutrientes del suelo y combatir la presión de las plagas y malezas en los cultivos:</li> </ul>
					Uso adecuado de fertilizantes a partir de análisis de suelo que determinen sus características fisicoquímicas.

**Cuadro 35.** Medidas de adaptación que se han identificado para los GAP

Sector	Impactos modelados	Medidas de adaptación recomendadas	Medidas de adaptación recomendadas para los GAP
SAG	Variación de las tasas de rendimiento en los cultivos de: arroz, maíz duro, papa, maíz suave, fréjol seco y caña de azúcar (uso industrial) en condiciones climáticas futuras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uso de abonos orgánicos, en sistemas productivos combinados y empresariales como complemento al proceso de fertilización y en sistemas productivos de autoconsumo (Agricultura Familiar Campesina) como principal práctica de fertilización, mediante la realización de: compost, bioles, lumbicultura, bocashi, entre otros.</li> <li>■ Prácticas para la rotación de cultivos de manera secuencial.</li> <li>■ Implementar programas que impulsen el desarrollo de bancos de semillas resistentes a la variabilidad climática, considerando las condiciones biofísicas locales, priorizando la siembra de cultivos nativos e incluyendo saberes ancestrales (política nacional y local - INIAP y academia).</li> </ul> <p>Actualizar Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial y Planes de Uso de Suelo, para la planificación adecuada de áreas de producción en base a los análisis de aptitud de suelo y de los resultados de los análisis de riesgo climático del sector.</p>	<p>Construir o efectuar adecuaciones en la infraestructura urbana para el tránsito y movilización de personas con discapacidad física hacia sitios seguros en caso de inundaciones, deslizamientos de tierra y fuertes oleajes originados por amenazas de carácter hidrometeorológico.</p> <p>Establecer sistemas de alerta temprana comunitarios y sensibles al género a través de canales o medios análogos de comunicación para la prevención y atención frente a amenazas climáticas.</p> <p>Incluir dentro de los planes de contingencia para enfrentar impactos de amenazas hidrometeorológicas, acciones específicas para solventar necesidades de alimentación de población en situación de pobreza extrema y población adulta mayor.</p> <p>Proveer a mujeres agricultoras y jefas de hogar, semillas resistentes a condiciones climáticas adversas (temperaturas muy altas o muy bajas, lluvias intensas etc.), para mejorar su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático sobre los cultivos y/o sus rendimientos.</p> <p>Establecer planes de contingencia que aseguren el abastecimiento de insumos para la salud menstrual y medicamentos para pacientes con enfermedades crónicas durante períodos de cese de actividades de servicios y establecimientos de salud, causados por amenazas hidrometeorológicas.</p> <p>Realizar campañas edocomunicacionales sobre adaptación y riesgo climático, y sus impactos diferenciados según género, enfocados en los GAP.</p> <p>Impulsar la implementación de acciones afirmativas con entidades bancarias para promover y facilitar el acceso de personas que se dedican a actividades agropecuarias y pertenecen a grupos de atención prioritaria, a cuentas de ahorro y créditos relacionados con tecnologías e insumos para enfrentar las épocas de sequía.</p> <p>Generar mecanismos de redistribución de trabajo de cuidados para evitar la sobrecarga de actividades en las mujeres cuando se presenten los impactos causados por amenazas hidrometeorológicas y estén en capacidad de responder de manera efectiva ante sus efectos.</p> <p>Sensibilizar a la población e instituciones responsables sobre los impactos que las amenazas climáticas ocasionan sobre los recursos y medios de vida, las respectivas implicaciones económicas, sociales y ambientales, sus vínculos con la violencia de género contra las mujeres, y la necesidad de implementar canales de atención frente a estos casos.</p> <p>Generar capacidades respecto a la identificación, comprensión, reducción y recuperación frente a riesgos climáticos.</p> <p>Promover servicios financieros, públicos y privados, para implementar mecanismos de adaptación, con prioridad en sectores de alimentación, vivienda y medios de vida, para población vulnerable.</p> <p>Capacitar a mujeres jefas de hogar, personas de la tercera edad y otros grupos de atención prioritaria sobre el uso eficiente y responsable del agua y las opciones de utilizar fuentes alternativas en épocas de escasez de agua para consumo humano por condiciones climáticas adversas.</p> <p>Desarrollar investigaciones sobre los impactos diferenciados por género y de las poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad, (personas con enfermedades crónicas, población infantil, personas con algún tipo de discapacidad, adultos mayores etc.) frente al dengue, para fortalecer las acciones de respuesta del MSP en épocas en que las condiciones climáticas favorecen los picos de la enfermedad.</p> <p>Desarrollar campañas de concientización y prevención del dengue enfocadas en: población analfabeta, personas con enfermedades catastróficas, población de la tercera edad, población infantil, para evitar la proliferación del dengue en épocas en que las condiciones climáticas favorecen su transmisión.</p> <p>Implementar programas de educación sanitaria con enfoque de género a nivel individual, familiar, comunitaria e institucional, orientadas al cambio de conductas de riesgo de grupos vulnerables (ej. población analfabeta, personas con enfermedades catastróficas, población infantil y de la tercera edad) que favorecen la proliferación del vector transmisor del dengue en un contexto de idoneidad ambiental presente y futura.</p> <p>Fortalecer las capacidades técnicas e institucionales del Ministerio de Salud Pública (MSP) para desarrollar acciones de prevención y atención de casos de dengue, centradas en grupos de atención prioritaria cuando se presentan condiciones climáticas que favorecen los picos de transmisión de la enfermedad.</p> <p>Desarrollar campañas sobre planificación familiar y su vínculo con la reducción de la presión sobre los recursos naturales sensibles a los cambios del clima y la seguridad alimentaria.</p> <p>Impulsar la implementación de acciones afirmativas con entidades bancarias para promover y facilitar el acceso de personas que se dedican a actividades agropecuarias y pertenecen a grupos de atención prioritaria, a cuentas de ahorro y créditos relacionados con tecnologías e insumos para enfrentar las épocas de sequía.</p> <p>Capacitar a personas de la tercera edad, personas en extrema pobreza y población con alguna discapacidad (incluyendo a sus familiares cercanos) para facilitar la implementación de planes de prevención y contingencia frente a sequías, inundaciones, condiciones de estrés térmico, deslizamientos de tierra y otros efectos originados por amenazas hidrometeorológicas, considerando las necesidades y capacidades diferenciadas según género.</p>
	Cambios en los niveles de aptitud agrícola en los cultivos de arroz y caña de azúcar (uso industrial) ante condiciones climáticas futuras.	<p>Realizar programas continuos de capacitación a productores locales sobre aptitudes de suelos agrícolas en sus zonas de producción y diversificación de cultivos.</p> <p>Identificar nuevas fuentes de ingresos (actividades productivas alternativas) para productores locales ubicados en zonas declaradas no aptas o suelos con severas limitaciones de producción.</p>	

## 7.2. Medidas de Adaptación para Grupos de Atención Prioritaria (GAP)

Considerando la presencia de poblaciones humanas en las zonas/regiones/ciudades/cuencas/biorregiones donde se han identificado impactos biofísicos del cambio climático, a continuación en el Cuadro 35, se plantea un portafolio adicional de medidas de

adaptación centrado en los Grupos de Atención Prioritaria<sup>15</sup> (GAP) asentados en esos lugares o en zonas aledañas. Los GAP son potencialmente más vulnerables frente a las amenazas climáticas y sufren por ello consecuencias negativas asociadas a los efectos de las inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, cambios en la idoneidad ambiental para la transmisión de enfermedades causadas por vectores, alteraciones en los caudales de los cursos de agua y demás impactos causados por los cambios en la frecuencia, intensidad, duración y/o cobertura espacial y temporal de las citadas amenazas climáticas.

<sup>15</sup> Los Grupos de Atención Prioritaria (GAP) se han definido con base en lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador (2008) y bajo la consideración de las poblaciones más vulnerables climáticamente desde una perspectiva de género. Para el caso del PNA, se abordan cuatro de los seis sectores priorizados por su vinculación con las amenazas climáticas identificadas, así como sus efectos e impactos en cada sector.

## 7.3. Metas de la implementación del PNA

Cuadro 36. Objetivos específicos, metas para la implementación del PNA

Objetivos específicos	Metas	Indicadores
Promover el acceso y uso de la información climática y oceánica histórica y futura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Meta 1.1: Permitir que la información climática y oceánica histórica y futura haya sido accedida por 10.000 personas.</li> <li>■ Meta 1.2: Realizar 10 cursos / talleres de capacitación / entrenamiento para el uso / aplicación / interpretación de proyecciones climáticas y oceánicas.</li> <li>■ Meta 1.3: Realizar 5 campañas de difusión a nivel técnico para promover el acceso y uso de información climática y oceánica contenida en la plataforma del Registro Nacional de Cambio Climático.</li> <li>■ Meta 1.4: Número de estudios que hayan usado la información climática y oceánica histórica y futura para su desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Indicador 1.1.1: 10.000 personas han accedido a la información climática y oceánica histórica y futura.</li> <li>■ Indicador 1.2.1: Número de talleres de capacitación realizados.</li> <li>■ Indicador 1.3.1: Número de campañas de difusión a nivel técnico.</li> <li>■ Indicador 1.4.1: 10 estudios que hayan usado la información climática y oceánica histórica y futura.</li> </ul>
Identificar impactos actuales y futuros del cambio climático mediante análisis de riesgo climático que consideren la utilización de modelos de impacto biofísico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Meta 2.1: Ampliar las áreas de análisis de riesgo climático a la zona marino-costera.</li> <li>■ Meta 2.2.: 6 cursos / talleres de capacitación / entrenamiento sobre metodologías y técnicas para la identificación de impactos actuales y futuros del cambio climático a partir de análisis de riesgo climático mediante la aplicación de modelos de impacto biofísico.</li> <li>■ Meta 2.3: 6 campañas de difusión a nivel técnico sobre metodologías y técnicas para la identificación de impactos actuales y futuros del cambio climático a partir de análisis de riesgo climático mediante la aplicación de modelos de impacto biofísico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Indicador 2.1.1: Al menos un análisis de riesgo climático se ha realizado en la zona marino-costera.</li> <li>■ Indicador 2.2.1: Número de talleres de capacitación realizados.</li> <li>■ Indicador 2.3.1: Número de campañas de difusión a nivel técnico.</li> </ul>
Orientar la implementación de medidas de adaptación que reduzcan el riesgo climático, fomentando el enfoque de género.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Meta 3.1: Orientar la implementación de medidas identificadas en los análisis de riesgo climático sectoriales en los 6 sectores priorizados de la adaptación fomentando la inclusión del enfoque de género.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Indicador 3.1.1: Número de sectores priorizados de la adaptación que han implementado medidas identificadas de los análisis de riesgo climático.</li> </ul>
Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo y presupuestos a nivel sectorial y local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Meta 4.1: Generar una estrategia para la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo y presupuestos a nivel sectorial y local.</li> <li>■ Meta 4.2: 1 guía para la incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo local.</li> <li>■ Meta 4.3: 1 guía técnica para la incorporación de la adaptación al cambio climático en los presupuestos institucionales en entidades sectoriales y locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Indicador 4.1.1: Al menos una herramienta o instrumento se ha desarrollado para apoyar a la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo y presupuesto a nivel sectorial y local.</li> <li>■ Indicador 4.2.1: Número de guías técnicas para incorporar la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo local.</li> <li>■ Indicador 4.3.1: Número de guías técnicas para incorporar la adaptación al cambio climático en los presupuestos institucionales en entidades sectoriales y locales.</li> </ul>

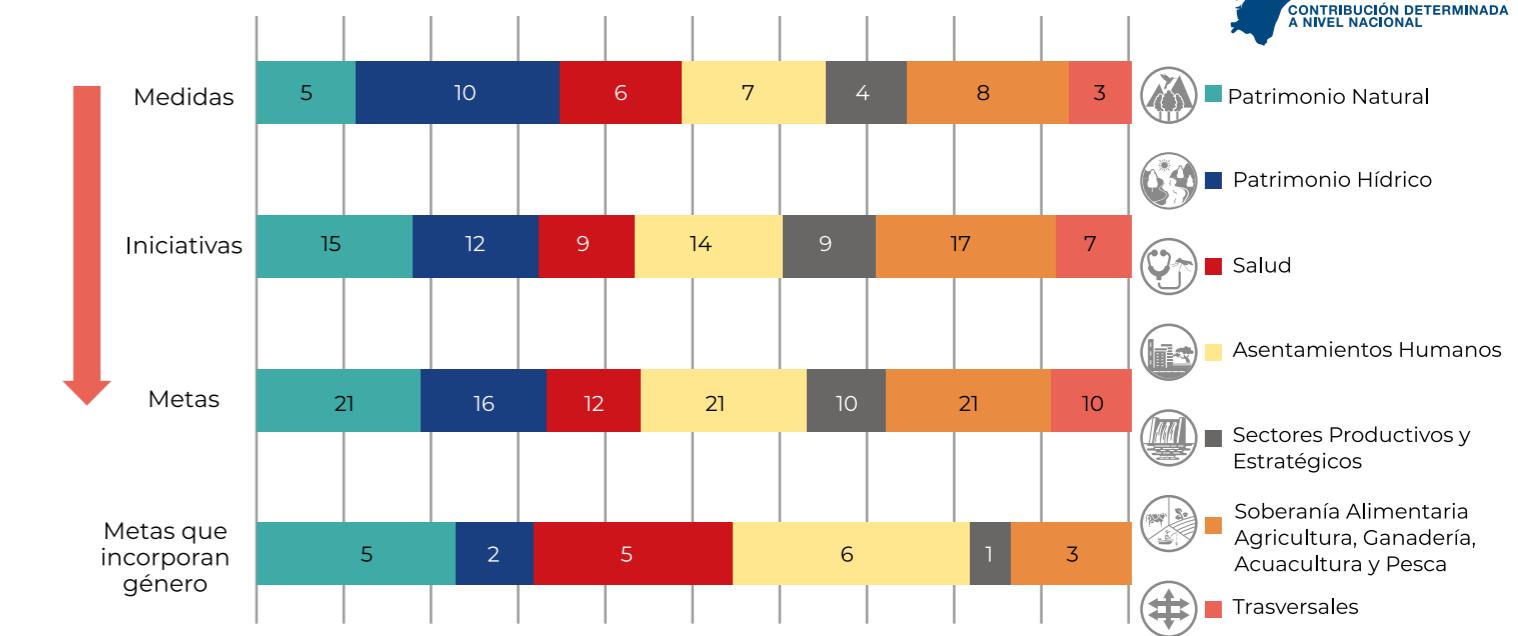


Figura 61. Total de medidas, iniciativas, metas (y aquellas que incorporan género) del componente de adaptación del PI – NDC. Adaptado de: MAAE, (2021)

## 7.4. Medidas y Metas del Componente de Adaptación del PI – NDC

En el componente de adaptación en la NDC se priorizó un total de 43 medidas (40 sectoriales y 3 transversales), de las cuales, en el PI se definieron 83 iniciativas y 111 metas (el 19,8 % incorpora el enfoque de género). Las medidas sectoriales se agruparon en seis categorías: (i) política o instrumento de planificación; (ii) investigación o estudios; (iii) fortalecimiento de capacidades; (iv) construcción o implementación de infraestructura; (v) instrumentos o soluciones tecnológicas; y, (vi) servicios ecosistémicos. El detalle de las medidas, iniciativas y metas sectoriales se puede apreciar en la Figura 61 y el Anexo 13.

El sector de Asentamientos Humanos es considerado particularmente vulnerable, ya que la infraestructura (habitacional) posee características inadecuadas y suele localizarse en zonas informales, sin planificación y susceptible a riesgos (como inundaciones o movimientos en masa). Bajo esta premisa, para este sector existen siete medidas priorizadas, 14 iniciativas y 21 metas (seis de ellas incorporan enfoque de género). Bajo las categorías antes mencionadas, destacan acciones de adaptación vinculadas con políticas o instrumentos de planificación (de hábitat y planificación territorial), el fortalecimiento de capacidades, orientadas a la implementación de acciones para la reducción del riesgo (MAAE, 2021). Los detalles de las medidas y metas para este sector se muestran en el Cuadro 37 y Figura 62.

Sector	Categoría	N.º de metas
Asentamientos Humanos	Política o instrumento de planificación	8
	Investigación o estudios	4
	Fortalecimiento de capacidades	7
	Construcción o implementación de infraestructura	1
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	1
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>21</b>

**La NDC incluye  
7 MEDIDAS  
DE ADAPTACIÓN AL  
CAMBIO CLIMÁTICO**  
centradas en aspectos como los que se resumen a continuación:

### SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS



Incluir consideraciones de cambio climático en políticas públicas y estrategias sobre hábitat, gestión de suelo, migración, ordenamiento y planificación territorial.

Reducir el riesgo climático de la población mediante la validación de suelo seguro, promoción y dotación de vivienda digna, accesible y asequible.

Diseñar sistemas públicos de soporte resilientes a los efectos de las amenazas climáticas.

Generar líneas de investigación para la evaluación de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos frente a efectos adversos de cambio climático, y fortalecer capacidades para la gestión del riesgo climático.



### 12 ACTORES INSTITUCIONALES CLAVE PARTICIPARON EN EL PROCESO

#### ARTICULACIÓN Y VALIDACIÓN CON:

- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
- Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
- Ministerio del Ambiente y Agua
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias
- Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación



SE REALIZÓ UN PROCESO  
PARTICIPATIVO QUE  
CONTÓ CON EL APOYO  
DE HOMBRES Y MUJERES

**PARA DAR CUMPLIMENTO A LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA NDC, A NIVEL SECTORIAL SE HAN IDENTIFICADO**

**METAS** que se resumen en las siguientes:

**POLÍTICA O INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN**

- ▶ Formular documentos técnicos e incorporar criterios de adaptación en:
  - Agenda del Hábitat Sostenible.
  - Normas técnicas sobre uso y gestión de suelo.
  - Lineamientos técnicos para la gestión/reducción de riesgos hidrometeorológicos.
  - Diseño e implementación de infraestructura para la dotación de sistemas públicos de soporte.
  - Lineamientos sobre migración temporal y/o permanente de la población por efectos del cambio climático.
  - Generar insumos técnicos para la actualización de Estrategias Provinciales de cambio climático.
  - Elaborar herramientas para la aplicación de criterios de cambio climático en Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial (PDOT).

**INVESTIGACIÓN O ESTUDIOS**

- ▶ Incorporar en la Agenda de Investigación Urbana (AIU) la temática de adaptación al cambio climático y difundir convocatorias nacionales o internacionales para investigación y/o desarrollo tecnológico.
- ▶ Poner en marcha proyectos piloto con Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) cantonales para la aplicación de lineamientos técnicos sobre la gestión/reducción de riesgos hidrometeorológicos.
- ▶ Desarrollar análisis de riesgo climático centrados en sistemas sectoriales priorizados.

**FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES**

- ▶ Apoyar y/o capacitar a los GADs provinciales cantonales en:
  - Actualización, validación y/o implementación de Estrategias Provinciales de Cambio Climático.
  - Uso de las herramientas para la integración de criterios de cambio climático en PDOT a nivel provincial.
  - Generación y uso de contenidos del módulo sobre adaptación al cambio climático del Sistema Nacional de Información Municipal.
  - Transversalización del enfoque de cambio climático en la planificación de desarrollo y ordenamiento territorial.
- ▶ Crear un programa de fortalecimiento de capacidades, dirigido a fortalecer a los actores sectoriales en la gestión del riesgo climático.

**INSTRUMENTOS O SOLUCIONES TECNOLÓGICAS**

- ▶ Incorporar un módulo de cambio climático en el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) con indicadores estratégicos de adaptación para autoreporte de los GAD cantonales.

**CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

- ▶ Evaluar y aprobar predios para viviendas de interés social, con disponibilidad de servicios básicos, fuera de áreas protegidas y/o zonas con riesgo a inundación, movimientos en masa e incendios.

La meta incorpora el enfoque de género.

**Cuadro 37.** Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Asentamientos Humanos

**Figura 62.** Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Asentamientos Humanos.

Adaptado de: MAAE (2021)



Medida de Adaptación de reservorio de agua, cuenca del Río Jubones – Proyecto FORECCA

El sector Patrimonio Hídrico se destaca por los potenciales efectos en cadena que pueden resultar en conflictos asociados con el acaparamiento, inadecuada distribución y calidad del recurso hídrico. Estos aspectos pueden empeorar por el cambio climático, además de otros impactos como inundaciones y deslizamientos de tierra vinculados con el incremento de las precipitaciones, condiciones que ya son visibles en el país. Para hacer frente a esta problemática, para el sector en mención se establecieron 10 medidas, 12 iniciativas y 16 metas (dos de las cuales incorporan enfoque de género). En detalle (Cuadro 38 y Figura 63), para este sector la mayor parte de las metas planteadas se concentran en dos categorías: política o instrumentos de planificación (para promover una adecuada inclusión de la variable de adaptación en la gestión territorial) y fortalecimiento de capacidades (MAAE, 2021)

En el caso del sector Patrimonio Natural, destaca el hecho de que la megadiversidad del Ecuador (paisajes, ecosistemas, especies, bienes y servicios ecosistémicos) es altamente sensible al cambio climático, no solo por las modificaciones a nivel de hábitat por cambios en temperaturas y precipitaciones, también por las presiones antrópicas que condicionan, por ejemplo, la superficie de los ecosistemas. Con ello, para este sector se priorizaron cinco medidas, de las cuales se establecieron 15 iniciativas y 21 metas (cinco incorporan enfoque de género). Como se puede apreciar en el Cuadro 39 y la Figura 64, las medidas buscan fortalecer la política o instrumentos de planificación (para una adecuada gestión de la adaptación al cambio climático), e implementar acciones de adaptación en territorio basadas en investigaciones en cambio climático y biodiversidad (MAAE, 2021).

Sector	Categoría	N.º de metas
Patrimonio Hídrico	Política o instrumento de planificación	8
	Investigación o estudios	2
	Fortalecimiento de capacidades	4
	Construcción o implementación de infraestructura	--
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	2
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>16</b>



Cuadro 38. Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Patrimonio Hídrico.

Figura 63. Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Patrimonio Hídrico.

Adaptado de: MAAE (2021)

Sector	Categoría	N.º de metas
Patrimonio Hídrico	Política o instrumento de planificación	5
	Investigación o estudios	5
	Fortalecimiento de capacidades	3
	Construcción o implementación de infraestructura	--
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	--
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	8
<b>Total</b>		<b>21</b>



Cuadro 39. Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Patrimonio Natural.

Figura 64. Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Patrimonio Natural.

Adaptado de: MAAE (2021)

## La producción agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola depende directamente de las condiciones climáticas.

En el sector Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, caracterizado porque la producción agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola depende directamente de las condiciones climáticas. Las variaciones en temperatura y precipitación han venido afectando históricamente a los cultivos y animales, ocasionando que la reducción y/o pérdidas parciales o totales de la producción, afecten también las condiciones de vida, los ingresos de productores/as, la seguridad y soberanía alimentaria de la población ecuatoriana. Los impactos negativos resultantes de la influencia de amenazas climáticas empeoran los problemas vinculados con otros factores como



Parroquia Olmedo, cantón Cayambe, provincia de Pichincha – Proyecto FORECCSA

el manejo de los sistemas de producción, lo que incrementa el riesgo y vulnerabilidad de este sector. Bajo este contexto, se han priorizado ocho medidas, 17 iniciativas y 21 metas (tres de las cuales incorporan enfoque de género). Las acciones de adaptación (Cuadro 40 y Figura 65) están encaminadas a fortalecer el marco político e institucional (con modelos de gobernanza, producción y tecnológicos) y el fortalecimiento de capacidades (locales y de investigación) para promover una producción sostenible y climáticamente inteligente (MAAE, 2021).

Sector	Categoría	N.º de metas
Patrimonio Hídrico	Política o instrumento de planificación	8
	Investigación o estudios	5
	Fortalecimiento de capacidades	2
	Construcción o implementación de infraestructura	3
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	3
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>21</b>



**La NDC incluye  
8 MEDIDAS  
DE ADAPTACIÓN AL  
CAMBIO CLIMÁTICO**  
centradas en aspectos como los que se resumen a continuación:

**SECTOR SOBERANÍA ALIMENTARIA,  
AGRICULTURA,  
GANADERÍA,  
ACUACULTURA Y PESCA**

-  Generar políticas públicas y modelos de gobernanza que fortalezcan la resiliencia climática de los sistemas agroalimentarios y aseguren la producción sostenible.
-  Desarrollar, promocionar e implementar modelos, tecnologías e iniciativas de producción agropecuaria sostenible y resiliente a los efectos del cambio climático.
-  Fortalecer capacidades técnicas que permitan la generación de información científica sobre producción agropecuaria resiliente y faciliten la gestión de riesgos agroclimáticos.
-  Emitir regulaciones y normativa técnica para la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo a escala sectorial y local.

**17 ACTORES  
INSTITUCIONALES CLAVE PARTICIPARON  
EN EL PROCESO**

**ARTICULACIÓN Y VALIDACIÓN CON:**

- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
- Agencia de Regulación Fito y Zoosanitario



**SE REALIZÓ UN PROCESO  
PARTICIPATIVO QUE  
CONTÓ CON EL APOYO  
DE HOMBRES Y MUJERES**

 La meta incorpora el enfoque de género.

**PARA DAR CUMPLIMIENTO A LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA NDC, A NIVEL SECTORIAL SE HAN IDENTIFICADO**

**POLÍTICA O INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN**

- ▶ Incluir adaptación al cambio climático en instrumentos de política y planificación sectorial:
  - Política de Estado para el Agro Ecuatoriano 2020-2030.
  - Estrategia Nacional Agropecuaria para Mujeres Rurales.
  - Plan de manejo participativo, conservación y recuperación de suelos.
  - Planes de manejo integral de finca.
- ▶ Actualizar o diseñar marcos regulatorios con inclusión de adaptación al cambio climático que faciliten:
  - Certificación orgánica y producción agroecológica.
  - Certificación de buenas prácticas agronómicas.

**INVESTIGACIÓN O ESTUDIOS**

- ▶ Incluir criterios de adaptación en cadenas de valor para fomentar su comercialización y consumo responsable.
- ▶ Generar bases de datos geográficos sobre áreas inundadas, índices de estrés agrícola y factores de riesgo climático que permitan el análisis de sequías e inundaciones.
- ▶ Implementar parcelas experimentales y estudios de investigación para el incremento de la productividad en cultivos priorizado bajo escenarios de cambio climático.
- ▶ Desarrollar análisis de riesgo climático centrados en sistemas sectoriales priorizados.

**FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES**

- ▶ Fortalecer capacidades que aseguren producción sostenible e incorporen criterios climáticos mediante:
  - Escuelas de fortalecimiento productivo pecuario.
  - Comunidades de aprendizaje.

**CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

- ▶ Almacenar pastos y forrajes ensilados e implementar centros de acopio para productores agropecuarios susceptibles de ser afectados por amenazas climáticas y otros eventos adversos.
- ▶ Elaborar estudios de riego parcelario tecnificado que consideren información de clima presente y futura e implementar esta técnica en zonas vulnerables a los efectos del cambio climático.

**Cuadro 40.** Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca  
**Figura 65.** Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca **Adaptado de:** MAAE (2021)



Medida de adaptación de invernaderos, provincia del Azuay – Proyecto AICCA

El cambio climático afectará directa o indirectamente el sector Salud, el incremento de la temperatura y períodos prolongados de precipitación pueden condicionar las condiciones de la salud pública, por ejemplo, propiciando condiciones favorables para enfermedades respiratorias, generando ambientes propicios para la proliferación de insectos que transmiten enfermedades (como los mosquitos) y cambios en la calidad del agua que sirve para el consumo humano. Con ello, para este sector se han establecido seis medidas, nueve iniciativas y 12 metas (cinco de las cuales incorporan enfoque de género). Tal como se presenta en el Cuadro 41 y Figura 66, las acciones de adaptación para Salud se enfocan en la generación de investigación (como análisis de riesgo climático y vulnerabilidad, para determinar los impactos en sistemas humanos y naturales) y el fortalecimiento de capacidades (institucionales y locales) (MAAE, 2021).

Los Sectores Productivos y Estratégicos (hidrocarburos, minería, electricidad y transporte) están condicionados directa o indirectamente a impactos negativos del cambio climático. Por ejemplo, precipitaciones extremas pueden afectar la infraestructura de transporte (vías, puertos, etc.) por deslizamiento de tierra, lo cual, también pueden incrementar la cantidad de sedimentos en áreas de producción hidroeléctrica. Con ello, se han priorizado cuatro medidas, nueve iniciativas y 10 metas (con una que incorpora el enfoque de género). La complejidad de estos sectores (Cuadro 42 y Figura 67), han permitido direccionar las medidas de adaptación hacia la generación de investigación o estudios de riesgo climático, como una base para fortalecer las infraestructuras sectoriales (actuales o por construirse) y para incluir la gestión de la adaptación al cambio climático como parte del marco político e institucional (MAAE, 2021).

Sector	Categoría	N.º de metas
Patrimonio Hídrico	Política o instrumento de planificación	2
	Investigación o estudios	4
	Fortalecimiento de capacidades	4
	Construcción o implementación de infraestructura	--
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	2
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>12</b>

### La NDC incluye 6 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

centradas en aspectos como los que se resumen a continuación:

#### SECTOR SALUD



Fortalecer capacidades institucionales para generar información sobre los impactos del cambio climático en la salud pública y la implementación de respuestas adaptativas.



Analizar el riesgo climático de la infraestructura de salud.



Generar políticas públicas e instrumentos de gestión que permitan enfrentar los impactos del cambio climático sobre la salud.



Implementar sistemas de vigilancia y monitoreo de las enfermedades sensibles a los cambios del clima.



#### 8 ACTORES INSTITUCIONALES CLAVE PARTICIPARON EN EL PROCESO

#### ARTICULACIÓN Y VALIDACIÓN CON:

- Ministerio de Salud Pública
- Ministerio del Ambiente y Agua
- Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública



SE REALIZÓ UN PROCESO  
PARTICIPATIVO QUE  
CONTÓ CON EL APOYO  
DE HOMBRES Y MUJERES

PARA DAR CUMPLIMIENTO A LAS  
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA  
NDC, A NIVEL SECTORIAL SE HAN  
IDENTIFICADO

 **METAS**  
que se resumen  
en las siguientes:



#### POLÍTICA O INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN

- Incluir criterios de adaptación al cambio climático en instrumentos de gestión tales como:
  - Manual de vigilancia de la salud en el trabajo.
  - Guía "Respuesta ciudadana frente al Cambio Climático".
  - Guía Informativa sobre la exposición a rayos UV en el ámbito laboral.
  - Indicadores del Programa Nacional de Municipios Saludables.



#### INVESTIGACIÓN O ESTUDIOS

- Evaluar la resistencia de vectores que proliferan bajo determinadas **condiciones climáticas**, a los insecticidas.
- Ampliar el **monitoreo** de la distribución territorial y altitudinal de **vectores** (A. aegypti y A. albopictus) bajo diferentes **condiciones climáticas**.
- Generar **cartografía** sobre las amenazas climáticas a las que están expuestos los establecimientos de salud.
- **Analizar el riesgo climático** de centros de salud priorizados.



#### FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES

- Capacitar a personal técnico de los municipios adherentes al Programa Nacional de Municipios Saludables, para que estén en capacidad de implementar acciones de adaptación al cambio climático.
- Incluir criterios de adaptación en simposios anuales sobre salud y cambio climático.



#### INSTRUMENTOS O SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

- Producir **reportes** para evidenciar, a nivel cantonal, el estatus de los **indicadores** relacionados con adaptación al cambio climático.



La meta incorpora el  
enfoque de género.

Cuadro 41. Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Salud.

Figura 66. Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Salud.

Adaptado de: MAAE (2021)

Sector	Categoría	N.º de metas
Sectores Productivos y Estratégicos	Política o instrumento de planificación	4
	Investigación o estudios	5
	Fortalecimiento de capacidades	--
	Construcción o implementación de infraestructura	1
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	--
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>10</b>



### SECTOR PRODUCTIVOS Y ESTRÁTÉGICOS



Incluir la variable climática en políticas públicas e instrumentos de gestión de riesgos y de la planificación sectorial.

Incorporar proyecciones de clima futuro en el diseño de la infraestructura vial.

Analizar el riesgo climático de cadenas de valor de las industrias petrolera y minera, e infraestructuras eléctrica y vial.



### 13 ACTORES

ACTORES CLAVE PARTICIPARON EN EL PROCESO

#### ARTICULACIÓN Y VALIDACIÓN CON:

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas
- Ministerio del Ambiente y Agua



SE REALIZÓ UN PROCESO PARTICIPATIVO QUE CONTÓ CON EL APOYO DE HOMBRES Y MUJERES

PARA DAR CUMPLIMIENTO A LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA NDC, A NIVEL SECTORIAL SE HAN IDENTIFICADO

**METAS** que se resumen en las siguientes:

<b>POLÍTICA O INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporar la variable de adaptación al cambio climático en instrumentos como:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Acuerdos Ministeriales del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.</li> <li>Plan Maestro de Electricidad.</li> </ul> </li> <li>Considerar proyecciones de clima futuro en:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Normas técnicas para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de actividades minera a mediana y gran escala.</li> <li>Lineamientos generales para la elaboración estudios de impacto ambiental de proyectos de infraestructura vial.</li> </ul> </li> </ul>
<b>INVESTIGACIÓN O ESTUDIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar el riesgo climático en:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Proyectos, operaciones, actividades, o infraestructuras priorizadas en los sectores minero e hidrocarburífero.</li> <li>Cuenca hidrográfica priorizada para centrales hidroeléctricas.</li> <li>Vías en estado de precaución.</li> </ul> </li> </ul>
<b>CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir proyecciones de clima futuro en las fases de diseño y construcción en proyectos viales de integración fronteriza.</li> </ul>

La meta incorpora el enfoque de género.

Cuadro 42. Distribución categórica de las metas priorizadas para el sector Productivos y Estratégicos

Figura 67. Detalle de las medidas y metas del componente de adaptación del PI – NDC para el sector Productivos y Estratégicos.  
Adaptado de: MAAE (2021)



Parroquia San Sebastián de Yuluc, cantón Saraguro, Provincia de Loja - Proyecto FORECCA

## El PI contempla 3 medidas, 7 iniciativas y 10 metas.

Finalmente, en la construcción de la primera NDC del Ecuador, se identificaron brechas que pueden influir sobre la implementación de las medidas y metas sectoriales, asociadas principalmente con: disponibilidad y acceso a recursos financieros, información climática base y evaluaciones sobre los impactos sectoriales del cambio climático. Estas brechas, se caracterizan por ser transversales a todos los sectores, por lo que, el PI contempla tres medidas,

Cuadro 43. Distribución categórica de las metas transversales

Sector	Categoría	N.º de metas
Medidas transversales	Política o instrumento de planificación	5
	Investigación o estudios	2
	Fortalecimiento de capacidades	1
	Construcción o implementación de infraestructura	1
	Instrumentos o soluciones tecnológicas	1
	Servicios ecosistémicos o manejo de recursos	--
<b>Total</b>		<b>10</b>

Adaptado de: MAAE (2021)

siete iniciativas y 10 metas que también cumplen con esta característica y que permitirán reducir las brechas antes mencionadas. Por ello, se han encaminado los esfuerzos para dirigir estas acciones hacia el fortalecimiento del marco político y de planificación (Cuadro 43) (MAAE, 2021).

A partir de las medidas y metas propuestas para los sectores priorizados en el componente de adaptación del PI - NDC del Ecuador, la transversalización del enfoque de género se constituyó en una prioridad. Sin embargo, hay que destacar que es el inicio de la incorporación de este enfoque en acciones de adaptación, y que, por supuesto ha sido considerado en el proceso del PNA.

# PLAN DE ACCIÓN Y CRONOGRAMA

## 8.1 Hoja de Ruta para la Implementación de las Medidas y Metas (2023 – 2027)<sup>36</sup>

Con base en lo presentado en el capítulo 2 referente a la formulación y aprobación del PNA, se construyó la hoja de ruta para la implementación del presente Plan Nacional de Adaptación, etapa que se sustenta en lo establecido en el COA<sup>37</sup>. y el RCOA<sup>38</sup>

36 Según el Artículo 686 del Reglamento del Código Orgánico Ambiental, el PNA será evaluado y actualizado cada cuatro año.

37 El artículo 251 del Código Orgánico Ambiental, establece que la AAN, “coordinará la implementación de las políticas y objetivos ante los efectos del cambio climático”. El artículo 252 menciona la obligatoriedad de “incorporar criterios de mitigación y adaptación en los procesos de planificación, planes, programas, proyectos y estrategias de los diferentes niveles de gobierno y sectores del Estado”; además, determinar que “los GAD, en el ámbito de sus competencias, incorporarán en sus políticas e instrumentos de ordenamiento territorial medidas para responder a los efectos del cambio climático” (MAE, 2017, p. 66).

38 El artículo 679 del Reglamento del Código Orgánico Ambiental, establece que los instrumentos de gestión del cambio climático, “serán implementados de manera obligatoria por la AAN y las entidades competentes de los sectores priorizados. Las demás entidades sectoriales y los GAD, en el marco de sus competencias, contribuirán con su implementación” (MAE, 2019b, p. 109).



Firma de convenio de cooperación con actores locales en la provincia del Azuay – Proyecto AICCA

Para la implementación, el involucramiento de una amplia variedad de actores vinculados con la adaptación al cambio climático es fundamental puesto que su compromiso en este proceso los beneficiará en el corto y mediano plazo tanto en su planificación sectorial y local en términos económicos, para que se comprometan y estén a cargo de la implementación de las medidas y metas sectoriales del PNA, y gestionar la colaboración y participación de otros actores que puedan vincularse durante el proceso. Esta participación será debidamente formalizada a través de, por ejemplo, decreto ejecutivo, acuerdos interministeriales, acuerdos ministeriales y normativas técnicas.

Será necesario retomar el trabajo realizado durante la formulación del PNA, definiendo mecanismos de participación a mediano plazo para que todos los actores (integrados mediante los GST) adquieran una actuación permanente en la implementación del PNA, de acuerdo con los roles y responsabilidades asumidos en la formulación. Cada Grupo estará a cargo de las medidas y metas sectoriales que aportarán al Plan y a otros instrumentos de gestión de la adaptación como la NDC y su PI, y la ENCC.

Los GAD priorizados durante la implementación, tendrán también un rol importante en esta fase de

implementación. Con ello, a continuación, en el Cuadro 44 se presenta el procedimiento y periodo de tiempo para la implementación del presente Plan.

Para la implementación del PNA es imperante promover la participación y coordinación con actores de instituciones sectoriales, locales (GAD), cooperación, y academia, en el marco de sus competencias y atribuciones. Tanto el Plan de Acción, su Hoja de Ruta como la misma implementación del Plan requieren de financiamiento internacional y nacional. Para ello, es necesario la alineación de los recursos provenientes de los mecanismos financieros de la CMNUCC y de la cooperación internacional para la preparación y ejecución de programas y proyectos que contribuyan a la reducción del riesgo climático. Estas iniciativas deberán contemplar una robusta racionalidad climática, el escalamiento de proyectos piloto exitosos y cobeneficios de mitigación.

De manera complementaria a los beneficios que la implementación del PNA conlleva para los actores en la reducción de su riesgo climático, el establecimiento de incentivos para la adaptación fortalecerá el compromiso y promoverá acciones en el territorio.

**Cuadro 44.** Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la implementación del PNA del Ecuador

Procesos	Subprocesos	Periodo
Generación de condiciones habilitantes para la implementación de medidas de adaptación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Consolidación de la racionalidad climática obtenida de los ARC para priorización de áreas de intervención (implementación) y caracterización socioeconómica.</li> <li>■ Definición de meta/s de adaptación para la reducción de riesgo climático.</li> <li>■ Estimación preliminar de costos para la implementación de medidas de adaptación del PNA.</li> <li>■ Identificación de potenciales instituciones sectoriales y locales vinculadas con las medidas propuestas en el PNA.</li> <li>■ Definición del cumplimiento sectorial y local de la implementación del PNA.</li> <li>■ Diseño de medidas contemplando: factibilidad y diseño definitivo.</li> </ul>	2023-2025
Vinculación de planes, generación de normativas y desarrollo de temáticas estratégicas del PNA para su implementación, entre otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plan Nacional de Sequía.<sup>39</sup></li> <li>■ Movilidad_Humana y Cambio Climático (Anexo 14).</li> <li>■ Líneas de Investigación (Anexo 15).</li> <li>■ Plan de Acción Nacional de Neutralidad de la Degradación de las Tierras.<sup>40</sup></li> <li>■ Generación de normativas de riesgo climático.</li> </ul>	2023-2027
Formulación de propuestas de proyectos para la obtención de Financiamiento Internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Definición de agencia(s) para la ejecución e implementación de medidas.</li> <li>■ Generación de propuesta/s para obtención de financiamiento de los Mecanismos Financieros de la CMNUCC (Fondo Verde para el Clima, Fondo de Adaptación y Fondo Mundial para el Medio Ambiente).</li> <li>■ Generación de propuesta/s para la obtención de financiamiento para Estudios complementarios: racionalidad climática, impacto ambiental y social de las medidas, plan de género, entre otros.</li> <li>■ Generación de propuesta/s para obtención de financiamiento climático de la cooperación internacional.</li> </ul>	2023-2026
Gestión de recursos nacionales para la implementación de medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo y presupuestos a nivel sectorial y local, para la implementación del PNA.</li> </ul>	2023-2024
Definición de arreglos institucionales necesarios para programas y proyectos de implementación de adaptación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Oficialización de acuerdos de implementación y seguimiento con instituciones sectoriales y otros actores clave.</li> <li>■ Suscripción de convenios de ejecución con entidades beneficiarias, implementadores, etc.</li> <li>■ Facilitación de procesos y espacios participativos en territorio para definición de medidas, áreas de intervención, beneficiarios, impactos sociales y ambientales, e información relacionada al enfoque de género.</li> <li>■ Facilitación de procesos y espacios participativos sectoriales.</li> <li>■ Facilitación de procesos y espacios participativos para construir y validar propuestas de financiamiento internacional y gestión de recursos nacionales.</li> </ul>	2024-2027
Procesos participativos del Plan de Acción.		2023-2027

<sup>39</sup> La sequía es una amenaza de lenta evolución y cuyos impactos han causado pérdidas económicas históricas en el Ecuador, por lo que se ha formulado un instrumento específico que establece directrices generales para la gestión de esta amenaza que permita fortalecer la toma de decisión, predicción y monitoreo de la sequía y reducir las pérdidas económicas que impactos de esta amenaza genera en el país en concordancia con las metas y medidas establecidas en el PNA.

<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/PLAN-NACIONAL-DE-SEQUIA.pdf>

<sup>40</sup> Dado que las amenazas climáticas interactúan con los procesos de degradación de tierras y agudizan su impacto sobre los modos de vida locales se desarrollará el Plan Acción Nacional de Neutralidad de la Degradación de las Tierras.

# RIESGOS Y DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PNA

## 9.1. Análisis de los Principales Riesgos/Desafíos para el Logro de los Objetivos del PNA

En la presente sección, se identifican y analizan los principales riesgos/desafíos que pueden influir en los objetivos y las acciones propuestas para la implementación del PNA. Su adecuada gestión, permitirá disminuir dicha influencia y

maximizar el éxito en la reducción del riesgo climático y en el incremento de la capacidad adaptativa.

En línea con el PI – NDC, el análisis de los riesgos para la implementación del PNA se realizó con base en tres pasos (MAAE, 2021):

- Establecer los principales riesgos/desafíos para la implementación del PNA.
- Describir el riesgo/desafío y como este puede afectar o influir en la implementación de las acciones consideradas para el PNA.
- Definir las acciones adecuadas para la prevención y mitigación de los riesgos, en función de los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo.



Parroquia Lluzhapa, cantón Saraguro, provincia de Loja – Proyecto FORECCSA

## 9.2. Análisis de la Situación Actual de los Principales Riesgos y Desafíos

Se generó un análisis de los principales riesgos/desafíos que pueden influir en los objetivos y las acciones propuestas para la implementación del PNA, mediante la revisión y consolidación de información secundaria, y la consulta a especialistas sectoriales. En total, se definieron 11 riesgos/desafíos, de los cuales, el 55 % presentan muy alta incidencia en el PNA. En función del criterio de especialistas, se propusieron 25 estrategias de gestión para la prevención y mitigación de los riesgos/desafíos identificados, tal y como se muestra a continuación. Los resultados de este proceso se presentan a continuación en el Cuadro 45:

Cuadro 45. Análisis de los principales riesgos/desafíos (y sus estrategias de gestión) para la implementación del PNA

Categoría	Descripción riesgos/desafíos	Nivel de incidencia	Estrategias de gestión riesgos/desafíos
Financiamiento	Obtención de recursos financieros internacionales y nacionales para la implementación continua (corto, mediano y largo plazo) del PNA, así como para su MRV y posterior actualización.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar vínculos con actores estratégicos a nivel nacional e internacional que promuevan nuevas fuentes de financiamiento garantizando un flujo constante de recursos.</li> <li>• Gestionar financiamiento para la implementación de las líneas de investigación definidas en la Agenda de Investigación de Cambio Climático.</li> <li>• Promover, fortalecer y aprovechar las alianzas públicas, privadas, academia y otros actores, a nivel nacional e internacional, como una estrategia de gestión de fondos.</li> <li>• Fortalecer las capacidades de los actores nacionales, locales y sectoriales correspondientes, en sostenibilidad financiera.</li> <li>• Gestionar y transversalizar el PNA (y sus acciones) como parte de la planificación nacional y local y de las respectivas partidas presupuestarias.</li> </ul>
Gobernanza	Articulación interinstitucional que permita una adecuada gestión de la adaptación al cambio climático.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar compromisos interinstitucionales en el marco de la normativa nacional desde la formulación hasta la actualización del PNA, mediante una adecuada implementación de los mecanismos de coordinación, liderados por el MAATE.</li> </ul>
Voluntad política	Contar con el respaldo político de las autoridades sustentado en instrumentos legales con el fin de dar continuidad a las responsabilidades asumidas dentro del PNA ante eventuales cambios.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprometer la articulación interinstitucional mediante acuerdos ministeriales u otros instrumentos amparados en el marco normativo del país.</li> </ul>
Capacidades técnicas sobre adaptación al cambio climático	Fortalecer de manera continua y especializada las capacidades técnicas de los equipos sectoriales y gobiernos locales, a cargo de la implementación y actualización del PNA.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover espacios y plataformas para la formación continua e intercambio de conocimiento multisectorial que fortalezcan las capacidades de adaptación.</li> <li>• Contemplar el fortalecimiento de capacidades de los diferentes actores mediante la gestión de fondos nacionales e internacionales.</li> <li>• Incluir el fortalecimiento de capacidades en el portafolio de acciones de adaptación.</li> </ul>

Categoría	Descripción riesgos/desafíos	Nivel de incidencia	Estrategias de gestión riesgos/desafíos
Comunicación	Gestión del conocimiento y generación de información accesible a actores, a escala nacional, local y sectorial, formal e informal, que permita comunicar y sensibilizar sobre la gestión de la adaptación al cambio climático y la operatividad del PNA.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar una estrategia de comunicación para el PNA.</li> <li>Difundir información a través de los medios masivos y redes sociales.</li> <li>Considerar el financiamiento de la estrategia de comunicación del PNA.</li> <li>Promover el desarrollo de programas de educación ambiental y fortalecer los existentes.</li> <li>Considerar el involucramiento del sector privado y la vinculación de los medios de comunicación.</li> </ul>
Geopolítica climática	Falta de consenso y apoyo político en la toma de decisiones para proveer financiamiento internacional a la implementación del PNA.	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiciar la cohesión y consenso regional en la toma de decisiones que faciliten el acceso al financiamiento internacional.</li> </ul>
Apropiación bajo un enfoque territorial y local	Apropiación de tomadores/as de decisiones sectoriales y territoriales (principalmente GAD) para garantizar la implementación, seguimiento y evaluación de las acciones del PNA a nivel territorial y local.	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involucrar a los actores sectoriales y territoriales en la implementación de medidas de adaptación y ampliar el alcance de las acciones a nivel local. Para esto, es clave que todas las fases del PNA se desarrollen bajo una coordinación interinstitucional permanente, siguiendo la metodología y mecanismos de coordinación previamente desarrollados.</li> </ul>
Enfoque de género e interseccionalidad	Priorizar la incorporación de acciones de adaptación que transversalicen el enfoque de género, participación integral y bajo un enfoque interseccional para la transformación de las normas socio-culturales que promueven las desigualdades en el diseño e implementación de las iniciativas de adaptación al cambio climático.	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las herramientas e insumos generados en el marco de las condiciones habilitantes para la formulación del PNA, que permiten transversalizar el enfoque de género en la gestión de la adaptación al cambio climático.</li> <li>Involucrar a los pueblos, naciones indígenas y diferentes cohortes generacionales como parte de los criterios considerados para el diseño e implementación de acciones de adaptación al cambio climático.</li> </ul>
Ambiental , social y económico	Eventos ambientales extremos, conmoción social y crisis económicas afectan drásticamente la implementación de acciones de adaptación al cambio climático.	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar planes de contingencia para eventos extremos ambientales, conmoción social y crisis económica, según el conocimiento histórico y actual, nacional e internacional.</li> <li>Incluir y mejorar información que permita gestionar la presencia de eventos extremos en el diseño, implementación y costeo de las acciones de adaptación.</li> </ul>

Categoría	Descripción riesgos/desafíos	Nivel de incidencia	Estrategias de gestión riesgos/desafíos
Disponibilidad de información y brechas de conocimiento	Generar datos, registros confiables e información constantemente actualizada y unificada, a escala nacional, local y sectorial, que contribuya a cada una de las etapas del PNA.	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las brechas y necesidades de información y conocimiento, mediante la vinculación interinstitucional, para ser cubiertas en el corto, mediano y largo plazo.</li> <li>Fortalecer las capacidades institucionales para la generación de datos e información clave para el PNA, a través de la gestión de fondos nacionales e internacionales.</li> <li>Incluir en el portafolio de acciones, la generación de datos e información necesaria para una adecuada gestión de adaptación</li> </ul>
Sector privado	Involucrar a los actores del sector privado en el diseño de herramientas y la gestión de la adaptación al cambio climático.	Moderada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar el involucramiento del sector privado en la implementación del PNA mediante mecanismos estratégicos, que incluyan, por ejemplo, el fortalecimiento y/o diseño de un portafolio de incentivos (económicos y no económicos) que motiven la participación de estos actores.</li> </ul>

Adaptado de: MAAE (2021)

10

# MECANISMOS DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN

El seguimiento, evaluación y actualización permitirán obtener la información con la que se analizará el estado de la implementación del PNA, los principales hallazgos, lecciones aprendidas y las acciones a tomar para una adecuada retroalimentación del proceso. La formulación y aprobación del presente Plan se realizó entre 2019 y 2023; y, su implementación tomará lugar desde 2023 hasta 2027. De forma paralela, como se muestra a continuación en la Figura 68, se efectuará el seguimiento y al finalizar el periodo de implementación se realizará la evaluación, que permitirán la actualización y reformulación del PNA.

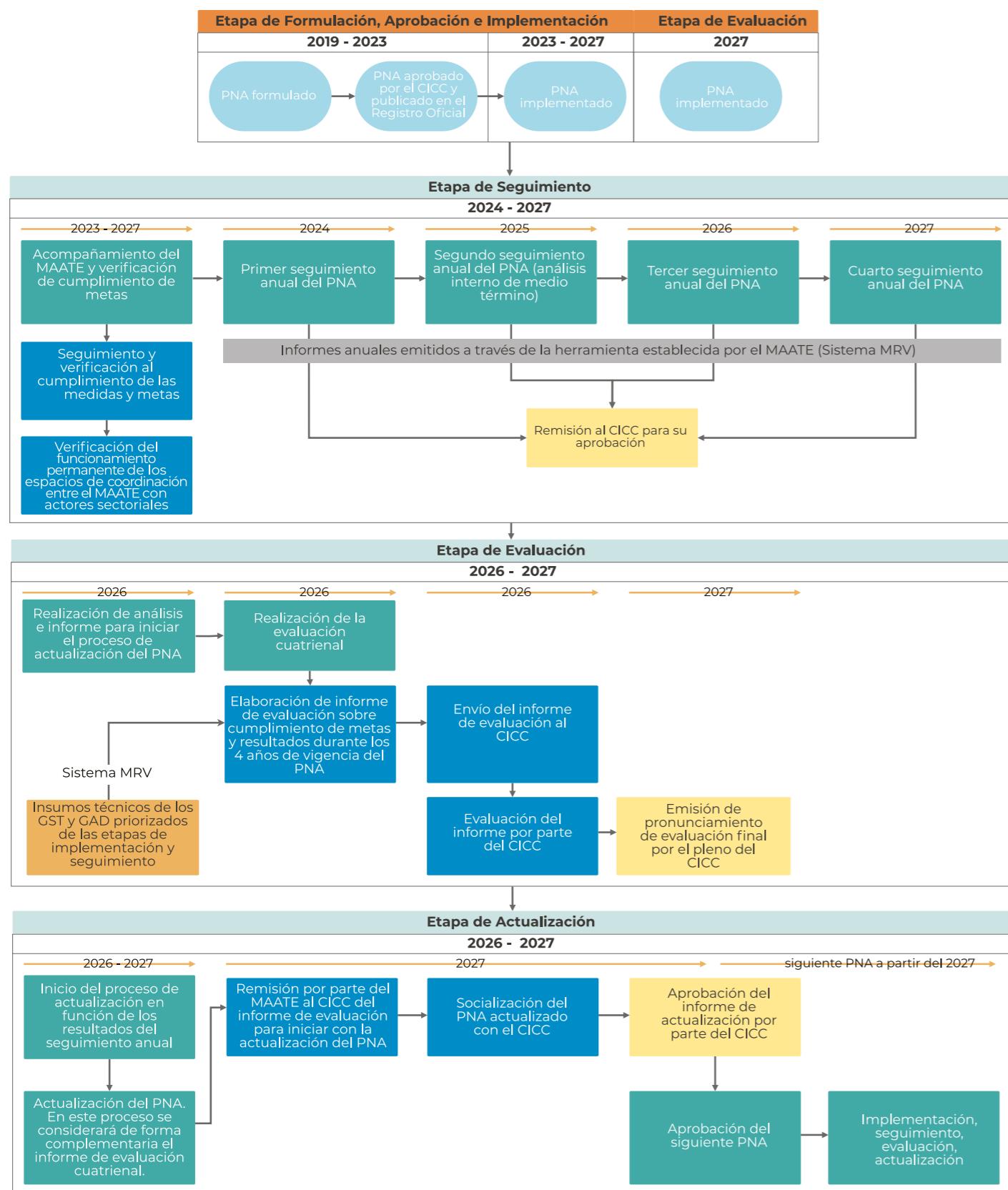


Figura 68. Procedimientos, pasos y línea del tiempo para el seguimiento, evaluación y actualización del PNA



Parroquia Cochapata, cantón Nabon, provincia Azuay – Proyecto FORECCSA

adaptación, asegurando que el aprendizaje oriente un escalamiento progresivo, tanto de los análisis de riesgo climático para los sectores priorizados para la adaptación y de los grupos de atención prioritaria, como de las medidas y metas de adaptación.

Se trabajará bajo dos mecanismos de seguimiento que permitirán la adopción oportuna y eficaz de decisiones y retroalimentación del marco de política nacional para la adaptación: (i) recolección regular de datos e información nacional, local y sectorial, vinculada con las medidas, metas y los indicadores de impacto y seguimiento; y, (ii) el análisis de los datos e información recolectada. Su aplicación, permitirá contribuir con la adopción pertinente y eficaz de decisiones para garantizar la responsabilidad de los actores involucrados, y sentar las bases para la evaluación. De igual manera, estos mecanismos proporcionan información para verificar la realización progresiva de las actividades en territorio, su avance y resultados, con la finalidad de retroalimentar las políticas públicas relacionadas con la adaptación al cambio climático a escala nacional, local y sectorial.

Los diferentes actores involucrados facilitarán la información que sea requerida, de manera oportuna, de conformidad con los requerimientos (acuerdos interministeriales, ministeriales y normativas técnicas) y el Registro Nacional de Cambio Climático. El seguimiento anual estará enfocado en el cumplimiento de metas, en concordancia con la planificación nacional, local y sectorial. Los informes de seguimiento anual serán remitidos al MAATE para que, a su vez, sea puesto a consideración del CICC para su aprobación. El proceso se sistematiza a continuación en el Cuadro 46.

## 10.1. Procedimientos y Mecanismos para el Seguimiento del PNA

Bajo el marco de lo que establece el RCOA<sup>41</sup>, y el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos<sup>42</sup>, el seguimiento de la implementación del PNA le corresponde al MAATE como AAN, a través de la SCC en su Dirección de Adaptación al Cambio Climático. Cabe destacar que la implementación del PNA se realizará con los actores identificados.

Durante el seguimiento, se registrarán los procesos, resultados y aprendizajes locales y sectoriales de la

<sup>41</sup> El artículo 686 establece que la AAN “realizará el seguimiento del Plan Nacional de Adaptación y emitirá informes anuales respecto del avance de su implementación, los cuales contribuirán al reporte del cumplimiento de la ENCC” (MAE, 2019c, p. 110).

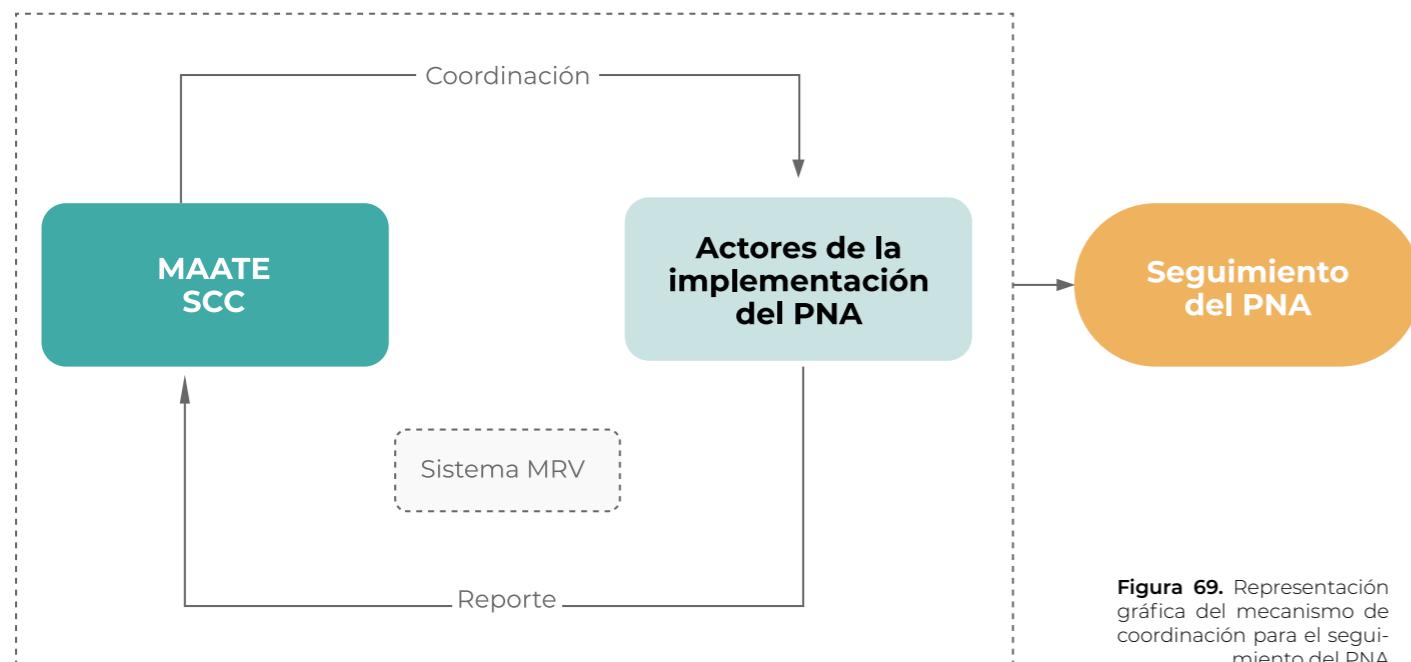
<sup>42</sup> El numeral 1.2.1.1.2. referente a la Gestión de Adaptación al Cambio Climático, señala que le corresponde a la Dirección de Adaptación al cambio climático: “(p) realizar el seguimiento del PNA”; (q) realizar el seguimiento de la incorporación de criterios de adaptación en los instrumentos de planificación sectorial y territorial, así como su efectiva implementación; (r) realizar el seguimiento y evaluación del PNA” (MAAE, 2020).



**Cuadro 46.** Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para el seguimiento del PNA

	Pasos	Periodo
1	■ Seguimiento anual y verificación permanente del cumplimiento de medidas y metas (los plazos de cada etapa se establecerán en función de la normativa vigente).	2024-2027
2	■ Procesos de coordinación entre el MAATE-SCC con actores/sectores en la ejecución de acciones.	
3	■ Realización del primer seguimiento anual* del Plan, que incluya entre otros el análisis de los avances realizados respecto a los objetivos, metas e indicadores planteados, brechas, desafíos, necesidades y alertas.	2024
4	■ Realización de subsiguientes seguimientos anuales*.	2025 -2027

\* Emisión de informe anual de seguimiento por parte de la AAN y remisión al CICC para su conocimiento



## 10.2.1. Desarrollo

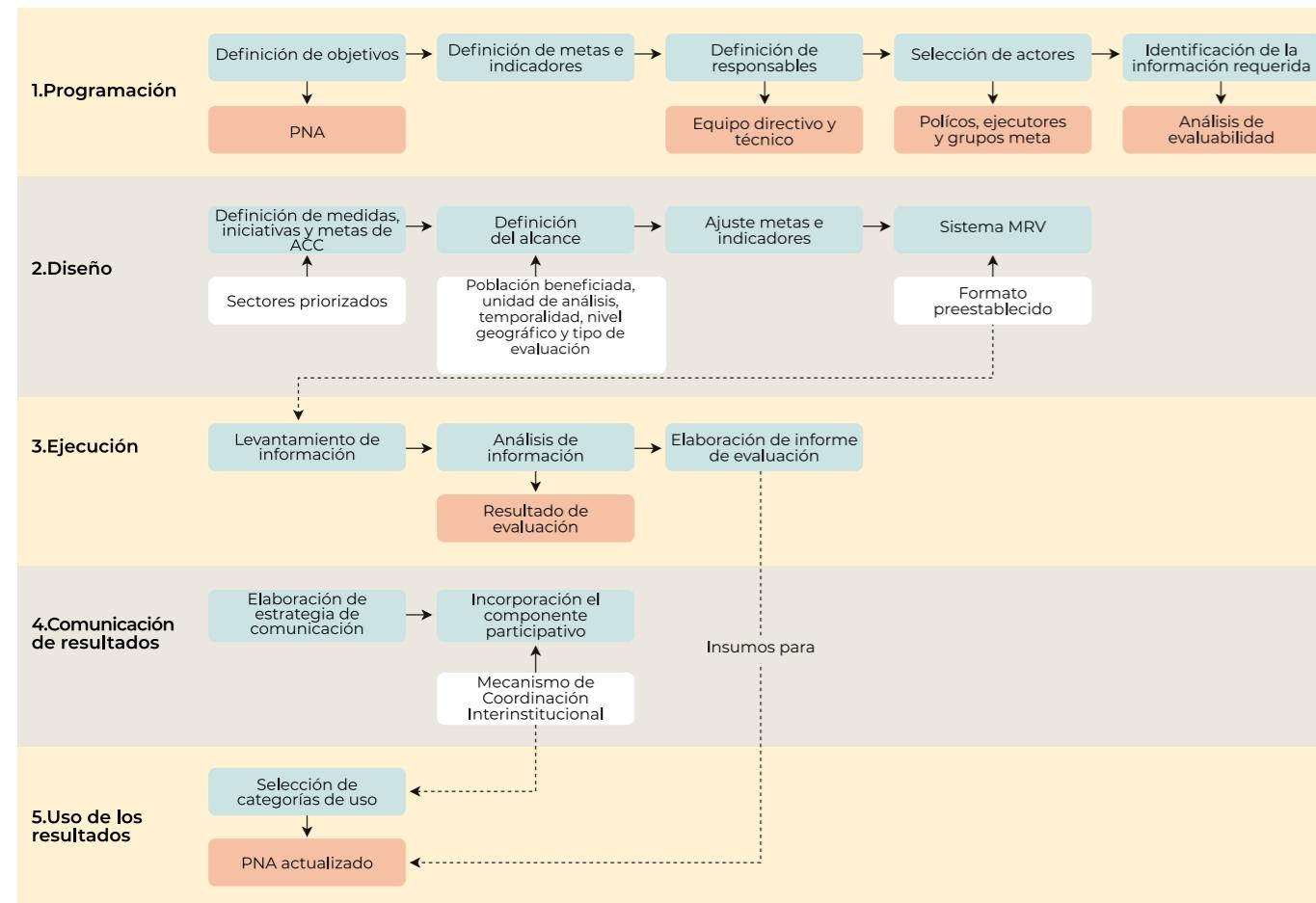
La formulación de la etapa de evaluación del PNA consideró las definiciones y directrices establecidas en la Guía de Evaluación de Políticas Públicas (SNP, 2021), donde cada fase del proceso evaluativo incluye los elementos básicos que permiten asegurar la identificación de logros, alertas y recomendaciones sobre el diseño, implementación, resultados e impactos del plan. Por tanto, la evaluación involucra, entre otras motivaciones, la generación de aprendizaje, retroalimentación y mejora de la intervención pública. A continuación, en la Figura 70, se expone la estructura general del proceso evaluativo del PNA, así como la relación existente entre sus elementos:

## 10.2.2. Programación

Permite definir qué se va a evaluar, quienes participan en el proceso y en qué medida una intervención puede ser evaluada. Los elementos considerados en esta fase se describen a continuación:

- Definición de objetivos, metas e indicadores, que corresponde al accionar gubernamental por evaluar, en este caso el PNA.
- Definición de responsables que aporten a la implementación del PNA.

Identificación y selección de actores según sus ámbitos de actuación (políticos, ejecutores y grupos meta), se utilizará el modelo que se muestra en el Cuadro 48.



La matriz anterior permite identificar y definir de manera resumida, el ámbito de protagonismo de los actores, responsabilidades, participación en la etapa de planificación y el tipo de uso que pueden darles a los resultados de la evaluación. También, se puede emitir una calificación para determinar la importancia que tiene el actor dentro del proceso evaluativo, a través de un puntaje que va de 0 a 100 con un intervalo de 25 puntos; y, registrar su incidencia (positiva o negativa) en el PNA. Finalmente, se sugiere la elección de los actores en función de la información obtenida en las dos últimas columnas (calificación de importancia y tipo de incidencia).

• Ubicación e identificación de la información requerida para llevar a cabo el proceso de evaluación. Este paso constituye un insumo para el análisis de evaluabilidad.

• Análisis de evaluabilidad para conocer el nivel de información disponible de la medida a fin de determinar hasta qué punto esta puede ser evaluada. Para que se comprenda mejor la funcionalidad de este análisis, a continuación, se muestra el modelo de evaluabilidad (Cuadro 49).

**Cuadro 48.** Matriz para la selección de los actores que intervendrán en la evaluación del PNA

Ámbito de actuación	Identificación del actor	Rol dentro de la evaluación	Importancia (en puntos 0, 25, 75 o 100)	Tipo de incidencia
Actores políticos				
Ejecutores				
Grupos meta				

Adaptado de: SNP (2021)

**Cuadro 49.** Modelo de evaluabilidad de una intervención pública

<b>Evaluabilidad</b>	<b>Analiza la planificación de la intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diagnóstico (causa y efectos).</li> <li>■ Congruencia de la estrategia programática.</li> <li>■ Coherencia del modelo lógico (marco lógico, cadena de resultados, teoría del cambio).</li> </ul>
	<b>Información de la intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Existencia de información.</li> <li>■ Características de calidad de la información disponible.</li> <li>■ Analizar la posibilidad de recopilar información.</li> </ul>
	<b>Actores e intereses de la evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contexto (político e institucional).</li> <li>■ Justificación (utilidad de la evaluación).</li> <li>■ Actores (analiza intereses, demandas y expectativas, y capacidad para ejecutar una evaluación).</li> </ul>
	<b>Recursos para la evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Financiero (presupuesto).</li> <li>■ Tiempo (temporalidad).</li> <li>■ Humano (personal).</li> </ul>

Adaptado de: SNP (2021)

### 10.2.3. Ejecución

Presenta los elementos a considerar al momento de ejecutar una evaluación, analizar los resultados, formular conclusiones y recomendaciones. Es necesario mencionar que, en esta fase no figura un responsable exclusivo de ejecución, sino que dependerá del tipo de evaluación que se esté aplicando. En el caso del PNA, el responsable directo será el equipo técnico interno de evaluación. A continuación, se describen los elementos básicos de la fase en mención:

- Levantamiento de información a través de un proceso metodológico para la obtención de tres productos, tal y como se muestra en la Figura 71:
- Análisis de información para ordenar, clasificar, cuantificar y presentar los resultados mediante tablas, cuadros o gráficos que faciliten su explicación. El tipo de análisis a aplicarse se seleccionará en función de los datos (cuantitativos y/o cualitativos)

disponibles, y es probable que se requiera la colaboración de un especialista para no distorsionar los resultados o, en su defecto, realizar inadecuadas interpretaciones de la información.

- Elaboración del informe de evaluación. Este debe presentar características básicas como: ser completo, transparente, claro y conciso, útil y oportuno. Se sugiere seguir la estructura expuesta a continuación (Cuadro 50):

### 10.2.4. Comunicación de resultados

Expone las acciones que deben generarse para difundir los resultados de la evaluación a fin de propiciar la toma de decisiones.

- Elaboración de la estrategia de comunicación de los resultados de la evaluación que considere elementos principales como: objetivos, audiencia, mensajes, actividades, recursos y medios de comunicación.

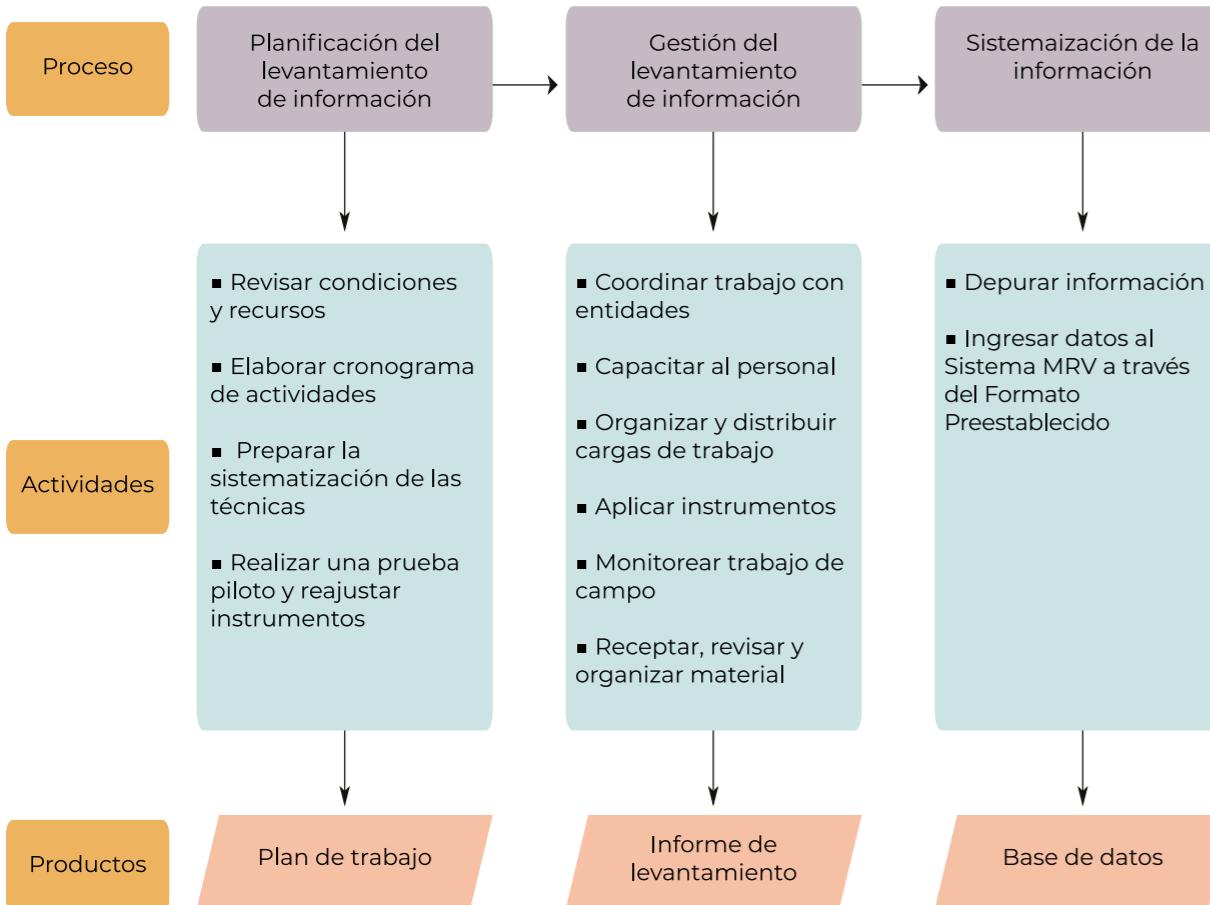


Figura 71. Propuesta metodología de levantamiento de datos para la evaluación del PNA. Adaptado de: SNP (2021)

Cuadro 50. Estructura para realizar el informe de evaluación del PNA

Sección	Descripción
Elementos iniciales	Corresponden a las directrices de publicación de elementos institucionales (portada, contraportada, índice y abreviaturas).
Introducción	Contempla una breve descripción general de la estructura del informe y los contenidos centrales, así como también los actores relacionados de la intervención evaluada.
Antecedentes	Se efectúa una breve descripción del marco institucional y normativo en el cual se realiza la evaluación.
Programación de la evaluación	Contempla la caracterización de la intervención a ser evaluada (definición del objeto, justificación, identificación de responsables, mapeo de actores involucrados y análisis de evaluabilidad).
Diseño de la evaluación	Incluye la descripción de los elementos de evaluación (medidas, iniciativas, metas, alcance, indicadores, Sistema MRV), así como del formato preestablecido que identifica la relación entre los elementos.
Resultados	Son las evidencias que se han logrado identificar luego de la aplicación de las diferentes metodologías y técnicas en el proceso de levantamiento y análisis de la información.
Conclusiones y recomendaciones	Se presenta la síntesis de la evaluación, las principales alertas y sugerencias.
Lecciones aprendidas	Sobre factores que pueden afectar a futuros procesos de manera positiva o negativa.
Bibliografía	Especifica los documentos que han sido utilizados en la elaboración del informe.

- Incorporación del componente participativo de la evaluación a partir de los Mecanismos de Coordinación Interinstitucional (MCI) planteados para todas las etapas (formulación, aprobación, implementación, seguimiento, evaluación y actualización) del PNA. Es importante mencionar que, se recopilarán comentarios de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) priorizados y Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) para la retroalimentación del nuevo PNA.

nacional, se consideran todas las categorías que se exponen a continuación (Figura 72):



Figura 72. Categorías de uso de los resultados de la evaluación del PNA. Adaptado de: SNP (2021)

## 110.2.6. Síntesis del proceso de evaluación

La evaluación del PNA será cuatrienal y se realizará con base en la información obtenida y analizada durante la etapa de seguimiento. Es clave la participación de todos los actores involucrados para asegurar que los resultados posteriores sean conocidos por todos y sean útiles para la toma de decisiones a nivel nacional, local y sectorial (LEG, 2012b). Para asegurar lo antes descrito, la actualización iniciará con el plazo establecido en la normativa vigente. En síntesis, el procedimiento para la evaluación se presenta en el Cuadro 51.

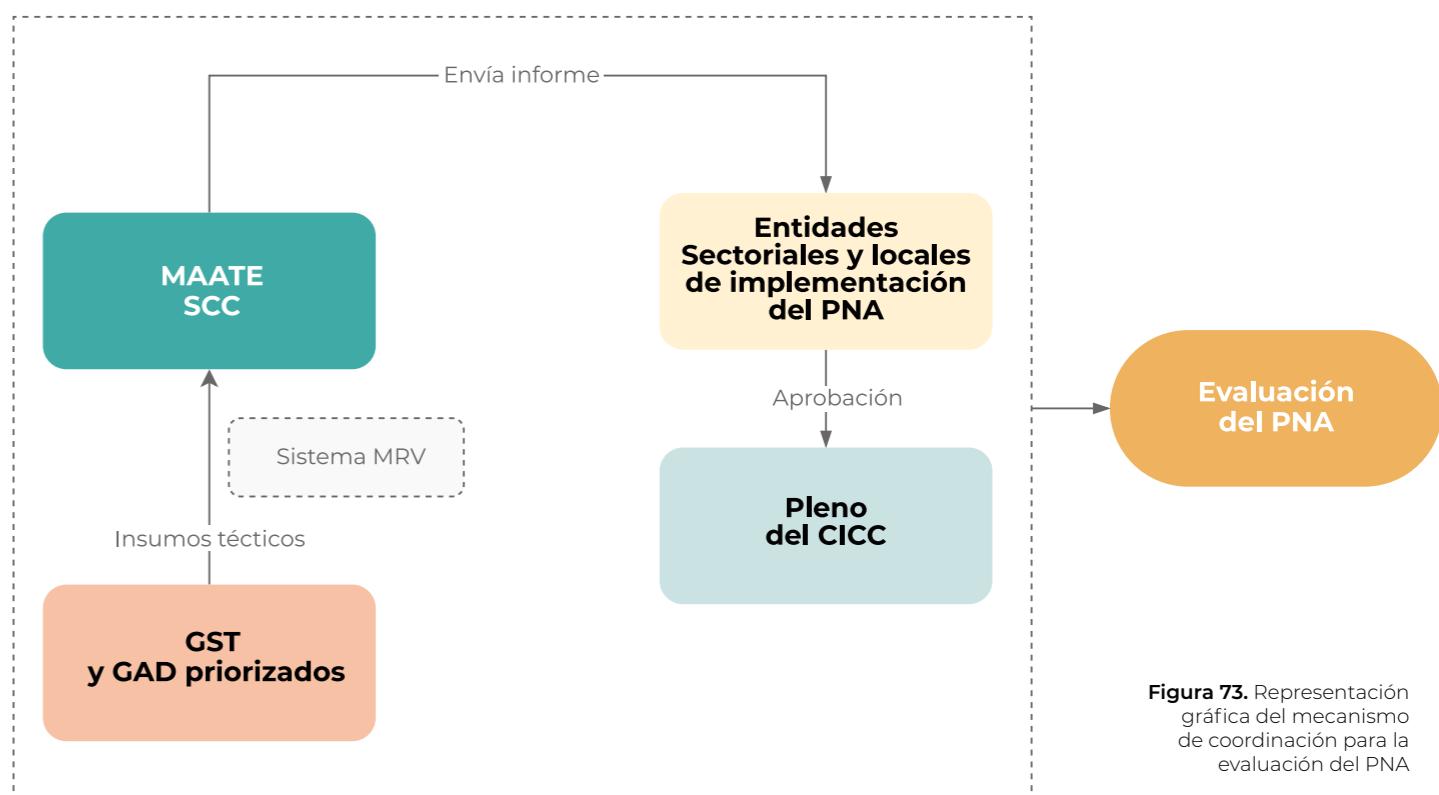
Con los informes de seguimiento anuales que elaborará la AAN, se contará con insumos claves para iniciar el proceso de actualización del PNA. Por otro lado, al final del periodo de vigencia del Plan, el MAATE coordinará con el CICC la evaluación cuatrienal, que resultará en la preparación de un informe cuyos insumos serán provistos por las entidades sectoriales y locales de implementación, durante las etapas de implementación y seguimiento. Este informe de evaluación cuatrienal será remitido por el MAATE a los miembros del CICC para su consideración en el Pleno. Cada entidad sectorial competente será responsable de asegurar que al interno de cada institución se revise el informe de evaluación durante los plazos previstos. El MAATE, en su calidad de presidente del CICC, convocará a sesión del Pleno para discusión y

aprobación del informe cuatrienal del PNA. Al final, se generará un acta de la reunión con el respectivo pronunciamiento sobre la evaluación.

En síntesis, el mecanismo de coordinación de esta etapa contempla dos fases: (i) insumos a nivel de entidades sectoriales y locales de implementación; y, (ii) aprobación en el Pleno del CICC. Los detalles, se presenta a continuación en la Figura 73.

## 10.3. Mecanismo de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las medidas del PNA

El Acuerdo de París establece en su artículo 7.9 que cada Parte podrá: "(b) formular y ejecutar planes nacionales de adaptación; (c) evaluar los efectos del cambio climático y de la vulnerabilidad, como base para formular medidas prioritarias; (d) vigilar y evaluar la planificación de la adaptación y extracción de las enseñanzas correspondientes" (Naciones Unidas, 2015, p. 11 y 12).



**Figura 73.** Representación gráfica del mecanismo de coordinación para la evaluación del PNA

Como parte de la planificación nacional de la adaptación, el literal "d" del Acuerdo de París establece la importancia de medir y evaluar el impacto en el proceso de gestión de la adaptación al cambio climático, que consecuente y progresivamente permitirá "(i) subsanar ineficiencias, integrar los resultados de las nuevas evaluaciones y nuevos avances científicos y reflejar las lecciones aprendidas en materia de adaptación; (ii) supervisar y examinar la labor realizada y facilitar información, sobre los avances conseguidos y sobre la eficacia del proceso del PNA" (LEG, 2012b, 2012a, p. 93).

El Ecuador consolida un mecanismo denominado "Medición, Reporte y Verificación (MRV)" para el PNA, que progresivamente permitirá obtener información clave sobre la implementación de las medidas y metas, y lecciones aprendidas para una informada gestión de la adaptación y actualización de los siguientes Planes. Adicionalmente, como parte del MRV de Adaptación (en el cual se incluye el MRV para el PNA) se incluye un componente sobre reducción del riesgo climático en

función de medidas de adaptación implementadas en el marco del PNA, del PI NDC y otros instrumentos de política, programas y proyectos.

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA) en el Art. 715 establece que el RNCC "funciona como una plataforma virtual en el Sistema Único de Información Ambiental y lo administra la Autoridad Ambiental Nacional, que definirá los criterios y procedimientos para su funcionamiento". El RNCC a largo plazo será una plataforma oficial en línea diseñada para apoyar a los formuladores de políticas, gestores y otras partes interesadas en la gestión del cambio climático. En el corto, constituye un sitio web, que contará con dos sistemas: MRV Nacional y Repositorio de Cambio Climático".

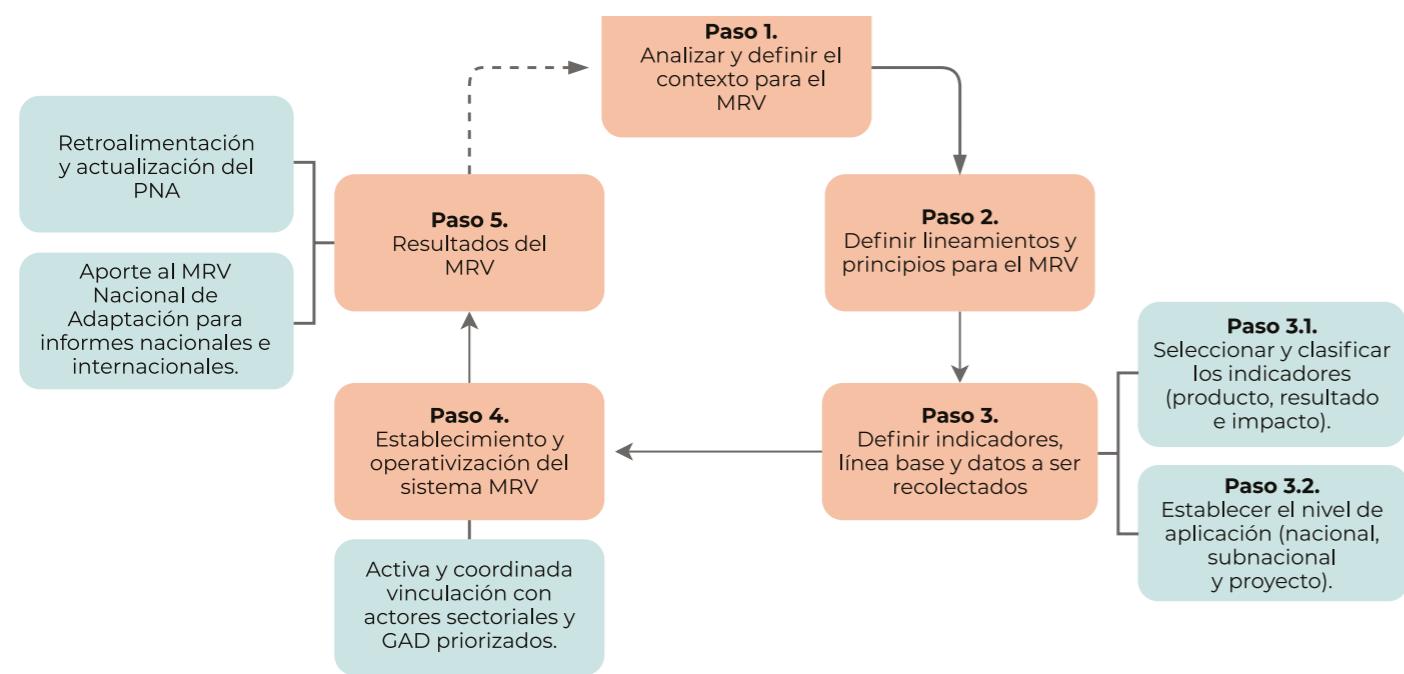
Por tanto, el MRV del PNA constituye un sistema de información, concebido en un formato preestablecido por el RNCC, cuyo alcance técnico es registrar, reportar y almacenar la información sobre las medidas de adaptación implementados a nivel nacional y brindar

**Cuadro 51.** Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la evaluación del PNA

	Pasos	Periodo
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El MAATE elaborará un informe de evaluación cuatrienal sobre el cumplimiento del PNA durante sus cuatro años de vigencia.</li> <li>■ El MAATE enviará el informe de evaluación al CICC.</li> </ul>	2027
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evaluación del informe cuatrienal y emisión de pronunciamiento de evaluación final por parte del CICC.</li> </ul>	2027

información sobre su seguimiento, porcentaje de avance, ejecución y ubicación espacial. Es así como, a través del sistema del MRV, se reportará el cumplimiento y evaluación de la implementación de las medidas de adaptación del PNA. Con estos antecedentes, el esquema conceptual del Sistema MRV se centra en la medición<sup>43</sup>, reporte<sup>44</sup> y verificación<sup>45</sup>.

Se estableció la estructura del Sistema MRV para el PNA a partir de cinco pasos, los cuales, se detallan



**Figura 74.** Metodología general de la estructura del MRV del PNA para la evaluación del PNA

43 Procesos de recopilación de datos a lo largo del tiempo a través de métricas e indicadores cualitativos y cuantitativos los avances, los resultados, la eficiencia y el progreso de la adaptación de acuerdo con las circunstancias nacionales, que permitan definir las necesidades y evidenciar los resultados de la implementación del PNA.

44 Proceso de notificación oficial de los resultados de las evaluaciones de las medidas de adaptación del PNA. Los formatos para el reporte se adoptan a los requerimientos del país.

45 Proceso de constatación a nivel nacional de los resultados e impactos de la implementación del PNA para constatar la eficacia de las medidas de adaptación implementadas, así como la verificación oficial a través de lineamientos establecidos para el efecto.

46 Fundamental para facilitar la replicabilidad y la evaluación de la información.

47 La información debe ser internamente coherente en todos sus elementos.

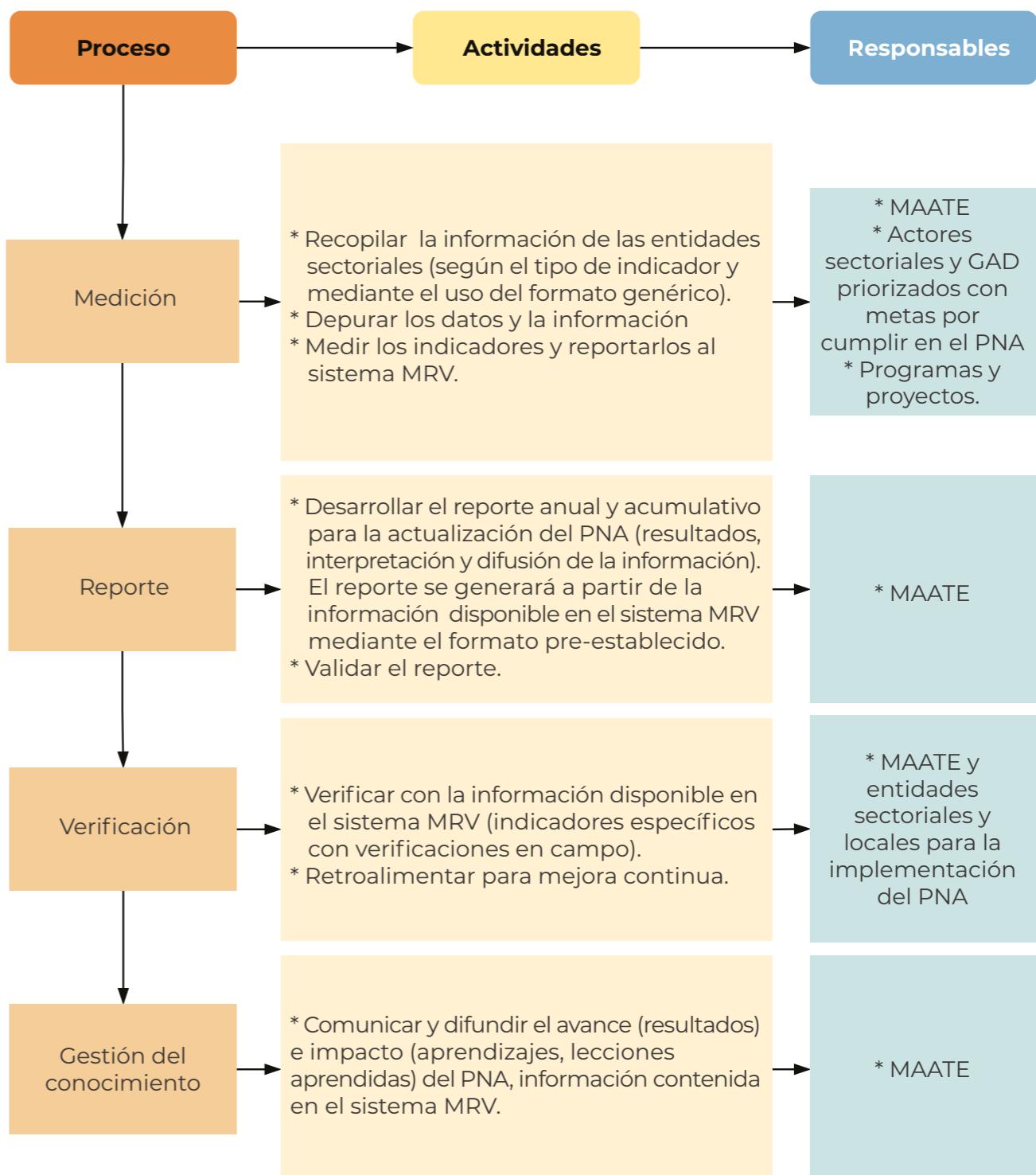
48 Las estimaciones deben seguir la metodología seleccionada durante todo el tiempo de medición de tal forma que los cálculos sean comparables.

49 Se deben cubrir todas las fuentes de información asignadas para el sistema MRV.

50 Las metodologías aplicadas deben ser uniformes en el tiempo y reconocidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

en la Figura 74. Este mecanismo, pretende ser una herramienta flexible que permitirá medir el avance del PNA, evaluar su implementación y alimentar al MRV Nacional en su componente de Adaptación y, por ende, al RNCC. Por esta razón, se basa en cinco principios: (i) transparencia<sup>46</sup>; (ii) consistencia<sup>47</sup>; (iii) comparabilidad<sup>48</sup>; (iv) exhaustividad<sup>49</sup>; y, (v) exactitud<sup>50</sup>. Esto, para contar con información objetiva; y, por tanto, con una metodología aplicable en el tiempo y reconocida por la AAN.

Para la medición, reporte y verificación, el PNA integra: (i) las metas del PNA incluidas en el capítulo 7.3, y, (ii) las metas a determinarse con base a los análisis sectoriales de riesgo climático, y (iii) las metas del componente de adaptación del PI – NDC. Es clave que las instituciones vinculadas a cada sector faciliten los datos y la información requerida para que la AAN pueda analizar, reportar y comunicar los hallazgos, tal como se muestra a continuación en la Figura 75.



**Figura 75.** Proceso metodológico, responsables y condiciones habilitantes para el MRV del PNA



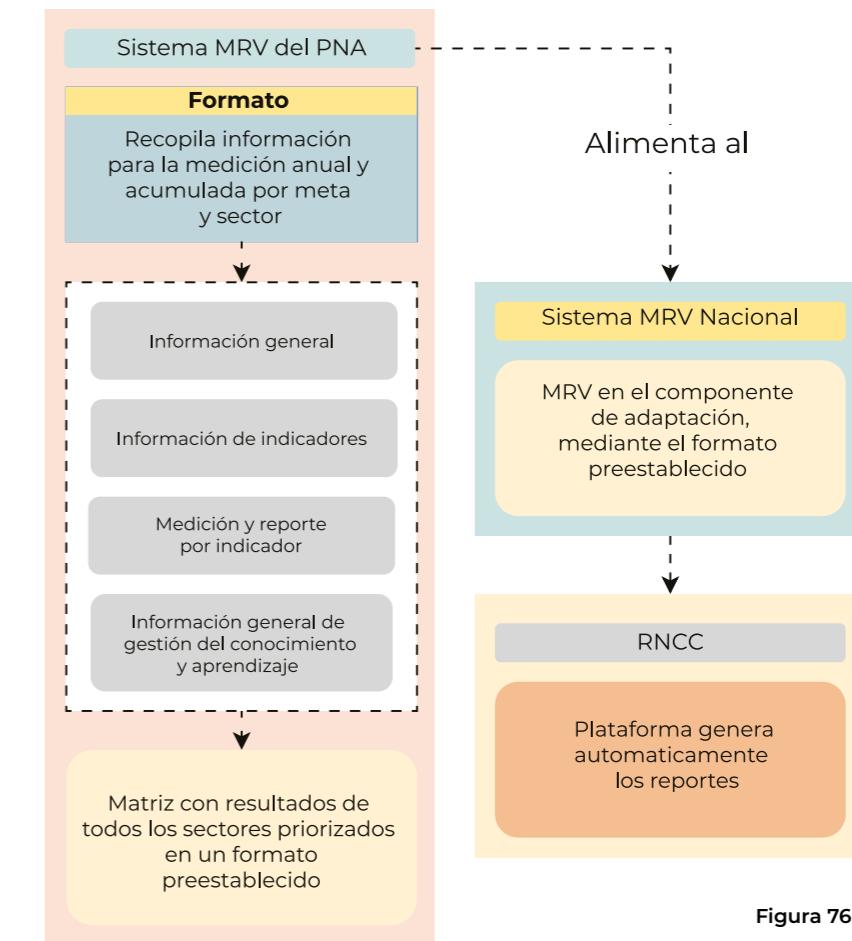
Parroquia Papallacta, cantón Quijos, Provincia de Napo – Proyecto AICCA

### 10.3.1.1. Metas e indicadores de seguimiento

Los indicadores para el MRV se derivan de las metas del PNA establecidas en el numeral 7.3 y las metas sectoriales del componente de adaptación del PI – NDC. Estos servirán para medir su progreso en función de las dos clasificaciones mencionadas anteriormente en la: (i) tipo de indicadores; y, (ii) nivel de aplicación.

La recopilación de la información para la medición y reporte del PNA se realizará mediante el formato preestablecido (Cuadro 52) para el registro de indicadores y reporte de cumplimiento de metas de adaptación en el sistema MRV Nacional dentro de su componente de adaptación (Anexo 17), el cual estará disponible en la plataforma del RNCC, tal como se detalla en la Figura 76.

La gestión del conocimiento con actores clave, es fundamental para empoderar y transversalizar la adaptación en el país. Los reportes que se desarrollan con una base técnica deben contar con una ideal divulgación científica, de manera que, se transfiera la información sin perder los hallazgos centrales y a la vez, pueda ser comprendida por los lectores. Por ello, será importante mostrar los productos de gestión de conocimiento para el aprendizaje de adaptación mediante documentos de política pública, trabajo y sistematización de lecciones aprendidas.



**Figura 76.** Formato preestablecido del Sistema MRV del PNA.

**Cuadro 52.** Estructura del formato preestablecido para el registro de indicadores y reporte de cumplimiento de metas de adaptación del sistema MRV del PNA

Sección	Descripción
1. Información general	Se coloca la entidad y área responsable de implementación; meta e indicador a reportar; y, el tipo de apoyo.
2. Información sobre la medida, meta e indicador	Se selecciona el nivel de aplicación (nacional, subnacional y proyecto) y el sector priorizado. Luego se describe la medida, iniciativa, meta e indicador; código; y, los actores claves de su implementación.
3. Reporte del cumplimiento de la meta	Se colocan datos como la fecha de reporte, número de avance total, porcentaje de cumplimiento anual y la descripción de las actividades realizadas para el cumplimiento de la meta.
4. Medio de verificación	Se pone el texto de las características del medio de verificación y se suben los archivos correspondientes.
5. Análisis de sostenibilidad	Se identifica el tipo y el detalle de las brechas, riesgos y barreras; así como, las acciones y/o recomendaciones para afrontarlas.
6. Otra información relevante que se defina en el Sistema Nacional MRV.	

**La gestión del conocimiento con actores clave, es fundamental para empoderar y transversalizar la adaptación en el país.**

## 10.4 Procedimientos y Mecanismos para la Actualización del PNA

De acuerdo con el artículo 687 del RCOA, la actualización del PNA deberá respetar el mismo proceso y plazo ordinario que se estableció para la etapa de formulación (MAE, 2019c). Es decir, que el Plan se actualizará cada cuatro años mediante los mecanismos y procedimientos establecidos y que serán liderados por la AAN. Al final de cada periodo, el CICC realizará la evaluación final sobre el cumplimiento de las metas y resultados planteados.

De acuerdo con el mismo artículo previamente citado del RCOA, el PNA también puede contemplar una actualización anticipada, la cual se podrá realizar antes de la terminación de su periodo de vigencia (cuatro años), en función de las siguientes condiciones: "a) se adopten nuevos compromisos en la materia, derivados de instrumentos internacionales ratificados por el Estado; o, b) se establezcan nuevas metas y objetivos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático" (MAE, 2019c, p.147).

La actualización del PNA estará a cargo de la AAN. El CICC deberá aprobar la actualización con base a un informe técnico que elaborará el MAATE según los resultados obtenidos y sistematizados de las etapas

de seguimiento y evaluación. La actualización, será un proceso repetitivo que garantizará la retroalimentación de los siguientes planes, haciendo uso de la información, conocimientos y lecciones aprendidas durante cada periodo y etapa, principalmente de los análisis de riesgo climático y la implementación de las medidas y metas sectoriales de adaptación. A continuación, en el Cuadro 53, se sistematiza el procedimiento a seguir para ejecutar la etapa en mención.

El mecanismo de coordinación de esta etapa contempla tres fases: (i) insumos a nivel de Grupos Sectoriales de Trabajo; (ii) socialización a GAD priorizados y organizaciones de la sociedad civil (OSC); y, (iii) aprobación en el pleno del CICC. Los detalles, se presentan a continuación en el Cuadro 54.

**Cuadro 53.** Procedimiento, pasos y periodo de tiempo para la actualización del PNA

	Pasos	Periodo
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inicio del proceso de actualización del PNA en función de los resultados del análisis interno de medio término realizado durante el segundo seguimiento anual y con 18 meses de anticipación a la finalización del periodo del instrumento vigente. Este se alimenta de los insumos que serán facilitados por los actores implementadores durante la fase de seguimiento.</li> </ul>	2025
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La actualización del PNA se realizará en función de los resultados obtenidos en el informe de evaluación cuatrenial que remitirá el MAATE y en el pronunciamiento de evaluación que emitirá el CICC.</li> <li>■ El MAATE remitirá al CICC el informe de actualización respectivo.</li> </ul>	2027
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se socializará el PNA actualizado con el CICC.</li> <li>■ Se realizará el seguimiento y acompañamiento a los miembros del CICC para facilitar una oportuna aprobación.</li> </ul>	2027
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aprobación por parte del CICC del informe de actualización.</li> </ul>	2027
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PNA actualizado aprobado por el CICC (resolución del pleno del CICC) y listo para su publicación en el Registro Oficial.</li> </ul>	2027

**Cuadro 54.** Mecanismo de coordinación para la actualización del PNA

Fases	Descripción del mecanismo de coordinación
Entidades sectoriales y locales para la implementación del PNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ A la par que continúa la etapa de implementación del PNA, inicia el proceso de actualización, con base en el análisis interno de medio término.</li> <li>■ Se aprovechará las reuniones de las entidades sectoriales y locales para la implementación del PNA, para analizar las lecciones aprendidas y desafíos, y con ello, recibir sugerencias para la retroalimentación y ajustes del PNA.</li> </ul>
A nivel de la sociedad civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La AAN difundirá el PNA actualizado por medios digitales y realizará un evento público de presentación a organizaciones de la sociedad civil (OSC).</li> <li>■ El MAATE identificará e invitará a algunas OSC específicas y solicitará envío de comentarios.</li> <li>■ La AAN consolidará los comentarios y generará la versión final del PNA actualizado.</li> </ul>
A nivel del CICC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El MAATE socializará con miembros del CICC el informe de actualización y dará seguimiento para facilitar una oportuna aprobación.</li> <li>■ AAN convocará a sesión del CICC y su pleno emitirá la respectiva acta de aprobación del PNA actualizado.</li> </ul>



## BIBLIOGRAFÍA

Alkire, S., & Foster, J. (2016). Dimensional and Distributional Contributions to Multidimensional Poverty (OPHI Working Papers n.o 100). En *Queen Elizabeth House, University of Oxford*.

Alkire, S., Foster, J. E., Seth, S., Santos, M. E., Roche, M., J., & Ballon, P. (2015). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis: Chapter 4 - Counting Approaches: Definitions, Origins, and Implementations* (OPHI Working Papers n.o 85).

Araújo, M. B., Anderson, R. P., Barbosa, A. M., Beale, C. M., Dormann, C. F., Early, R., Garcia, R. A., Guisan, A., Maiorano, L., Naimi, B., O'Hara, R. B., Zimmermann, N. E., & Rahbek, C. (2019). Standards for distribution models in biodiversity assessments. *Science Advances*, 5(1), 4858–4874. [https://doi.org/10.1126/SCIAADV.AAT4858/SUPPL\\_FILE/AAT4858\\_SM.PDF](https://doi.org/10.1126/SCIAADV.AAT4858/SUPPL_FILE/AAT4858_SM.PDF)

Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapié, E. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>

Arias, P. A., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R. G., Krinner, G., Marotzke, J., & ... & Zickfeld, K. (2021). *Technical summary. Climate Change*. 33–144.

Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., & Williams, J. R. (1998). Large area hydrologic modeling and assessment Part I: model development. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 34(1), 73–89. <https://doi.org/10.1111/J.1752-1688.1998.TB05961.X>

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)

Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Registro Oficial Suplemento 305. <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/>

- downloads/2016/03/Ley-Orgánica-de-Recursos-Hídricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf
- Atauchi, P. J., Aucca-Chutas, C., Ferro, G., & Prieto-Torres, D. A. (2020). Present and future potential distribution of the endangered Anairetes alpinus (Passeriformes: Tyrannidae) under global climate change scenarios. *Journal of Ornithology* 2020 161:3, 161(3), 723–738. <https://doi.org/10.1007/S10336-020-01762-Z>
- Barrantes, C., Siura, S., Castillo, E., Huarcaya, M., & Rado, J. (2018). *Manual para el análisis de la sostenibilidad de sistemas de producción de la agricultura familiar*. IICA.
- Barve, N., Barve, V., Jiménez-Valverde, A., Lira-Noriega, A., Maher, S. P., Peterson, A. T., Soberón, J., & Villalobos, F. (2011). The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Modelling*, 222(11), 1810–1819. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2011.02.011>
- Batty, C., Taylor, S., Sawtell, L., & Conor, B. (2017). Script development: Defining the field. *Journal of Screenwriting*, 8(3), 225–247. [https://doi.org/10.1386/JOSC.8.3.225\\_1/CITE/REFWORKS](https://doi.org/10.1386/JOSC.8.3.225_1/CITE/REFWORKS)
- Billi, M., & Garreaud, R. (2020). *Cápsula Climática: ¿Qué es el riesgo climático?* - . Observatorio Ley de Cambio Climático para Chile.
- Brook, B., Sodhi, N., & Bradshaw, C. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23, 453–460.
- Caminade, C., Turner, J., Metelmann, S., Hesson, J., Blagrove, M., Solomon, T., & Baylis, M. (2017). Global risk model for vector-borne transmission of Zika virus reveals the role of El Niño 2015. *National Academy of Sciences*, 114, 119–124. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614303114>
- Cardona, O. (2012). Un marco conceptual común para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático: encuentros y desencuentros de una iniciativa insoslayable. *Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en Latinoamérica*, 13–37.
- Castellanos, E., Lemos, M., Astigarraga, L., Chacón, N., N., C., Huggel, C., & Valladares, M. (2022). *Wgii sixth assessment report ipcc 2022*. Cambridge University Press.
- CICC. (2019). *Reglamento del Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC)*. <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/BORRADOR REGLAMENTO CICC.doc>
- Collevatti, R. G., Ribeiro, M. D. S. L., Diniz Filho, J. A. F., Oliveira, G. D., Dobrovolski, R., & Terribile, L. C. (2013). Stability of Brazilian seasonally dry forests under climate change: inferences for long-term conservation. *Revista estadounidense de ciencias vegetales*. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.44098>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2003). Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. En *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2781-manual-la-evaluacion-impacto-socioeconomico-ambiental-desastres>
- CONGOPE. (2019a). *Guía metodológica de las Estrategias Provinciales de Cambio Climático* (J. López, C. Plancencia, D. Calero, A. Baquero, M. Intriago, & S. Rosales (eds.); Primera Ed, Vol. 1). CONGOPE. <http://www.congope.gob.ec/?publicacion=guia-metodologica-de-las-estrategias-provinciales-de-cambio-climatico>
- CONGOPE. (2019b). *Informe metodológico y guía de interpretación de los Diagnósticos Provinciales de Cambio Climático* (J. López, C. Plancencia, D. Calero, & A. Baquero (eds.); Primera Ed, Vol. 1). <http://www.congope.gob.ec/?publicacion=informe-metodologico-y-guia-de-interpretacion-de-los-diagnosticos-provinciales-de-cambio-climatico>
- CONGOPE. (2019c). *Instrumento complementario a los lineamientos para incorporar cambio climático en la actualización de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)* / CONGOPE (J. López & D. Calero (eds.); Primera Ed, Vol. 1). CONGOPE. <http://www.congope.gob.ec/?publicacion=instrumento-complementario-a-los-lineamientos-para-incorporar-cambio-climatico-en-la-actualizacion-de-los-planes-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-pdot>
- CONGOPE. (2020a). *Diagnósticos Provinciales de Cambio Climático*. [http://www.congope.gob.ec/?page\\_id=15335](http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335)
- CONGOPE. (2020b). *Estrategias Provinciales de Cambio Climático*. [http://www.congope.gob.ec/?page\\_id=15176](http://www.congope.gob.ec/?page_id=15176)
- Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). (2012). *Conference of the Parties - Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011*. <https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). (2021a). *Directrices para los Planes Nacionales de Adaptación (PNA)* / CMNUCC. <https://unfccc.int/es/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/national-adaptation-plans-naps/directrices-para-los-planos-nacionales-de-adaptacion-pna>
- Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). (2021b). *El Pacto Climático de Glasgow en la COP26*. <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/12/Outcomes-Spanish-ES-COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). (2021c). *UN Climate Change Conference (COP26) at the SEC – Glasgow 2021*. <https://ukcop26.org/>
- Douville, H., Raghavan, K., Renwick, J., Allan, R. P., Arias, P. A., Barlow, M., & ... & Zolina, O. (2021). Water cycle changes. En and B. Z. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N.

Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu (Ed.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1055–1210). <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-8/>

FAO. (1996). *Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Cumbre Mundial sobre la Alimentación.

FAO. (1997). *Análisis de sistemas de producción animal*. <http://www.fao.org/3/W7451S/W7451S00.htm#TOC>

FAO. (2001). *Sub-programa de los enfoques centrados en las personas en diferentes contextos culturales. Obtenido de Breve Estudio Bibliográfico y Comparativo de Enfoques Centrados en las Personas, Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles (LSP)*. [www.fivims.org](http://www.fivims.org)

FAO. (2003). *Breve Estudio Bibliográfico y Comparativo de Enfoques Centrados en las Personas, Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles (LSP), Serie de Documentos de Trabajo*. <http://www.fao.org/3/ad682s/ad682s00.htm#Contents>

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2022). *Olas de calor*. IFRC.

Freeman, B. G., Scholer, M. N., Ruiz-Gutierrez, V., & Fitzpatrick, J. W. (2018). Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 11982–11987.

Fuentes, C. (2015). Islas de calor urbano en Tampico, México: Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova scientia*, 7.

García, E., García, H., & Cárdenas, L. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel* (Segunda). <https://cffgblog.files.wordpress.com/2017/03/libro-simulacic3b3n-y-anc3allisis-de-sistemas-2da-edicic3b3n.pdf>

Ghahramani, Z. (2015). Probabilistic machine learning and artificial intelligence. *Nature*, 521(7553), 452–459.

GIZ, EURAC, & UNU - EHS. (2018). *Evaluación de Riesgo Climático para la Adaptación basada en Ecosistemas. Guía para planificadores y practicantes*. (M. Hagenlocher, S. Schneiderbauer, Z. Sebesvari, M. Bertram, K. Renner, F. Renaud, H. Wiley, & M. Zebisch (eds.); Primera Ed). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Golicher, D. J., Cayuela, L., & Newton, A. . (2012). Effects of climate change on the potential species richness of Mesoamerican forests. *Biotropica*, 44, 284–293.

Gutiérrez, J. M., Jones, R. G., Narisma, G. T., Alves, L. M., Amjad, M., Gorodetskaya, I. V., Grose, M., Klutse, N. A. B., Krakovska, S., Li, J., Martínez-Castro, D., Mearns, L. O., Mernild, S. H., Ngo-Duc, T., Hurk, B. van den, & Yoon, J.-H. (2021). *Atlas. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)). <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>

Gutierrez, M., García, D., Aldana, R., Zúñiga, A., Kometter, R., & Gálmez, V. (2016). *Análisis de condiciones habilitantes de las opciones de mitigación priorizadas*. <https://www.researchgate.net/publication/331635756>

Herzer, H., Rodriguez, C., Celis, A., Bartolomé, M., & Caputo, G. (2002). *CONVIVIR CON EL RIESGO O LA GESTIÓN DEL RIESGO*.

INGEOMINAS. (2001). *Mapa de Categorías de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa de Colombia. Escala 1:1'500.000*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPACE), período 2002 - 2021. Base de datos*.

International Institute for Sustainable Development (IISD). (2022). *El proceso del Plan Nacional de Adaptación (PAN): Preguntas frecuentes – NAP Global Network*. <https://es.napglobalnetwork.org/2019/12/the-national-adaptation-plan-nap-process-frequently-asked-questions/>

IPCC. (2013). *Glosario. En Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (Cambridge).

IPCC. (2014a). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, M. Chatterjee, K. L. E. Yuka, O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, L. L. White, E. Calvo Buendía, & J. M. Moreno (eds.)). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_es-1.pdf)

IPCC. (2014b). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, E. Calvo Buendía, J. M. Moreno, T. Eren Bilir, M. Chatterjee, K. L. E. Yuka, O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (eds.)). [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

IPCC. (2014c). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects* (

- and L. L. W. Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea (ed.); Vol. 88, Número 1). <https://doi.org/10.2307/1881805>
- IPCC. (2014d). Climate Change 2014 Part A: Global and Sectoral Aspects. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* papers2://publication/uuid/B8BF5043-C873-4AFD-97F9-A630782E590D
- IPCC. (2018). IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C. En *IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C* (Número SR 1.5, pp. 1–55).
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5oC. Resumen para responsables de políticas - Resumen Técnico - Preguntas Frecuentes - Glosario* (Valérie Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia Jefe, C. Péan, J. De Operaciones, R. Pidcock, J. De Comunicaciones, S. Connors Funcionaria, J. B. Robin, M. Funcionario, Y. C. Funcionario, X. Zhou, T. Maycock Editor, M. Tignor, & T. Waterfield (eds.)). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15\\_Summary\\_Volume\\_spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf)
- IPCC. (2021a). Annex VII: Glossary. En J. B. R. . J. S. F. V. M.-D. V. M. C. M. R. van D. A. R. S. S. Matthews (Ed.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen,... (In Press). Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Annex\\_VII.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Annex_VII.pdf)
- IPCC. (2021b). *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Valérie Masson-Delmotte, P. Zhai, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, J. B. R. Matthews, S. Berger, M. Huang, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou, E. Lonnoy, T. K. Maycock, T. Waterfield, K. Leitzell, & N. Caud (eds.)). [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)
- IPCC. (2021c). El cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando. *Comunicado de Prensa del IPCC.* [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC\\_WGI-AR6-Press-Release-Final\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release-Final_es.pdf)
- IPCC. (2021d). *IPCC en español.* <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>
- IPCC. (2022a). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Anexo II.* [https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_Annex-II.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf)
- IPCC. (2022b). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Co-Chairs of IPCC Working Group II. *The Daunting Climate Change*, 219–276.
- IPCC. (2022c). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* [https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf)
- Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Cerezo-Mota, R., Cimadevilla, E., Cofiño, A. S., Luca, A. Di, Faria, S. H., Gorodetskaya, I. V., Hauser, M., Herrera, S., Hennessy, K., Hewitt, H. T., Jones, R. G., Krakovska, S., Manzanas, R., Martínez-Castro, D., Narisma, G. T., ... Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data*, 12(4), 2959–2970. <https://doi.org/10.5194/ESSD-12-2959-2020>
- Jagers, S., & Stripple, J. (2003). Climate Governance Beyond the State. *Climate Governance Beyond the State*, 9, 385–399. [https://www.researchgate.net/publication/261775849\\_Climate\\_Governance\\_Beyond\\_the\\_State](https://www.researchgate.net/publication/261775849_Climate_Governance_Beyond_the_State)
- Kalcic, M. M., Chaubey, I., & Frankenberger, J. (2015). Defining Soil and Water Assessment Tool (SWAT) hydrologic response units (HRUs) by field boundaries. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(3), 69–80. [https://doi.org/https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20150803.951](https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20150803.951)
- Katopodis, T., & Sfetsos, A. (2019). A Review of Climate Change Impacts to Oil Sector Critical Services and Suggested Recommendations for Industry Uptake. *Infrastructures 2019, Vol. 4, Page 74*, 4(4), 74. <https://doi.org/10.3390/INFRASTRUCTURES4040074>
- Least Developed Countries Expert Group (LEG). (2012a). *Anexo Directrices iniciales para la formulación de planes nacionales de adaptación por las Partes que son países menos adelantados.*
- Least Developed Countries Expert Group (LEG). (2012b). *National Adaptation Plans. Technical guidelines for the national adaptation plan process.* <http://unfccc.int/NAP>
- Least Developed Countries Expert Group (LEG). (2015). *Strengthening gender considerations in adaptation planning and implementation in the least developed countries.* [https://unfccc.int/files/adaptation/application/pdf/21673\\_unfccc\\_leg\\_gender\\_low\\_v5.pdf](https://unfccc.int/files/adaptation/application/pdf/21673_unfccc_leg_gender_low_v5.pdf)
- Leiter, T. (2021). Do governments track the implementation of national climate change adaptation plans? An evidence-based global stocktake of monitoring and evaluation systems. *Environmental Science & Policy*, 125, 179–188. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2021.08.017>
- Levin, T., & Encinas, C. (2008). Adaptación al cambio climático: Experiencia en América Latina. *REDESMA*, 2.
- Leyton, C., Cortínez, V., Fernández, I., & Fernández, J. (2017). *Desafíos Institucionales para la Articulación de Políticas Públicas, serie documento de trabajo N° 229 (Segunda Ed).* [https://rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1516370794DT229DesafiosInstitucionalesparalaArticulaciondePPPP.pdf](https://rimisp.org/wp-content/files_mf/1516370794DT229DesafiosInstitucionalesparalaArticulaciondePPPP.pdf)
- Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial capacity of *Aedes aegypti*: effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential. *PloS one*, 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089783>

- Luisa Toscano la Torre, A., Tenorio Peña, A., & Bonilla, M. (2021). *Soluciones para la adaptación de productores agrícolas de Colima, México: reforestación riparia.* <http://www.pronatura.org.mx/pronatura@pronatura.org.mxhttps://www.anamma.org.br/>
- MAAE. (2020). *Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos. Acuerdo Ministerial Nro. 23.*
- MAAE, & MEF. (2021). *Estrategia Nacional de Financiamiento Climático.* <https://www.finanzas.gob.ec/estrategia-nacional-de-financiamiento-climatico/>
- MAATE. (2021). *Acuerdo Ministerial - 2021 - 017. Lineamientos para la formulación, seguimiento, evaluación y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático.*
- MAATE. (2022a). *Adaptation Pipeline Accelerator Initiative Ecuador.*
- MAATE. (2022b). *Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Segundo Informe Bienal de Actualización del Ecuador.* <https://www.ambiente.gob.ec/cuarta-comunicacion-nacional-sobre-cambio-climatico-y-segundo-informe-bienal-de-actualizacion-del-ecuador/>
- MAATE, & FAO. (2022a). *Formato para el registro de indicadores y reporte de cumplimiento de metas de adaptación del sistema MRV Nacional. Proyecto GCP/ECU/102/GCR – GCF Generación de un marco conceptual para el Registro Nacional de Cambio Climático (RNCC) y diseño del sistema d.*
- MAATE, & FAO. (2022b). *Generación de un marco conceptual para el Registro Nacional de Cambio Climático (RNCC) y diseño del sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) del Ecuador como parte del RNCC.*
- MAATE, & FAO. (2022c). *Metodología para el diseño de indicadores para el Sistema MRV de adaptación a nivel nacional, sectorial y subnacional. Proyecto GCP/ECU/102/GCR – GCF Generación de un marco conceptual para el Registro Nacional de Cambio Climático (RNCC) y diseño del sistema.*
- MAATE y PNUD. (2020a). *Componente de Adaptación al Cambio Climático para el Plan de Implementación de la Primera NDC del Ecuador: Experiencias sobre ACC en Ecuador (2015 - 2020) - PLANACC.*
- MAATE y PNUD. (2020b). *Plan de Implementación de la NDC del Ecuador, Componente de Adaptación - PLANACC.*
- MAATE y PNUD. (2021a). *Generación de insumos técnicos clave para la realización de análisis de riesgo climático en los sectores productivos y estratégicos. Reportes Sectoriales Subsector Hidrocarburos e Infraestructura Vial. Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (.*
- MAATE y PNUD. (2021b). *Lineamientos Metodológicos para la Incorporación del Enfoque de Género en Iniciativas, Acciones y Productos Desarrollados por el Proyecto Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PLANACC) (E. Aguayo, N. Trejo, T. Bonilla, G. Vargas, & G. R.A. (eds.)).*
- Mac Donald, J. (2004). *Pobreza y precariedad del hábitat en ciudades de América Latina y el Caribe.* CEPAL.
- MAE. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático.* <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
- MAE. (2013). *Política de Estado de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.*
- MAE. (2017). *Código Orgánico del Ambiente (COA).* [http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PROCUCODIGO\\_ORGANICO\\_ADMINISTRATIVO.pdf](http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PROCUCODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf)
- MAE. (2019a). *Herramientas para la integración de criterios de cambio climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (Primera Ed).*
- MAE. (2019b). *Primera Contribución Determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En Gobierno de Ecuador.*
- MAReglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA).
- MAE, M. de A. (2019d). *Primera Contribución Nacional Determinada a Nivel Nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (NDC).*
- MAG. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de arroz en el Ecuador Continental a escala 1:250.000.*
- MAG, MAAE, & FAO. (2020). *Análisis Nacional del Riesgo Climático del Sector Ganadero del Ecuador.* <http://www.ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/Informe Técnico RC Nacional GCI.pdf>
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L. G., Benton, T. G., Shukla, [ P R, Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., Van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., ... Malley, J. (2019). 5 Food security Coordinating Lead Authors: Lead Authors: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. En J. M. P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. (Ed.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (pp. 437–550). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08\\_Chapter-5\\_3.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08_Chapter-5_3.pdf)

- Meadcroft, J. (2009). *Background Paper to the 2010 World Development Report. The World Bank. Policy Research Working Paper 4941.* [https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/9063/WPS4941\\_WDR2010\\_0015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/9063/WPS4941_WDR2010_0015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mendoza, J. (2011). *ANÁLISIS DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Minetti, M. (2005). *El clima del noroeste argentino.* Laboratorio Climatológico Sudamericano. <https://labclisud.com.ar/libros-labclisud/>
- Ming, A., Rowell, I., Lewin, S., Rouse, R., Aubry, T., & Boland, E. (2021). *Key messages from the IPCC AR6 climate science report.*
- Ministerio de Cultura. (2015). *Política Nacional para la transversalización del enfoque intercultural.* (Primera Ed.). <https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Politica-nacional-para-la-transversalizacion-del-enfoque-intercultural-final.pdf>
- Ministerio de Salud Pública. (2020a). *Calendario Epidemiológico.*
- Ministerio de Salud Pública. (2020b). *Ecuador en alerta para prevenir el contagio del dengue – Ministerio de Salud Pública.* Gacetas vectoriales.
- Ministerio de Salud Pública (MSP). (2020). *Subsistema de vigilancia sive-alerta. Enfermedades transmitidas por vectores - Ecuador.*
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. En *Subsecretaría de Patrimonio Natural.*
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático.* <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2019). Primera Contribución Determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En *Gobierno de Ecuador.*
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE). (2021). *Plan de Implementación de la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional de Ecuador 2020 - 2025 (PI-NDC).*
- Mordecai, E., Cohen, J., Evans, M., Gudapati, P., Johnson, L., Lippi, C., & Weikel, D. (2017). Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLoS neglected tropical diseases, 11*(4), e0005568. *PLoS neglected tropical diseases, 11.* <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005568>
- Muñoz, Á. G., Chourio, X., Rivière-Cinnamond, A., Diuk-Wasser, M. A., Kache, P. A., Mordecai, E. A., Harrington, L., & Thomson, M. C. (2020). AeDES: a next-generation monitoring and forecasting system for environmental suitability of Aedes-borne disease transmission. *Scientific Reports 2020 10:1, 10(1), 1–13.* <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69625-4>
- Muñoz, Á. G., Thomson, M. C., Goddard, L., & Aldighieri, S. (2016). Analyzing climate variations at multiple timescales can guide zika virus response measures. *GigaScience, 5(1).* <https://doi.org/10.1186/S13742-016-0146-1/2737422>
- Muñoz, Á. G., Thomson, M. C., Stewart-Ibarra, A. M., Vecchi, G. A., Chourio, X., Nájera, P., Moran, Z., & Yang, X. (2017). Could the recent zika epidemic have been predicted? *Frontiers in Microbiology, 8(JUL), 1291.* <https://doi.org/10.3389/FMICB.2017.01291/XML/NLM>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.* [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)
- Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. En *Cooperativismo & Desarrollo.*
- Naciones Unidas. (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. En *Publicación de las Naciones Unidas.* [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- Ojeda, D., & López, E. (2017). Relaciones intergeneracionales en la construcción social de la percepción del riesgo. *Desacatos.*
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Enfermedades transmitidas por vectores.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Marco operacional para el desarrollo de sistemas de salud resilientes al clima.* Organización Mundial de la Salud.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *OECD Draft Policy Framework on Sound Public Governance.* <https://www.oecd.org/gov/draft-policy-framework-on-sound-public-governance.pdf>
- Osborne, N. (2013). Intersectionality and kyriarchy: A framework for approaching power and social justice in planning and climate change adaptation. *Planning Theory, 14.*
- Ozdemir, A. (2020). A Comparative Study of the Frequency Ratio, Analytical Hierarchy Process, Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic Methods for Landslide Susceptibility Mapping: Taşkent (Konya), Turkey. *Geotechnical and Geological Engineering, 38(4), 4129–4157.* <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01284-8>

- Pearce-Higgins, J. W., Eglington, S. M., Martay, B., & Chamberlain, D. E. (2015). Drivers of climate change impacts on bird communities. *Journal of Animal Ecology*, 84, 943–954.
- Peterson, A. T., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M. B., Soberón, J., & Pearson, R. G. (2011). Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49). *Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49)*. *Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49)*. <https://doi.org/10.1515/9781400840670/HTML>
- Peterson, A. T., Ortega-Huerta, M. A., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddelemer, R. H., & Stockwell, D. R. B. (2002). Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 2002 416:6881, 416(6881), 626–629. <https://doi.org/10.1038/416626a>
- Petroecuador. (2021). *Plan de Manejo Ambiental, SOTE*.
- Phillips, S., Anderson, R., & Schapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231–259. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.03.026>
- Prieto-Torres, D.A., Lira-Noriega, A., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2020). Climate change promotes species loss and uneven modification of richness patterns in the avifauna associated to Neotropical seasonally dry forests. *Perspective in Ecology and Conserva*, 18, 19–30.
- Prieto-Torres, David A., Rojas-Soto, O. R., Santiago-Alarcon, D., Bonaccorso, E., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2019). Diversity, Endemism, Species Turnover and Relationships among Avifauna of Neotropical Seasonally Dry Forests. <https://doi.org/10.13157/arla.66.2.2019.ra1>, 66(2), 257–277. <https://doi.org/10.13157/ARLA.66.2.2019.RA1>
- Proyecto AICCA, Universidad de Cuenca, & MAATE. (2020). *Guía metodológica para el desarrollo de estudios de análisis de riesgo climático Nivel 2*. <https://condesan.org/download/guia-metodologica-desarrollo-estudios-analisis-riesgo-climatico/>
- Rother, H. (2020). Controlling and preventing climate-sensitive noncommunicable diseases in urban sub-Saharan Africa. *Sci Total Environ [Internet]*, 722:137772.
- Sarmiento, F. (2000). *Diccionario de ecología. Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*.
- Schiek, B., & Prager, S. (2020). BID-ALIANZA Metodología para incorporar cambio climático, respuesta de los cultivos e impactos económicos 2020. *Políticas en síntesis BID*, 1–6.
- SEAM, PNUD, & FMAM. (2017). *Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. Proyecto 88492. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN) y Primer Informe Bienal de Actualización (IBA)*. [https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%243n%20al%20Cambio%20Clim%C3%A1tico\\_Paraguay\\_final.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%243n%20al%20Cambio%20Clim%C3%A1tico_Paraguay_final.pdf)
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). *Plan Nacional de Respuesta ante Desastres*. <https://www.gestiondere riesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación (SNP). (2021a). *Guía de Evaluación de Políticas Públicas Ecuador (Primera Ed.)*.
- Secretaría Nacional de Planificación (SNP). (2021b). *Plan de Creación de Oportunidades 2021 - 2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/>
- Secretaría Técnica Planifica Ecuador (STPE). (2019). *Norma Técnica del Sistema Nacional de Planificación Participativa*.
- Segerer, C., & Villodas, R. (2006). *HIDROLOGIA I UNIDAD 5: LAS PRECIPITACIONES*.
- SNGRE. (2022). Registro de eventos adversos y peligrosos a nivel nacional. *Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*.
- Soberón, J., & Peterson, A. T. (2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, 2(0), 1–10. <https://doi.org/10.17161/BI.V2I0.4>
- Stiles, F. G. (1998). Especies de aves endémicas y casi endémicas de Colombia. En M. E. Chaves (Ed.), *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad 1998-Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente*. (pp. 378–385).
- Trevizo, A. (2020). Inclusión de la perspectiva de interseccionalidad y la justicia reproductiva en el marco del cambio climático desde la bioética. *Theoría Revista del Colegio de Filosofía*.
- UNDP. (2016). *Developing Country Support Needs for the Implementation of Nationally Determined Contributions (NDCs). Results from a Survey conducted by the United Nations Development Programme*. <https://www.undp.org/publications/country-needs-support-implementation-nationally-determined-contributions>
- UNFCCC. (2022). *National Adaptation Plans 2021. Progress in the formulation and implementation of NAPS*. <https://unfccc.int/documents/548662>
- Unión Europea, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Proyecto Insignia Resiliencia y Gestión Integral de Riesgos en la Agricultura, & Bonilla, A. (2016). *Modelos de simulación y herramientas de modelaje. Elementos conceptuales y sistematización de herramientas para apoyar el análisis de impactos de la variabilidad y el cambio climático sobre las actividades agrícola*.
- United Nations. (2011). *Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancún from 29 November to 10 December 2010*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2010/cop16/>

eng/07a01.pdf?download

United States Department of Agriculture (USDA). (2017). Nrcs national engineering handbook. En *National Engineering Handbook*. <https://directives.sc.egov.usda.gov/RollupViewer.aspx?hid=17092>

Valverde, T., Meave del Castillo, J., Carabias, J., & Cano-Santana, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente - Teresa Valverde Valdés, Zenon Cano-Santana - Google Libros* (Primera).

Vargas, G. (2000). Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa. *Boletín de Geología*, 22, 39–67.

Villa, J. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas: Un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno-Lógicas*, 63–85.

Wang, H., Zhang, L., Yin, K., Luo, H., & Li, J. (2021). Landslide identification using machine learning. *Geoscience Frontiers*, 12(1), 351–364. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.02.012>

WCED, S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1–91.

Wesolowski, A., Qureshi, T., Boni, M., Sundsøy, P., Johansson, M., Rasheed, S., & Buckee, C. (2015). Impact of human mobility on the emergence of dengue epidemics in Pakistan. *National Academy of Sciences*, 112. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504964112>

Zhou, T. (2021). New physical science behind climate change: What does IPCC AR6 tell us? *The Innovation*, 2(4), 100173. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100173>

# ANEXOS

**Anexo 1.** Base legal para la formulación, aprobación, seguimiento, evaluación y actualización del PNA

INSTRUMENTO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN	
	FORMULACIÓN	APPROBACIÓN, SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN
COA		<p>El Art. 250 del COA, señala que “La gestión del cambio climático se realizará conforme a la política y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y sus instrumentos que deberán ser dictados [...] por la Autoridad Ambiental Nacional (AAN).”</p> <p>El inciso primero y tercero del Art. 251 del COA establece que la AAN “[...] coordinará con las entidades intersectoriales públicas priorizadas para el efecto, y todos los diferentes niveles de gobierno, la formulación [...] de las políticas y objetivos ante los efectos del cambio climático”. El inciso segundo del mismo Art. 251 establece que “Las entidades intersectoriales que sean priorizadas en materia de cambio climático participarán de forma obligatoria y pondrán a disposición de la Autoridad Ambiental Nacional la información que le sea requerida de manera oportuna, de conformidad con los mecanismos que se definan para este fin. Se contará con el apoyo y la participación del sector privado, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, colectivos y la ciudadanía en general.”</p>
RCOA		<p>De igual manera el Art. 679 del RCOA señala que “Los instrumentos para la gestión del cambio climático serán formulados por la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las entidades competentes de los sectores priorizados y los diferentes niveles de gobierno; contando con la participación de la academia, sociedad civil, sector privado, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, colectivos y la ciudadanía en general [...]”</p> <p>El RCOA en su Art. 685 establece que “El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático será formulado por la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las entidades competentes de los sectores priorizados y los diferentes niveles de gobierno; contando con la participación de la academia, sociedad civil, sector privado, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, colectivos y la ciudadanía en general [...]”</p> <p>El RCOA en su Art. 696 establece que “[...] los planes, programas, proyectos y estrategias correspondientes a los sectores priorizados, deberán incorporar de forma obligatoria criterios de mitigación y adaptación [...]”</p> <p>El RCOA en su Art. 698, establece que “Las políticas e instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados incorporarán, de forma articulada y coordinada con los demás niveles de gobierno, criterios de cambio climático conforme a las políticas y normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional.”</p> <p>El RCOA en su Art. 678 establece que los instrumentos para la gestión del cambio climático, incluido el Plan Nacional de Adaptación deberán “[...] incorporar de manera transversal los componentes de transferencia de tecnología, financiamiento climático y, fortalecimiento de capacidades y condiciones necesarias para la gestión del cambio climático y se alinearán con la Constitución, los instrumentos internacionales ratificados por el Estado y el Plan Nacional de Desarrollo.”</p>
Código Civil		<p>El Art. 6 del Código Civil establece que “La ley entrará en vigor a partir de su promulgación en el Registro Oficial y por ende será obligatoria y se entenderá conocida de todos desde entonces. Podrá, sin embargo, en la misma ley, designarse un plazo especial para su vigencia a partir de su promulgación.” En consecuencia, el PNA, por mandato expreso de la Ley, debe ser publicado en el Registro Oficial para ser conocido en virtud de su importancia política, conforme lo establece el literal b) del Art. 215 del Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva.</p>

INSTRUMENTO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN
Ley Orgánica de Participación Ciudadana (LOPC)	<p>El Art. 30 de la Ley Orgánica de Participación Ciudadana (LOPC) establece que "Se reconocen todas las formas de organización de la sociedad, como expresión de la soberanía popular que contribuyan a la defensa de los derechos individuales y colectivos, la gestión y resolución de problemas y conflictos, al fomento de la solidaridad, la construcción de la democracia y la búsqueda del buen vivir; que incidan en las decisiones y políticas públicas y en el control social de todos los niveles de gobierno, así como, de las entidades públicas y de las privadas que presten servicios públicos."</p> <p>El Art. 52 de la LOPC establece que "Los consejos ciudadanos sectoriales son instancias sectoriales de diálogo, deliberación y seguimiento de las políticas públicas de carácter nacional y sectorial; constituyen un mecanismo para la discusión de los lineamientos y seguimiento de la evolución de las políticas ministeriales. Serán impulsados por la Función Ejecutiva y se desempeñarán como redes de participación de la sociedad civil articuladas a los ministerios sectoriales. En el marco de sus procesos de planificación y evaluación, las carteleras de Estado convocaran, al menos dos veces por año, a los consejos ciudadanos sectoriales. A partir de la primera convocatoria, estos podrán auto convocarse las veces que crean necesario, por pedido de la mayoría simple de sus integrantes. El financiamiento para el ejercicio de estas instancias deberá estar incluido en el presupuesto ministerial respectivo."</p>
Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos	<p>El Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del MAAE, emitido con Acuerdo Ministerial Nro. 23 de 28 de agosto de 2020, en su numeral 1.2.1.1.2 referente a la Gestión de Adaptación al Cambio Climático, señala que le corresponde a la Dirección de Adaptación al Cambio Climático:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Elaborar la Política Nacional de cambio climático;</li> <li>b) Dictar los lineamientos para la inclusión de adaptación del cambio climático en la planificación territorial;</li> <li>c) Dictar los instrumentos de adaptación al cambio climático en el país;</li> <li>f) Definir la Estrategia y Plan Nacional para adaptarse a los efectos de cambio climático en base a la capacidad local y nacional;</li> <li>h) Coordinar con las entidades competentes de los sectores priorizados y los diferentes niveles de gobierno la formulación de los instrumentos para la adaptación al cambio climático y degradación y desertificación de la tierra." (MAAE, 2020).</li> </ul>
APROBACIÓN	
Decreto Ejecutivo 495 de 2010	El CICC fue creado mediante Decreto Ejecutivo Nro. 495 publicado en Registro Oficial Nro. 304 de 20 de octubre de 2010, cuyas atribuciones iniciales, entre otras, son: coordinar, dictar y facilitar la ejecución de las políticas sobre cambio climático y los compromisos adquiridos internacionalmente. La conformación de sus miembros fue reformada mediante Decreto Ejecutivo Nro. 64 publicado en el Registro Oficial Segundo Suplemento Nro. 36 de 14 de julio de 2017.
RCOA	<p>El inciso primero del Art. 679 del RCOA establece que los instrumentos para la gestión del cambio climático [...] serán aprobados por el Comité Interinstitucional de Cambio Climático, bajo los mecanismos que se definan para el efecto."</p> <p>El RCOA en su Art. 685 establece que "El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático [...] será aprobado por el Comité Interinstitucional de Cambio Climático, bajo los mecanismos que se definan para el efecto e implementado por las Autoridades Nacionales encargadas de los sectores priorizados."</p> <p>De acuerdo con el literal b) de la Disposición Transitoria Segunda del RCOA, los miembros del Comité Interinstitucional de Cambio Climático son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. La Autoridad Ambiental Nacional, quien lo presidirá y tendrá voto dirimente;</li> <li>b. La Autoridad Nacional de las relaciones exteriores;</li> <li>c. La Autoridad Agraria Nacional;</li> <li>d. La Autoridad Nacional de Electricidad y Energía Renovable;</li> <li>e. La Autoridad Nacional de Industrias y Productividad;</li> </ul>

INSTRUMENTO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN
	<p>f. La Autoridad Nacional de Economía y Finanzas; g. Autoridad Única del Agua; h. La Autoridad Nacional de Gestión de Riesgos; i. La Autoridad Nacional de Hidrocarburos; j. La Autoridad Nacional de Transporte y Obras Públicas; k. La Autoridad Nacional de la Planificación; y, l. La Autoridad Nacional de la Investigación, Ciencia, Tecnología e Innovación.</p> <p>La unidad que designe la Autoridad Ambiental Nacional, dentro de su estatuto orgánico funcional, fungirá de secretaría del Comité Interinstitucional de Cambio Climático."</p> <p>Y de acuerdo con su literal d), son miembros del Comité Interinstitucional de Cambio Climático, con voz, pero sin voto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Un representante de la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, o su delegado/a;</li> <li>b. Un representante del Consorcio de Gobiernos Provinciales del Ecuador, o su delegado/a; y,</li> <li>c. Un representante del Consorcio Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador, o su delegado/a".</li> </ul>

**Anexo 2. Recursos utilizados para la modelación con MaxEnt para el sector Patrimonio Natural**

ENTRADA	RECURSOS	INSTITUCIÓN QUE PROVEE DATOS E INFORMACIÓN
Florística (Base de datos de plantas vasculares endémicas del Ecuador registradas en un período de 1970 a 2021)	Taxonomía	<p>Lista de especies de plantas vasculares endémicas (se consideraron "especies casi-endémicas") del Ecuador con su respectiva nomenclatura (género y especie)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III (Haston et al., 2009)</li> <li>•Useful Tropical Plants Database</li> </ul>
	Distribución y especificidad del hábitat (ecología)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO)</li> <li>•Global Biodiversity Information Facility (GBIF)</li> </ul>
	Conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)</li> <li>•Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador</li> </ul>
Climática (Datos climáticos diarios para dos períodos: 1985 - 2015 y 2020 – 2050)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Temperatura máxima de la temporada más húmeda</li> <li>•Temperatura mínima de la temporada más fría</li> <li>•Temperatura media de la temporada más seca</li> <li>•Temperatura media de la temporada más cálida</li> <li>•Precipitación de la temporada más seca</li> <li>•Precipitación de la temporada más cálida</li> <li>•Días húmedos consecutivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•PLANACC</li> </ul>

**Anexo 3.** Recursos utilizados en la modelación con SWAT para el sector Patrimonio Hídrico

ENTRADA	RECURSOS	INSTITUCIÓN QUE PROVEE DATOS E INFORMACIÓN
Información hidrológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red hídrica y los cauces principales.</li> <li>Delimitaciones de las unidades hidrográficas (71 parametrizadas morfológicamente).</li> <li>Ubicación de las estaciones hidrométricas disponibles (50 estaciones validadas).</li> </ul>	•MAATE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance hídrico a nivel nacional, y las demandas de agua actuales y proyectadas.</li> </ul>	•Plan Integral de los Recursos Hídricos (SENAGUA y CISPDR)
Zona climática y peligros asociados	<ul style="list-style-type: none"> <li>La climatología del Ecuador, incluyendo bioclimas, isotermas, isoyetas, precipitación media anual, infiltración, evapotranspiración o anomalías registradas en las variables climáticas.</li> </ul>	•MAATE, que incluye información del INAMHI y del IGM
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonificación de peligros asociados al clima, incluyendo deslizamientos, degradación de los suelos y los recursos, sequías o desertificación.</li> </ul>	•SNGRE
Geología, edafología, cobertura y usos de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipología de suelos, cobertura y usos de la tierra.</li> <li>Mapas hidrogeológicos, geopedológicos y perfiles de suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAATE</li> <li>•IGM</li> <li>•MAGAP</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piso bioclimático, ecosistemas, asociaciones vegetales, tipos de bosques, estratos y especies.</li> <li>Delimitación de las áreas protegidas en el Ecuador, bosques protectores, vegetación protectora, y zona intangible.</li> </ul>	•MAATE
Agricultura	Mosaicos del sistema productivo y cartografía de concesiones de riesgo estatal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•IGM</li> <li>•MAGAP</li> </ul>
Demografía	Mapa de distribución de áreas urbanas y densidad de población.	•IGM
	Consumo total de agua a nivel provincial.	•INEC
	Concesiones totales de agua a nivel provincial para uso doméstico, industrial y agrícola.	•SENAGUA
Base cartográfica	Delimitaciones administrativas oficiales del país (cantones, provincias).	•Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)
	Delimitaciones globales de los países vecinos al Ecuador y cuerpos de agua.	•IGM
	Red vial estatal suministrada.	•Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP)
Información climática	Variables meteorológicas simuladas (datos diarios de temperatura media, máxima y mínima y precipitación) para las proyecciones climáticas bajo escenarios futuros (2020-2050).	•MAATE
Información hidrometeorológica	<p>Meteorología de un periodo de 1985-2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura media, máxima y mínima y de precipitación.</li> <li>Temperatura media, máxima y mínima obtenidas para 27 estaciones meteorológicas, y de Precipitación para un total de 109 estaciones meteorológicas.</li> <li>Caudal diario en un conjunto de 50 estaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAATE</li> <li>•INAMHI</li> </ul>
Estadísticas de impactos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros históricos de desastres ocurridos en el Ecuador desde 1931 a la fecha actual.</li> <li>Desastres hidrogeológicos y climáticos (sequías, inundaciones, deslizamientos, entre otros).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•DESINVENTAR</li> <li>•Base de Datos del "Center for Research on the Epidemiology of Disasters" (CRED, por sus siglas en inglés)</li> </ul>

**Anexo 4.** Recursos utilizados por el modelo de idoneidad medioambiental para dengue del sector Salud

ENTRADA	RECURSOS	FUENTES
Epidemiológica	<p>Base de datos sobre la ocurrencia de dengue en el Ecuador durante el período 2013 – 2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de casos de dengue por semana epidemiológica</li> <li>Registro de presencia de los vectores (<i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ministerio de Salud Pública (MSP)</li> <li>•Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (INSPI)</li> <li>•Plataforma GBIF</li> <li>•Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos</li> </ul>
Socioeconómica	<p>Indicadores de los niveles de pobreza y dotación de servicios básicos en el Ecuador en el período 2019 – 2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de hogares que viven en hacinamiento</li> <li>Porcentaje de hogares con agua proveniente de la red pública</li> <li>Porcentaje de hogares que cuentan con un sistema adecuado de eliminación de excretas</li> <li>Porcentaje de hogares con recolección adecuada de desechos sólidos</li> <li>Pobreza por ingresos</li> <li>Pobreza extrema por ingresos</li> <li>Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)</li> <li>Tasa de pobreza multidimensional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo acumulada (ENEMDU) elaboradas por el INEC</li> </ul>
Demográfica	•Población estimada a nivel cantonal durante el período 2010-2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)</li> </ul>
Climática	<p>Datos climáticos diarios para dos períodos (1985 - 2015 y 2020 - 2050) con una resolución espacial de 10 km x 10 km correspondientes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Precipitación</li> <li>•Temperatura media</li> <li>•Temperatura mínima</li> <li>•Temperatura máxima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAATE</li> </ul>

**Anexo 5.** Recursos utilizados en el modelo de inundaciones y deslizamientos para el sector Asentamientos Humanos.

MODELO	ENTRADA	RECURSOS	INSTITUCIÓN QUE PROVEE DATOS E INFORMACIÓN
Hidrológico (HEC-HMS)	Precipitaciones	<p>Elaboración de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia o IDF:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Serie histórica de precipitación diaria para el período 1985 – 2015.</li> <li>Proyecciones climáticas de 5 años tipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•PNUD</li> <li>•MAATE</li> </ul>
	Caudales máximos instantáneos	•Series de caudal llenas con modelo GR4J, para 50 UH período 1985-2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>•INAMHI</li> <li>•MAATE</li> </ul>
	Histórica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base de eventos peligrosos de la Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.</li> <li>Información del alcance y extensión de inundaciones en el pasado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•INEC</li> </ul>
	Topografía	•Modelo digital de elevaciones (MDE) de alta resolución (12,5 x 12,5 m).	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ALOS PALSAR</li> </ul>
	Número de curva	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapa de cobertura y usos del suelo, datos edafológicos y geomorfología a 1:25.000</li> <li>Cartografía sobre la litología y formaciones superficiales: 1:100.000-1:50.000-1:25.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•IIGE</li> <li>•IGM</li> </ul>

MODELO	ENTRADA	RECURSOS	INSTITUCIÓN QUE PROVEE DATOS E INFORMACIÓN
Hidráulico (HEC-RAS)	Topografía	Generación de mapas de inundación: •Mapas topográficos o MDE de alto detalle a nivel de ciudad (1:1.000 a 1:5.000)	•IGM
	Inspección visual	•Fotografías aéreas de las ciudades seleccionadas 1:5.000 (Obtención del coeficiente de Manning).	•MAATE
Modelo de deslizamientos en masa	Precipitaciones	•Serie histórica de precipitación diaria para el período 1985 – 2015. •Proyecciones climáticas generadas en el marco del proyecto PLANACC utilizando las recientes salidas (HighResMIP experiments) de la fase 6 del Coupled Model Intercomparison Project)	•PNUD •MAATE
	Características geométricas	•Modelo Digital del Terreno (MDT) 1x1 m o curvas de nivel cada 1:1.000 de las ciudades analizadas.	•IGM •SIGTIERRAS •ALOS PALSAR
	Información geotécnica	•Mapas geológicos 1:25.000 o 1:50.000.	•IIGE •IGM
	Información geotécnica	Información sobre los estratos geológicos en las ciudades seleccionadas para la elaboración de un modelo de subsuelo: •Modelos digitales de elevaciones (MDE) de los diferentes estratos geológicos. •Perfiles geológicos (perforaciones) que permita crear las capas de los estratos. •Información sobre el espesor de la capa de sedimentos.	•ALOS PALSAR •IGM
		Valores de parámetros geotécnicos de los materiales de los diferentes estratos geológicos: •Ángulo efectivo de fricción interna •Cohesión efectiva •Conductividad hidráulica saturada e insaturada de densidad aparente •Contenido de humedad saturada •Curva de Retención de Humedad (CRH)	•MAATE
	Capa freática	Información para modelizar la capa freática en las ciudades seleccionadas: •Cartografía sobre aguas subterráneas a 1:1.000 o 1:5.000. •Red de puntos de información de la profundidad de la capa freática.	•MAATE
	Uso y cobertura del suelo	Fotografías aéreas 1:5.000 de las ciudades seleccionadas.	•MAATE

**Anexo 6.** Recursos utilizados para el desarrollo de los modelos de inundaciones y deslizamientos de los Sectores Productivos y Estratégicos

MODELOS	ENTRADAS	FUENTES
Hidrológico (HEC-HMS)	Series de datos históricos (1985-2015): •Temperatura máxima •Temperatura mínima •Temperatura media •Precipitación	•MAATE
	Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF): •Precipitación neta •Interpolación de datos	•INAMHI
	•Información base de la cuenca: Precipitación de diseño •Características del suelo. •Información morfométrica. •Características de los tramos del canal y su capacidad.	•PLANAAC •INAMHI
Hidráulico (HEC-RAS)	•Hidrograma de diseño (resultado del modelo hidrológico). •Registro histórico de caudales: Tr=25 y 50 años. •Parámetros geográficos.	•PLANAAC •INAMHI
Deslizamientos o movimiento de masas (HAP)	Modelos climáticos e hidrológicos	•MAATE
	Modelos digitales de terreno (MDT)	•IGM •MAATE •SIGTIERRAS •ALOS PALSAR
	Curvas geológicas	•MAG •USGS •SIGTIERRAS
	Drenaje superficial	•MAATE
	Mapas de cobertura de uso de suelos	•MAATE •MAG
	Eventos adversos o inventarios de deslizamientos (Calibración y validación).	•SNGRE •IIGE

**Anexo 7.** Recursos utilizados para la modelación con EPIC y ZAE para el sector SAG

ENTRADAS	RECURSOS	FUENTES
Climática	•Precipitación diaria •Temperatura máxima diaria •Temperatura media diaria •Temperatura mínima diaria •Precipitación diaria (futuro) •Temperatura máxima diaria (futuro) •Temperatura media diaria (futuro) •Temperatura mínima diaria (futuro) Los datos poseen una resolución espacial de 10 km	•MAATE

ENTRADAS	RECURSOS	FUENTES
Edálica	Perfiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Color del suelo (SCOM)</li> <li>•Albedo (SALB)</li> <li>•Límite de evaporación (SLU1)</li> <li>•Tasa de drenaje (SLDR)</li> <li>•Número de curva de escorrentía (SLRO)</li> <li>•Factor de mineralización (SLNF)</li> <li>•Factor de fotosíntesis (SLPF)</li> <li>•Método de determinación de pH en tampón (SMHB)</li> <li>•Código de determinación de fósforo extraíble (SMPX)</li> <li>•Método de determinación de potasio (SMKE)</li> <li>•Horizonte maestro (SLMH)</li> <li>•Límite inferior de agua del suelo extraíble de la planta o punto de marchitez (SLLL)</li> <li>•Límite superior drenado o capacidad de campo (SDUL)</li> <li>•Límite superior saturado (SSAT)</li> <li>•Factor de crecimiento de la raíz (SRGF)</li> <li>•Conductividad hidráulica saturada (SSKS)</li> <li>•Densidad aparente – húmedo (SBDM)</li> <li>•Arcilla &lt; 0,002 mm (SLCL)</li> <li>•Limo 0,05-0,002 mm (SLSI)</li> <li>•Fracción gruesa &gt; 2 mm (SLCF)</li> <li>•Concentración de nitrógeno total (SLNI)</li> <li>•pH en agua (SLHW)</li> <li>•pH en tampón (SLHB)</li> <li>•Capacidad de intercambio catiónico (SCEC)</li> </ul>
	Contenido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Concentración de carbono orgánico en el suelo (SLOC)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendiente</li> <li>•Textura</li> <li>•Profundidad efectiva</li> <li>•Pedregosidad</li> <li>•Drenaje natural</li> <li>•Profundidad del nivel freático</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fecha de cosecha</li> <li>•Rendimientos brutos y netos</li> <li>•Fertilización</li> <li>•Manejo de plagas</li> <li>•Riego</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAG</li> <li>•Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAC</li> <li>•Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tiempo térmico desde la emergencia hasta el final de la fase juvenil (P1)</li> <li>•Tiempo térmico desde el final de la fase juvenil hasta la iniciación de la espiga (P2)</li> <li>•Tiempo térmico desde el inicio del llenado del grano hasta la madurez fisiológica (P5)</li> <li>•Intervalo de Phylochron: intervalo de tiempo térmico entre apariciones sucesivas de la punta de la hoja (Phylochron)</li> <li>•Escala para la división de los asimilados hacia la panícula (G2)</li> <li>•Tasa de llenado del grano durante la etapa de llenado de grano lineal en condiciones óptimas (G3)</li> <li>•Rendimiento (HWAM)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAC</li> <li>•Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•MAC</li> <li>•Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC)</li> </ul>

**Anexo 8.** Medidas de adaptación por sector provenientes de iniciativas, programas y proyectos implementadas en el país, información secundaria e instrumentos de política pública; y Metodología para la identificación de medidas de adaptación en territorio. Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/e9XgPqTe9MJcgSW>

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Asentamientos Humanos	Generar estudios relacionados con bioindicadores y proxys climáticos que permitan identificar la fragilidad del medio ante la acción antrópica de los asentamientos humanos.
	Desarrollar e implementar proyectos de infraestructura natural o verde que actúen como alternativas de adaptación para los asentamientos humanos existentes y sus proyecciones.
	Desarrollar estudios relacionados a migración climática temporal o permanente de la población debido a condiciones climáticas actuales y las proyectadas a futuro.
	Desarrollar estudios de las variaciones climáticas y los eventos extremos y su impacto en las localidades, en lo que respecta a fenómenos migratorios internos y transfronterizos.
	Determinar la vulnerabilidad de los asentamientos humanos –formales e informales- frente a los impactos negativos generados por las amenazas hidrometeorológicas, con la finalidad de plantear políticas de reubicación.
	Desarrollar una base de indicadores nacionales que permitan aportar al monitoreo de la reducción de riesgo climático en zonas de asentamientos humanos.
	Desarrollar normativas urbanas y arquitectónicas que incorporen criterios de adaptación al cambio climático como parte de una gestión eficiente en términos energéticos y de planificación territorial (PDOT) para los diseños y configuraciones urbanas.
	Elaborar normas de uso de suelo para asentamientos humanos que incorporen criterios de adaptación al cambio climático.
	Incluir criterios de adaptación al cambio climático en agendas de reducción de riesgo, estrategias, planes, normativas e información geográfica desarrollada por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Gobiernos Locales, relacionadas con adaptación al cambio climático.
	Generar un plan que permita gestionar los riesgos de desastres provocados por amenazas hidrometeorológicas que afecten a los asentamientos humanos.
Agrícola	Generar normativa de uso de suelo para incentivar construcción que cumpla con los estándares necesarios para hacer frente a los impactos negativos generados por el cambio climático.
	Articular con actores públicos y privados que consideren criterios de adaptación al cambio climático en lo que corresponde a procesos formales de asentamientos humanos.
	Integrar criterios de eficiencia, multiescalaridad, multitemporalidad y transdisciplinariedad en la planificación territorial (urbana y rural), como alternativas de adaptación al cambio climático.
	Implementar modelos de responsabilidad de uso de suelo en zonas de asentamientos humanos, que incrementen la capacidad adaptativa de la población frente a las amenazas hidrometeorológicas generadas por el cambio climático.
	Integrar comités de protección civil en zonas de asentamientos humanos afectadas por eventos extremos generados por el cambio climático.
	Institucionalizar e implementar sistemas cantonales de gestión de riesgos con enfoque en riesgos climáticos, que establezcan responsabilidades y espacios de coordinación y articulación entre actores gubernamentales y comunitarios en zonas de asentamientos humanos.
	Desarrollar políticas integrales que garanticen seguridad y protección de los habitantes, en lo que corresponde a la formalidad de asentamientos humanos, como respuesta a los efectos adversos del cambio climático.
	Generar lineamientos de política para el ordenamiento territorial, resiliente a los efectos del cambio climático
	Involucrar la participación entre la administración local, universidades y centros de investigación, cuya información y conocimientos sobre adaptación al cambio climático puedan ser utilizados por especialistas a cargo de la toma de decisiones con respecto a asentamientos humanos

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Asentamientos Humanos	Contar con un organismo de control (ej. superintendencia de ordenamiento territorial) cuyo propósito consista en dar seguimiento y monitoreo a los asentamientos humanos, para que estos cumplan las normativas y los lineamientos de adaptación al cambio climático.
	Desarrollar un diagnóstico de los riesgos climáticos en asentamientos informales ya establecidos ante eventos climáticos extremos.
	Generar capacidades locales para la implementación de modelos de gestión de recursos con un enfoque de adaptación al cambio climático.
	Capacitar a las poblaciones locales sobre el mal uso de suelo y las consecuencias asociadas a los eventos hidrometeorológicos y sus impactos negativos generados por el cambio climático.
	Fortalecer el tejido social y la corresponsabilidad en las poblaciones locales, consolidando redes de solidaridad como estrategia de respuesta, recuperación y adaptación frente a desastres generados por el cambio climático.
	Generar espacios de participación de poblaciones y personas poseedoras de conocimientos ancestrales, respecto al uso de suelo y asentamientos humanos, para desarrollar una planificación participativa frente a los escenarios de cambio climático y las medidas de adaptación.
	Desarrollar mecanismos y estrategias para la incorporación de criterios de cambio climático en el ordenamiento territorial y la planificación urbana, tales como la incorporación de escenarios climáticos en los procesos de planificación del suelo.
	Implementar estrategias para la incorporación del enfoque de derechos que aseguren la igualdad de oportunidades en el diseño e implementación de planes, programas y proyectos para la adaptación al cambio climático, de manera diferenciada para la población vulnerable.
	Realizar procesos participativos, justos y concertados de relocalización de asentamientos en zonas con altos índices de riesgo climático.
	Elaborar estrategias de desarrollo local y comunitario para fortalecer la capacidad adaptativa de los asentamientos humanos que se enfrentan a los impactos negativos generados por el cambio climático.
	Realizar un mapeo y diagnóstico de las zonas de riesgo climático y su población afectada como base para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático.
	Incentivar la inversión y creación de fondos para la prevención y desarrollo de sistemas integrales de medidas de adaptación para zonas de asentamientos humanos como respuesta a los impactos negativos del cambio climático.
	Desarrollar estrategias, planes y proyectos para garantizar la resiliencia de las ciudades con respecto a su infraestructura, que garanticen su funcionamiento en caso de desastres climáticos.
	Implementar mecanismos de apoyo y de financiamiento para infraestructura pública como alternativa al riesgo asociado a eventos hidroclimáticos.
	Generar y difundir datos e información estadística sobre cambio climático y sus efectos en los asentamientos humanos, como base para alternativas de adaptación al cambio climático.
	Elaborar un repositorio de evaluaciones de riesgo climático, medidas de adaptación y propuestas de ordenamiento territorial para los asentamientos humanos informales en zonas vulnerables frente al cambio climático.
	Construir infraestructura natural o verde como medidas de adaptación frente a los impactos negativos que se pueden presentar en zonas de asentamientos humanos por el cambio climático.
	Implementar medidas de manejo, conservación y restauración de páramos para incrementar la capacidad adaptativa de este ecosistema en beneficio de la población local como respuesta al cambio climático.
	Restaurar taludes y vegetación riparia, en zonas de asentamientos humanos o cercanas a ellas, como medidas de adaptación para la reducción de los impactos negativos generados por los eventos hidrometeorológicos fuertes y extremos.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Asentamientos Humanos	Implementar programas de arborización con especies nativas en espacios públicos, suelos públicos, otros espacios abiertos públicos y privados y en veredas, vías y parterres de las ciudades, para reducir los impactos a causa de fenómenos como olas de calor y lluvias intensas en ciudades.
	Construir infraestructura inteligente y adaptativa dentro de las ciudades y en áreas circundantes como medida frente a eventos hidrometeorológicos fuertes y extremos generados por el cambio climático.
	Implementar una estrategia nacional para la construcción y uso de infraestructura resiliente en los asentamientos humanos ubicados en zonas de riesgo como medida de adaptación frente a impactos negativos generados por el cambio climático.
	Implementar instrumentos de adaptación al cambio climático en los servicios de saneamiento del ámbito urbano.
	Implementar planes de manejo y gestión de quebradas en zonas de asentamientos urbanos, como medida de adaptación frente a la presencia de deslaves e inundaciones que son generados por eventos hidrometeorológicos extremos generados por el cambio climático.
	Controlar la expansión urbana fuera de los polígonos de crecimiento establecidos, especialmente en zonas con alto riesgo frente al cambio climático.
	Implementar planes de concientización locales, que integren temáticas de riesgo climático y sus medidas de adaptación para sensibilizar a la población sobre los impactos del cambio climático en los asentamientos humanos.
	Implementar y articular con el sector público, privado, sociedad civil, comunidades y academia, estrategias de resiliencia urbana ante desastres climáticos y eventos extremos como: agricultura urbana, operaciones urbanas integrales, mejoramiento barrial integral, mejoramiento y arborización del espacio público, entre otros.
	Desarrollar e implementar programas de mejoramiento de las condiciones de vida (trabajo, educación, salud), sobre todo de las poblaciones que se encuentran en zonas de asentamientos informales, para que cuenten con los suficientes recursos financieros y económicos para el fortalecimiento de su capacidad adaptativa y de esta manera enfrentar los eventos climáticos adversos.
	Implementar planes de contingencia y recuperación de infraestructura de los asentamientos humanos, que permitan trabajar en los efectos económicos, sociales y ambientales, ocasionados por el cambio climático.
	Delimitar áreas de crecimiento de los asentamientos humanos en función de las amenazas climáticas (principalmente deslaves e inundaciones), y de esta manera garantizar la seguridad de sus habitantes e infraestructura.
	Ejecutar programas de uso eficiente del suelo urbano y de optimización del uso del suelo vacante dentro de áreas consolidadas, para evitar nuevos asentamientos humanos en zonas de alto riesgo frente a eventos hidrometeorológicos fuertes y extremos que generan impactos negativos.
	Garantizar el acceso equitativo de la infraestructura de servicios básicos, a todo tipo de asentamientos humanos, con una planificación y ejecución que responda a las amenazas climáticas, la reducción de vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático y sus impactos negativos.
	Implementar, mejorar y/o relocalizar infraestructura de los asentamientos, sobre todo informales, que se encuentran en mayor riesgo frente a eventos hidrometeorológicos fuertes y extremos.
	Llevar a cabo acciones y obras de adaptación frente al cambio climático, en zonas de asentamiento informal que se encuentran en procesos de regularización.
	Implementar actividades de mantenimiento preventivo y limpieza de sistemas de infraestructura multipropósito como alternativa de adaptación, a los impactos negativos generados por eventos hidrometeorológicos fuertes y extremos que pueden afectar la infraestructura social y comunitaria de las poblaciones.
	Implementar sistemas de alerta temprana en zonas de alto riesgo, ante la presencia de eventos extremos originados por el cambio climático y que pueden dar lugar a inundaciones o deslaves que afecten a la población y su infraestructura.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS	SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Asentamientos Humanos	Implementar Infraestructura hidráulica mayor para uso multisectorial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Analisis de eventos extremos climáticos futuros con base a estudios de paleo climatología en zonas de recarga hídrica.
	Implementar rejillas, canales y otras infraestructuras para atender el abastecimiento y el drenaje de agua, en áreas afectadas por los impactos de las amenazas climáticas y en zonas de alto riesgo climático.		Analizar la Influencia del cambio climático sobre los glaciales del Ecuador.
	Implementar sistemas de alerta meteorológica temprana en las cuencas con altos niveles de riesgo climático.		Integrar las proyecciones climáticas para el estudio de disponibilidad de agua en cuencas bajo escenarios de cambio climático.
	Implementar servicios de información para la planificación y la gestión multisectorial de los recursos hídricos en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Diseñar e implementar acciones de adaptación que contribuyan a aumentar la capacidad adaptativa de los actores del sector hídrico mediante proyectos estratégicos nacionales y locales, frente a la presencia de amenazas climáticas actuales y futuras.
	Implementar tecnologías de ahorro de agua en ámbitos urbanos para garantizar el acceso a agua segura bajo condiciones climáticas actuales y futuras.		Planificar e implementar acciones adaptativas frente al cambio climático, para mejorar la captación, almacenamiento y distribución de la administración del recurso hídrico (depósitos de agua tales como tanques, piscinas, pequeñas represas, pozos y crestas de retención), en áreas con altos niveles de riesgo climático producido por el déficit hídrico.
	Implementar Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, sequías, aluviones y peligros de origen glacial en cuencas vulnerables al cambio climático, considerando el clima actual y los escenarios futuros proyectados.		Desarrollar procesos de planificación hídrica que permitan una adecuada gestión del recurso hídrico especialmente en temas relacionados con el consumo humano y riego, frente a escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar monitoreo y vigilancia de la calidad de agua superficial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Generar estudios de reciclaje y cosecha de agua en zonas que presentan problemas de escasez o déficit hídrico estacional bajo condiciones climáticas actuales y/o futuras.
	Aprovechar eficientemente la energía hidroeléctrica en cuencas vulnerables al cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Identificar y generar estrategias para el aprovechamiento sostenible de aguas subterráneas o agua lluvia como alternativa para el combate contra la sequía
	Diseñar planes de educación relacionados con el recurso hídrico, que incorporen temáticas de cambio climático y adaptación al cambio climático.		Fomentar programas y estrategias de reducción de consumo de agua potable.
Patrimonio Hídrico	Desarrollar estudios para la identificación de zonas con propensión a la degradación física o química, para facilitar la implementación de sistemas agroforestales que disminuyan los procesos de erosión.		Identificar prácticas ancestrales de aprovechamiento del agua para una mejor adaptación al cambio climático.
	Instalar servicios de agua potable, saneamiento, riego y drenaje básicos que sean sostenibles y que reduzcan la vulnerabilidad a las inundaciones de la infraestructura hídrica, así como la contaminación de acuíferos producida por el arrastre de desechos sólidos y líquidos, en zonas de alto riesgo climático.		Establecer una estrategia nacional para la gestión de la oferta y demanda hídrica nacional fortaleciendo la red hidrometeorológica e integrando variables de cambio climático, riesgo climático, con énfasis en zonas con estrés hídrico.
	Implementar infraestructura hidráulica de conducción, distribución y aplicación de agua para riego en zonas que presentan déficit hídrico actual o proyectado bajo escenarios de clima futuro.		Generar normativa relacionada con la gestión del agua que incluya la variable de adaptación al cambio climático.
	Asistir técnicamente y fortalecer capacidades de actores locales para el aprovechamiento sostenible del agua en zonas con déficit hídrico actual y/o futuro, tomando en cuenta proyecciones climáticas y evaluaciones de riesgo climático.		Desarrollar políticas de gestión del recurso hídrico y gestión del conocimiento en transferencia de tecnologías que apoyen a reducir el consumo excesivo de agua y la administración del recurso hídrico tomando en cuenta la adaptación al cambio climático en zonas de estrés hídrico.
	Fortalecer las capacidades técnicas, relacionadas con cambio climático y adaptación al cambio climático, en los consejos de cuenca, mediante un proceso descentralizado y comunitario de la gestión del recurso hídrico.		Modernizar el otorgamiento de derechos de uso de agua en cuencas vulnerables considerando caudales actuales y futuros bajo escenarios climáticos actuales y futuros.
	Incorporar acciones de fortalecimiento, sostenibilidad para la descentralización en la operación y mantenimiento de la red hidrometeorológica en zonas de recarga hídrica, que permitan a futuro la modelación climática, la generación de proyecciones climáticas y evaluaciones de riesgo climático.		Promover el incremento de los mecanismos de articulación multisectorial y multiactores para la gestión Integrada de recursos hídricos, ante los efectos del cambio climático y en materia de adaptación al cambio climático.
	Fortalecer al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres y Emergencias, incorporando evaluaciones de riesgo climático para escenarios actuales y/o futuros.		Involucrar la participación entre la administración local, universidades y centros de investigación, cuya información y conocimientos sobre adaptación al cambio climático puedan ser utilizados por especialistas a cargo de la toma de decisiones con respecto al patrimonio hídrico.
	Fortalecer los organismos a cargo del manejo de la infraestructura hidráulica para la gestión del agua, especialmente en zonas con déficit hídrico actual y/o futuro.		Desarrollar e implementar Sistemas de Alertas Tempranas para la reducción de riesgos hidroclimatológicos (sequía, lluvias intensas, altas temperaturas, inundaciones y heladas) en áreas de alto riesgo climático en escenarios actuales y futuros.
	Diseñar sistemas de observación de cuencas hidrográficas, para el desarrollo de planes de conservación, restauración y manejo sostenible del suelo, incluyendo evaluaciones de riesgo climático actual y futuro.		Fortalecer las redes de estaciones hidrometeorológicas para mejorar el monitoreo de las condiciones climáticas y con eso los procesos de actualización de las proyecciones climáticas.
	Determinar mecanismos para mejorar el pronóstico de precipitación y presencia de ENSO en el país.		Identificar tecnologías innovadoras de aprovechamiento del recurso hídrico como medidas de adaptación al cambio climático.
	Analisis de eventos extremos climáticos futuros con base a estudios de paleo climatología en zonas de recarga hídrica.		Fortalecer el sistema integral de información de los recursos hídricos y desarrollar módulos que permitan monitorear áreas afectadas por amenazas climáticas como consecuencias de los efectos del cambio climático.
			Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo y vigilancia de las amenazas hidroclimáticas enfocada en recursos hídricos, que considere escenarios actuales y proyecciones climáticas.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Patrimonio Hídrico	Elaborar estudios de infraestructura resiliente en áreas afectadas por amenazas climáticas, para la prevención de emergencias ante eventos o riesgos hidroclimáticos en escenarios actuales y futuros.
	Generar y establecer mecanismos de conservación, protección y recuperación de fuentes hídricas e implementación de sus planes de manejo para asegurar un futuro agua en calidad y cantidad, mediante el fortalecimiento técnico, administrativo, educativo y financiero de los consejos de cuenca tomando en cuenta futuros escenarios de cambio climático.
	Adaptar medidas de conservación y adaptación al cambio climático de las zonas ribereñas para control de inundaciones actuales y/o futuras, con la finalidad de preservar el patrimonio hídrico.
	Restaurar la cobertura vegetal riparia en áreas que actualmente sufren o sufrirán a futuro impactos relacionados con la degradación debido a la ocurrencia de amenazas climáticas.
	Implementar actividades de conservación y restauración en áreas de páramo y zonas de recarga hídrica en zonas de alto riesgo climático con la finalidad de mejorar la calidad del recurso hídrico para beneficiar a la población.
	Definir en territorio áreas de protección hídrica, formas de protección al dominio hídrico público y garantías preventivas de los Recursos Hídricos en zonas de recarga con altos niveles de riesgo climático debido a la presencia de estrés hídrico.
	Implementar infraestructura natural para la conservación, recuperación y uso sostenible de los servicios hídricos que permitan procesos de adaptación al cambio climático en áreas de alto riesgo climático.
	Proteger fuentes de agua en zonas relevantes para la recarga hídrica bajo escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar prácticas sostenibles para la conservación de ecosistemas en cuencas hidrográficas del ámbito de las Áreas Naturales Protegidas, priorizando sitios con altos niveles de riesgo climático.
	Proteger y/o restaurar humedales (cuerpos de agua, pantanos, etc.) como prestadores de servicios ecosistémicos ante impactos de cambio climático mediante un marco normativo de política pública, que promueva el fortalecimiento y manejo de los sitios RAMSAR.
	Implementar técnicas de manejo ecológico del agua para usos agrícolas e industriales en zonas con déficit hídrico en escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar actividades de manejo del paisaje y turismo como alternativas socioeconómicas de gestión hídrica como medida de adaptación ante escenarios de estrés o déficit hídrico actual o proyectado a futuro.
	Implementar prácticas de manejo sostenible de la tierra en áreas relacionadas con zonas de recarga hídrica relevantes bajo escenarios de condiciones de clima actual o futuro.
	Potenciar el almacenamiento natural del agua en los suelos y acuíferos para aprovechar los excedentes de las temporadas de lluvia y hacerlas accesibles en meses de escasez bajo escenarios climáticos actuales y futuros.
	Establecer cadenas productivas dependientes del agua para gestión de la demanda hídrica que consideren los impactos de las amenazas climáticas en escenarios de clima actuales y futuros.
	Gestionar, operar y manejar la captación y almacenamiento de agua en zonas estratégicas afectadas por los efectos de cambio climático (acuíferos nacionales y transfronterizos, zonas áridas, zonas de recarga, glaciares y otros), bajo escenarios de clima actuales y proyectados.
	Gestionar y controlar los recursos hídricos para otros usos y aprovechamientos para la reutilización del agua en zonas con déficit hídrico actual o proyectado bajo los escenarios de clima futuro.
	Brindar servicios de agua potable, saneamiento, riego y drenaje básicos que sean sostenibles y que reduzcan el riesgo climático.
	Realizar estudios integrales para construcción de obras de infraestructura hidráulica usando escenarios de clima futuro.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Patrimonio Hídrico	Analizar el riesgo climático de la infraestructura hídrica existente para establecer medidas de protección de los actores beneficiarios.
	Implementar análisis de escenarios de clima futuro para la distribución y asignación del recurso de acuerdo a la planificación hídrica de la cuenca y de manera integral.
	Implementar infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables con altos niveles de riesgo climático.
	Implementar una red hidrométrica en infraestructuras hidráulicas de captación y distribución de agua en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático con altos niveles de riesgo climático.
	Mejorar y construir reservorios para la provisión del servicio de agua de uso agrario en zonas que presentan déficit hídrico actual o proyectado bajo escenarios de clima futuro.
	Implementar infraestructura hidráulica de conducción, distribución y aplicación de agua para riego en zonas que presentan déficit hídrico actual o proyectado bajo escenarios de clima futuro.
	Implementar infraestructura hidráulica para uso agrario en zonas afectadas por los impactos de las amenazas climáticas, considerando escenarios climáticos actuales y futuros.
	Ampliar, optimizar y/o mejorar la eficiencia de los sistemas de agua potable para garantizar el acceso a agua segura bajo condiciones climáticas actuales y futuras.
	Implementación de infraestructura redundante en los sistemas de abastecimiento de agua, en zonas de déficit o escasez de agua, contemplando escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar Infraestructura hidráulica mayor para uso multisectorial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.
	Implementar rejillas, canales y otras infraestructuras para atender el abastecimiento y el drenaje de agua, en áreas afectadas por los impactos de las amenazas climáticas y en zonas de alto riesgo climático.
	Implementar sistemas de alerta meteorológica temprana en las cuencas con altos niveles de riesgo climático.
	Implementar servicios de información para la planificación y la gestión multisectorial de los recursos hídricos en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.
	Implementar tecnologías de ahorro de agua en ámbitos urbanos para garantizar el acceso a agua segura bajo condiciones climáticas actuales y futuras.
	Implementar Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, sequías, aluviones y peligros de origen glaciar en cuencas vulnerables al cambio climático, considerando el clima actual y los escenarios futuros proyectados.
Patrimonio Natural	Implementar monitoreo y vigilancia de la calidad de agua superficial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.
	Aprovechar eficientemente la energía hidroeléctrica en cuencas vulnerables al cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.
	Fortalecer procesos para la gestión de información y generación de evaluaciones de riesgo climático en escenarios actuales y futuros relacionados con incendios forestales en áreas afectadas por altas temperaturas y estrés hídrico.
	Desarrollar planes de Manejo de Áreas de Conservación que tomen en cuenta el riesgo climático junto con la definición de actividades de adaptación al cambio climático.
	Desarrollar planes locales que incorporen el componente de infraestructura verde y resiliencia, tomando en cuenta actividades de adaptación al cambio climático.
	Desarrollar planes de vida que aporte a la conservación del patrimonio natural con criterios de adaptación al cambio climático.
	Desarrollar estudios enfocados a la evaluación de riesgo climático en ecosistemas boscosos, con la finalidad de priorizar acciones de adaptación al cambio climático en el mediano y largo plazo.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS	SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Patrimonio Natural	Desarrollar estudios sobre la idoneidad ambiental de las especies considerando escenarios de clima actual y proyecciones climáticas futuras.	Patrimonio Natural	Implementar planes y programas de educación para la protección, conservación y restablecimiento de ecosistemas, que permitan una mayor resiliencia de estos ecosistemas frente al cambio climático.
	Integrar el mayor número de grupos taxonómicos dentro de los modelos biofísicos para la evaluación de riesgo climático con la finalidad de disponer de un número suficiente de datos que sean representativos de las áreas naturales.		Implementar y ampliar corredores de conectividad que disminuyan la pérdida de la biodiversidad y favorezcan a mantener las asociaciones ecológicas entre comunidades biológicas en zonas vulnerables ante los efectos de cambio climático.
	Determinar el incremento del nivel del mar y oleaje en las zonas marino-costeras utilizando escenarios futuros de cambio climático.		Implementar actividades de conservación de especies endémicas que permitan el incremento de sus poblaciones y de esta manera tengan una mayor capacidad adaptativa frente al cambio climático.
	Analizar las afectaciones del cambio climático en la provisión de los bienes y servicios ecosistémicos.		Instalar redes de estaciones hidrometeorológicas y mareográficas que permitan generar proyecciones climáticas a mayor detalle.
	Determinar la distribución de plagas y enfermedades de especies de flora y fauna utilizando escenarios futuros de cambio climático.		Implementar el sistema de alerta temprana nacional y subnacional ante peligros asociados al cambio climático para disminuir el impacto en los ecosistemas forestales.
	Analizar la influencia del cambio climático en los estados fenológicos de las especies vegetales.		Implementar un programa nacional de monitoreo de bosques para medir el impacto del cambio climático considerando escenarios de clima actuales y futuros.
	Analizar la vulnerabilidad de las especies en acuicultura frente a la acidificación, desoxigenación, y/o calentamiento oceánico causado por el cambio climático.		Implementar un sistema de vigilancia y control relacionado con el impacto del cambio climático en áreas naturales protegidas, con la definición de medidas para reducir la vulnerabilidad ante los efectos climáticos.
	Evaluar el impacto del cambio climático en la eutrofificación en ecosistemas y estuarinos marino-costeros.		Implementar un sistema de vigilancia fitosanitaria e incendios en bosques naturales y plantaciones forestales para prevenir su pérdida debido a la incidencia, bajo condiciones de cambio climático, y así reducir los riesgos frente a peligros asociados a este.
	Evaluar las afectaciones del cambio climático en los océanos y su interacción con la salud humana.		Monitorear los ecosistemas y especies más vulnerables y con altos niveles de riesgo climático debido a los impactos causados por las amenazas climáticas.
	Analizar los anillos de crecimiento en especies forestales y manglares que permita la reconstrucción de las condiciones climáticas pasadas.		Implementar acciones de control, vigilancia y fiscalización en bosques, que reduzcan el impacto de las amenazas climáticas y no climáticas y a su vez reduzcan los niveles de riesgo climático.
	Incrementar los datos de colectas sobre las respuestas de las especies y las comunidades ante escenarios de cambio climático actual y futuro para mejorar las evaluaciones de riesgo climático en el sector de patrimonio natural.		Proteger fuentes de agua en zonas relevantes para la recarga hídrica bajo escenarios de clima actual y futuro.
	Gestionar políticas y estrategias que permitan mantener y mejorar el estado poblacional de especies cinegéticas y aquellas sujetas a aprovechamiento, tanto industrial como artesanal, a nivel continental y marino-costero, que se encuentran en peligro por condiciones climáticas actuales y/o bajo escenarios de clima futuro.		Implementar prácticas sostenibles para la conservación de ecosistemas en cuencas hidrográficas del ámbito de las Áreas Naturales Protegidas, priorizando sitios con altos niveles de riesgo climático.
	Promover políticas de conservación, incorporando la protección de distintos niveles de biodiversidad (participación comunitaria local), en áreas con altos niveles de riesgo climático.		Proteger y/o restaurar humedales (cuerpos de agua, pantanos, etc.) como prestadores de servicios ecosistémicos ante impactos de cambio climático mediante un marco normativo de política pública, que promueva el fortalecimiento y manejo de los sitios RAMSAR.
	Incluir el riesgo climático en las herramientas de planificación y gestión de las áreas protegidas, áreas especiales para la conservación de la biodiversidad y patrimonio forestal del Estado.		Implementar técnicas de manejo ecológico del agua para usos agrícolas e industriales en zonas con déficit hídrico en escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar programas de monitoreo a mediano y largo plazo para evaluar las categorías de amenaza y riesgo de extinción de cada especie en relación a condiciones climáticas actuales y proyectadas bajo escenarios de clima futuro.		Implementar actividades de manejo del paisaje y turismo como alternativas socioeconómicas de gestión hídrica como medida de adaptación ante escenarios de estrés o déficit hídrico actual o proyectado a futuro.
	Diseñar sistemas de Áreas Locales de Conservación con Planes y Medidas de Manejo en sitios con altos niveles de riesgo climático.		Potenciar el almacenamiento natural del agua en los suelos y acuíferos para aprovechar los excedentes de las temporadas de lluvia y hacerlas accesibles en meses de escasez bajo escenarios climáticos actuales y futuros.
	Promover prácticas ancestrales de cuidado del bosque y ríos para incrementar el nivel de resiliencia climática ante los efectos del cambio climático.		Establecer cadenas productivas dependientes del agua para gestión de la demanda hídrica que consideren los impactos de las amenazas climáticas en escenarios de clima actuales y futuros.
	Restaurar ecosistemas para mantener la conectividad del paisaje y reducir impactos ante eventos climáticos extremos.		Gestionar, operar y manejar la captación y almacenamiento de agua en zonas estratégicas afectadas por los efectos de cambio climático (acuíferos nacionales y transfronterizos, zonas áridas, zonas de recarga, glaciares y otros), bajo escenarios de clima actuales y proyectados.
	Implementar opciones de restauración de ecosistemas forestales para mantener la funcionalidad del paisaje y reducir los riesgos ante los efectos del cambio climático.		Gestionar y controlar los recursos hídricos para otros usos y aprovechamientos para la reutilización del agua en zonas con déficit hídrico actual o proyectado bajo los escenarios de clima futuro.
	Implementar actividades de aprovechamiento y uso sostenible de productos y servicios de la biodiversidad, incorporando el enfoque de cadenas de valor y el enfoque de cambio climático y adaptación al cambio climático.		Implementar sistemas de redistribución estacional del agua en zonas con déficit hídrico actual y/o proyectado bajo los escenarios de clima futuro.
	Implementar actividades de trabajo colaborativo interinstitucional en cuanto a los patrones de dispersión, abundancia relativa y estado de las poblaciones de especies, para enfrentar los impactos derivados del cambio climático y generar resiliencia climática.		
	Implementar paquetes de medidas de adaptación al cambio climático basadas en Ecosistemas (AbE) enfocadas en aumentar y mantener los servicios ecosistémicos a través de corredores, aislamiento, pasos de fauna, etc.		

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS	SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Patrimonio Natural	Promover y desarrollar infraestructura que reduzca la vulnerabilidad de la generación hidroeléctrica, especialmente en centrales ubicadas en cuencas vulnerables a los efectos del cambio climático tomando en cuenta proyecciones climáticas.	SAG	Desarrollar diagnósticos de la fertilidad del suelo, para la nutrición de cultivos anuales, perenne y forrajes, que permitan el uso sostenible de recursos naturales agroproductivos como respuesta a los impactos del cambio climático.
	Implementar infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables con altos niveles de riesgo climático.		Desarrollar y fomentar procesos de investigación participativa enfocada en la transición de sistemas agroproductivos convencionales a sistemas agroproductivos sostenibles, con la finalidad de determinar las mejores alternativas respecto de los impactos del cambio climático y su relación con los factores de producción.
	Implementar una red hidrométrica en infraestructuras hidráulicas de captación y distribución de agua en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático con altos niveles de riesgo climático.		Analizar la afectación del cambio climático en los requerimientos agroecológicos y climáticos de los cultivos.
	Mejorar y construir reservorios para la provisión del servicio de agua de uso agrario en zonas que presentan déficit hídrico actual o proyectado bajo escenarios de clima futuro.		Generar estudios que estimen las pérdidas económicas causadas por el cambio climático en la producción agrícola y pecuaria.
	Implementar infraestructura de protección hidráulica para uso agrario en zonas afectadas por los impactos de las amenazas climáticas, considerando escenarios climáticos actuales y futuros.		Determinar especies genéticamente mejoradas y con mayor adaptabilidad a climas extremos.
	Ampliar, optimizar y/o mejorar la capacidad de producción de los sistemas de agua potable para garantizar el acceso a agua segura bajo condiciones climáticas actuales y futuras.		Determinar la distribución de plagas y enfermedades de especies productivas considerando escenarios futuros de cambio climático.
	Implementación de infraestructura redundante en los sistemas de abastecimiento de agua, en zonas de déficit o escasez de agua, contemplando escenarios de clima actual y futuro.		Promover procesos de investigación científica, relacionados a la productividad de cultivos en zonas que presenten impactos de cambio climático y estimen el aporte de las prácticas sostenibles (sistemas de producción agroforestales y uso óptimo de bioinsumos).
	Implementar Infraestructura hidráulica mayor para uso multisectorial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Fomentar el consumo responsable de productos provenientes de sistemas agroproductivos sostenibles, como una alternativa resiliente frente a los impactos del cambio climático, a través de mecanismos como certificaciones, campañas comunicacionales, y otros.
	Implementar rejillas, canales y otras infraestructuras para atender el abastecimiento y el drenaje de agua, en áreas afectadas por los impactos de las amenazas climáticas y en zonas de alto riesgo climático.		Desarrollar e implementar modelos de gestión sostenibles que garanticen una agroproducción limpia para enfrentar los impactos del cambio climático, a través de una adecuada producción, comercialización y distribución de bioinsumos.
	Implementar sistemas de alerta meteorológica temprana en las cuencas con altos niveles de riesgo climático.		Realizar estudios de mercado para zonas de riesgo climático, respecto a los productos provenientes de sistemas agroproductivos sostenibles, incluyendo el análisis de procesos de trazabilidad para ser implementados.
	Implementar servicios de información para la planificación y la gestión multisectorial de los recursos hídricos en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Institucionalizar procesos de implementación de sistemas agroproductivos sostenibles y resilientes a los impactos de cambio climático.
	Implementar tecnologías de ahorro de agua en ámbitos urbanos para garantizar el acceso a agua segura bajo condiciones climáticas actuales y futuras.		Desarrollar incentivos monetarios y no monetarios que permitan la implementación de circuitos agroproductivos sostenibles para enfrentar los impactos del cambio climático.
	Implementar Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, sequías, aluviones y peligros de origen glacial en cuencas vulnerables al cambio climático, considerando el clima actual y los escenarios futuros proyectados.		Optimizar los requerimientos nutricionales e insumos de los cultivos para mantener e incrementar su productividad como respuesta a las amenazas del cambio climático, tomando en cuenta su relación con la soberanía alimentaria.
	Implementar monitoreo y vigilancia de la calidad de agua superficial en cuencas vulnerables ante los efectos del cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Diseñar e implementar modelos y planes de negocio en las comunidades rurales a fin de promover la agroproducción sostenible y libre de deforestación, como respuesta a los impactos del cambio climático.
	Aprovechar eficientemente la energía hidroeléctrica en cuencas vulnerables al cambio climático y con altos niveles de riesgo climático.		Desarrollar y fortalecer cadenas agroproductivas estratégicas (alto valor) sostenibles de comunidades campesinas para reducir los riesgos ante los efectos del cambio climático.
	Transferir buenas prácticas relacionadas con sistemas agroproductivos sostenibles frente al avance de la frontera agrícola favorecido por los cambios del clima.		Diseñar el marco normativo y regulatorio, que permita la gestión eficiente y sostenible del uso y manejo de suelos, recuperación progresiva de áreas degradadas e incremento de la productividad agropecuaria como respuesta a los efectos climáticos.
	Fortalecer los espacios de gobernanza y gestión integral del territorio con lineamientos orientados a generación de paisajes sostenibles, que enfrenten los impactos del cambio climático, a través del manejo del suelo, insumos y técnicas de producción.		Revisar y actualizar instrumentos normativos y técnicos para la integración de la adaptación al cambio climático de los sistemas agropecuarios. (buenas prácticas agropecuarias y ambientales).
SAG	Fortalecer capacidades técnicas, administrativas, financieras, organizativas, y otras para la implementación de modelos de transición a sistemas agroproductivos resilientes antes los impactos del cambio climático.		Diseñar e implementar instrumentos técnicos de preparación, respuesta y recuperación del sector agropecuario, ante la ocurrencia de una amenaza agroclimática.
	Implementar prácticas de manejo sostenible de la tierra en áreas relacionadas con zonas de recarga hídrica relevantes bajo escenarios de condiciones de clima actual o futuro.		Fomentar procesos intersectoriales de trazabilidad y certificación para productos que provienen de prácticas agroproductivas sostenibles y libres de deforestación, como respuesta a los impactos del cambio climático.
	Desarrollar prácticas de manejo sostenible de la tierra que incorporan conservación y restauración de suelos y buenas prácticas agrícolas que incorporen principios agroecológicos.		Desarrollar un plan de gestión y ordenamiento de tierras rurales, con un enfoque multisectorial (MAATE y MAG) como respuesta de adaptación al cambio climático.
	Actualizar Planes de Riego y Drenaje tomando en cuenta la planificación.		

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
SAG	Desarrollar e implementar un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades tomando en cuenta los efectos del cambio climático.
	Rescatar prácticas ancestrales como buenas prácticas de producción agropecuaria que aporten a la generación de medidas de adaptación para enfrentar los impactos negativos del cambio climático.
	Revalorizar, rescatar y promocionar conocimientos, saberes y prácticas ancestrales en las cadenas de valor agropecuarias, bajo el enfoque, lineamientos y criterios técnicos de adaptación al cambio climático.
	Evaluar el estado de las poblaciones en aislamiento voluntario y su relación con los efectos del cambio climático, a partir de la identificación de las principales amenazas climáticas, análisis de riesgos y capacidad adaptativa ante los impactos actuales.
	Recuperar conocimientos y prácticas ancestrales en el uso sostenible de los recursos del sector agropecuario que permitan reducir la vulnerabilidad y generar capacidad adaptativa local como respuesta a los efectos del cambio climático.
	Generar información para la implementación de sistemas de alertas tempranas y gestión del riesgo agropecuario ante eventos climáticos extremos, para así aumentar la resiliencia de los sistemas agroproductivos ante el cambio climático.
	Fomentar los sistemas de agroproducción, mediante el uso y consumo de bancos de germoplasma y casas de semillas nativas derivadas de la biodiversidad nativa e introducida en el contexto de los impactos del cambio climático y la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas locales.
	Fomentar la agrobiodiversidad a través ferias de semilla y bancos de germoplasma como alternativa de adaptación en zonas con riesgo a sequías y desertificación.
	Mejorar e incentivar procesos de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria en concordancia con la implementación de sistemas agroproductivos resilientes a los impactos del cambio climático.
	Mejorar y renovar pasturas (mezclas forrajeras, variedades mejoradas) para garantizar la sanidad animal en zonas de alto riesgo climático.
	Mejorar la nutrición animal (consumo de pasto en el punto óptimo, utilización de balanceados, ensilajes, henolajes y otras prácticas que mejoren la digestibilidad de los animales), y así enfrentar los efectos del cambio climático en el contexto de la soberanía alimentaria.
	Implementar buenas prácticas para el uso sostenible del suelo e insumos en las actividades agropecuarias, para garantizar el uso adecuado y responsable de los mismos, y así enfrentar los efectos del cambio climático a través del incremento de la capacidad adaptativa local.
	Implementar buenas prácticas para el uso sostenible de los recursos agua y suelo de las actividades agropecuarias en las zonas identificadas con alto nivel de riesgo y vulnerabilidad climática.
	Implementar una mejora de la calidad en la producción agropecuaria con procesos de diversificación, certificación y trazabilidad (sistemas particulares y asociativos) mediante el uso sostenible de recursos naturales, insumos y prácticas productivas para generar capacidad adaptativa en las zonas de alto riesgo climático.
	Implementar buenas prácticas agropecuarias para el uso sostenible de los recursos naturales (manejo de material vegetativo en óptimo estado durante el trasplante y siembra, sistemas de riego parcelario tecnificado, uso de variedades acordes a los regímenes hídricos, planificación de las épocas de siembra y cosecha, entre otras), y así contribuir a la reducción de la vulnerabilidad climática en comunidades.
	Mejorar la transferencia de recursos genéticos de cultivos y animales de granja, para incrementar la resiliencia de los sistemas naturales y humanos frente a los impactos derivados del cambio climático.
	Desarrollar sistemas de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos y manejo preventivo de enfermedades en animales de granja con mayor vulnerabilidad al cambio climático.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
SAG	Transformar los sistemas de producción ganaderos en el ecosistema páramo, con la finalidad de proteger las zonas de recarga hídrica como medida de adaptación ante los efectos del cambio climático.
	Implementar buenas prácticas de fertilización en los suelos de zonas con alta vulnerabilidad a peligros asociados con los impactos del cambio climático.
	Diversificar la producción de cultivos y métodos de crianza de animales de granja con mayor vulnerabilidad al cambio climático con la finalidad de generar una capacidad adaptativa y respuesta local.
	Conservar in situ y ex situ la agrobiodiversidad para incrementar la resiliencia de los cultivos frente al cambio climático.
	Manejrar y conservar los pastos cultivados como suplementación alimentaria de las cianzas en zonas vulnerables con peligros asociados al cambio climático y de alta vulnerabilidad.
	Establecer e implementar circuitos alternativos de comercialización de productos provenientes de sistemas agroproductivos resilientes a los impactos del cambio climático.
	Implementar sistemas y servicios de información agroclimática regional para la incorporación de la adaptación ante los efectos del cambio climático y fenómenos conexos.
	Implementar sistemas de riego tecnificado en zonas identificadas con amenazas climáticas, como por ejemplo ante sequías y así generar capacidad de adaptación.
	Implementar tecnologías sostenibles alternativas de manejo y control de la erosión de suelos en zonas vulnerables a peligros asociados al cambio climático.
	Implementar tecnologías sostenibles y alternativas de protección de áreas de cultivos en zonas identificadas con alto riesgo climático provenientes de inundaciones.
	Implementar tecnologías y alternativas sostenibles de recuperación de suelos agrarios degradados por salinización en zonas vulnerables al cambio climático.
	Implementar servicios de innovación tecnológica adaptativa ante el cambio climático en cadenas de valor agrarias con la finalidad de generar resiliencia y reducir la vulnerabilidad climática respectivamente.
	Fortalecer los procesos de implementación de un Programa Nacional de Municipios Saludables, considerando las amenazas climáticas y sus impactos en la salud de la población.
	Transferir prácticas saludables ante el incremento de enfermedades vectoriales relacionadas a las amenazas climáticas actuales y futuras.
	Desarrollar estudios sobre los niveles de desnutrición vinculados con el impacto de las amenazas climáticas en el contexto de la seguridad alimentaria.
	Transferir prácticas saludables para combatir enfermedades transmitidas por vectores como el dengue, en escenarios climáticos actuales y futuros, ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.
	Capacitar y transferir conocimiento sobre adaptación al cambio climático a entidades públicas centrales y descentralizadas.
	Fortalecer capacidades de gobiernos regionales y locales para la incorporación de la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en las inversiones públicas en salud.
	Fortalecer campañas de información y difusión de las prácticas saludables como respuesta del sistema de salud pública ante los efectos e impactos del riesgo climático.
Salud	Desarrollar un Plan de Intervención para acciones de control, en lo relacionado a los vectores de transmisión de enfermedades, que contemplan escenarios de clima actual y futuro.
	Desarrollar un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático para la infraestructura de salud y la población expuesta a enfermedades sensibles al clima.
	Elaborar planes de contingencia para enfrentar emergencias sanitarias bajo condiciones de clima actual y futura, considerando que la frecuencia e intensidad de las amenazas climáticas podrían aumentar con el cambio climático.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Salud	Implementar un sistema de vigilancia de salud ambiental y salud en el trabajo, para establecer afectaciones a la salud por factores ambientales que contemplen los impactos de las amenazas climáticas en escenarios climáticos actuales y futuros, así como acciones de adaptación al cambio climático.
	Desarrollar metodologías y protocolos para el levantamiento de información, desarrollo de indicadores y seguimiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades emergentes asociadas al clima, tomando en cuenta proyecciones climáticas futuras y actividades de adaptación al cambio climático.
	Utilizar información climática (actual y futura) para conocer la etiología y elaborar pronósticos de enfermedades sensibles al clima.
	Desarrollar modelos territoriales predictivos del comportamiento de enfermedades vectoriales (dengue, por ejemplo) que incluyan información de clima actual y futuro.
	Identificar y analizar factores climáticos asociados al aparecimiento, rango de dispersión y prevalencia de enfermedades tropicales en escenarios actuales y futuros.
	Analizar las afectaciones del cambio climático en la salud, diferenciando grupos etarios.
	Desarrollar un estudio de la carga viral de enfermedades infecciosas, asociada al cambio climático en escenarios actuales y futuros.
	Desarrollar un estudio para la determinación de variables ambientales y de salud, que tengan impacto en la salud humana asociada a los efectos cambio climático tomando en cuenta proyecciones climáticas futuras.
	Analizar multi temporalmente los impactos del cambio climático en la incidencia de enfermedades de vigilancia epidemiológica.
	Crear una unidad o departamento de coordinación interinstitucional en el Ministerio de Salud, para el desarrollo de programas, proyectos y coordinación de acciones de adaptación requeridas ante el cambio climático.
	Articular los sectores de salud y la reducción de riesgos de desastres climáticos (Health core Card).
	Monitorear y evaluar las medidas de control de vectores considerando las condiciones de clima actual y futuro (futuras epidemias)
	Desarrollar medidas de adaptación al cambio climático entorno al paisaje urbano, para mejorar el bienestar y salud de la población, mediante el uso de proyecciones climáticas futuras.
	Implementar acciones de respuesta en servicios de salud ante la ocurrencia de eventos climáticos actuales y futuros, asociados al cambio climático
	Articular intersectorialmente el control de vectores de transmisión de enfermedades en el territorio, con medidas integrales, inocuas y respetuosas de los ecosistemas bajo escenarios de clima actual y considerando las proyecciones de clima futuro.
	Establecer instalaciones de salud eficientes y resilientes al clima en áreas de alto riesgo climático.
	Implementar tecnologías en el diseño de la construcción y/o habilitación de infraestructura de salud ante la ocurrencia de peligros asociados al cambio climático, tomando en cuenta proyecciones climáticas futuras.
	Implementar tecnologías en el mejoramiento de la infraestructura de salud vulnerable, ante la ocurrencia de impactos asociados al cambio climático en escenarios actuales y futuros.
	Fortalecer de los sistemas de alerta temprana en la salud pública para la gestión del riesgo asociada al cambio climático
	Implementar acciones para el funcionamiento y la operatividad de los servicios de salud ante la ocurrencia de impactos asociados al cambio climático en escenarios actuales y futuros.
	Integrar proyecciones climáticas en el desarrollo de evaluaciones de riesgo climático relacionadas con la infraestructura de hidrocarburos, tomando en cuenta escenarios climáticos actuales y futuros.
	Promover y desarrollar infraestructura que reduzca la vulnerabilidad de la generación hidroeléctrica, especialmente en centrales ubicadas en cuencas vulnerables a los efectos del cambio climático tomando en cuenta proyecciones climáticas.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Sectores Productivos y Estratégicos (Hidrocarburos)	Generar estudios de vulnerabilidad frente a amenazas climáticas de los oleoductos, y tubos de conducción con la finalidad de identificar los sectores con mayor probabilidad de rotura y presencia de derrames.
	Desarrollar estudios de vulnerabilidad y riesgo climático en las cadenas de valor del sector de hidrocarburos, que contemple las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura relacionada a este sector.
	Desarrollar un registro de eventos climáticos extremos con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en el país que hayan afectado a la infraestructura de hidrocarburos, para de esta manera identificar la línea base y sitios de mayor afectación de las amenazas climáticas en la actualidad.
	Fortalecer capacidades de los especialistas en temáticas de hidrocarburos enfocadas a la adaptación al cambio climático.
	Diseñar sistemas de monitoreo de amenazas climáticas, alineadas al modelo geológico donde se asienta la infraestructura de transporte de hidrocarburos.
	Determinar puntos críticos de monitoreo de amenazas climáticas en áreas de infraestructura hidrocarburífera, con la finalidad de definir acciones de adaptación al cambio climático que permitan la resiliencia de la misma.
	Implementar actividades de conservación y reforestación en áreas de alto riesgo climático asociadas con infraestructura hidrocarburífera.
	Implementar sistemas de alerta temprana frente a deslizamientos para infraestructura hidrocarburífera ubicada en zonas de alto riesgo climático.
	Implementar planes de alerta temprana según los niveles de lluvias extremas, (generación de inspecciones inmediatas si pasan los niveles moderados) para incrementar la resiliencia de la infraestructura hidrocarburífera.
	Implementar redes de estaciones para disponer de datos relacionados con umbrales de lluvia, que permitan el monitoreo de la infraestructura hidrocarburífera en áreas de alto riesgo climático.
	Implementar planes anuales de mantenimiento e inspección (Plan cambio de ruta), para incrementar la resiliencia de la infraestructura hidrocarburífera en áreas de alto riesgo climático.
	Implementar medidas de protección en zonas de derrames relacionadas con actividades hidrocarburíferas, que contemplen escenarios de clima actual y futuro.
	Implementar sistemas aéreos para oleoductos, en áreas de alto riesgo climático, para que esta infraestructura no sea afectada por los impactos del cambio climático.
	Construir drenajes en oleoductos que se encuentran bajo el suelo con la finalidad de disminuir los impactos causados por las amenazas climáticas (deslizamientos y derrumbes).
	Implementar planes de cambio de ruta de la infraestructura de hidrocarburos, en sectores donde existe riesgos de erosión no controlada, como consecuencia de los cambios en los patrones de precipitación relacionados con el cambio climático.
	Conservar y dar mantenimiento a tramos aéreos de oleoductos que se encuentran en áreas de alto riesgo climático.
	Implementar sistemas de monitoreo para la infraestructura de transporte de hidrocarburos, en zonas de alto riesgo climático tomando en cuenta escenarios actuales y futuros.
	Monitorear las precipitaciones y drenajes en áreas de alto riesgo climático, considerando proyecciones climáticas futuras.
	Asegurar el abastecimiento de hidrocarburos y la integración energética, mediante la implementación de acciones de adaptación al cambio climático en áreas críticas de alto riesgo climático.
	Generar estudios detallados de vías afectadas por deslizamientos y posibles nuevos lugares que podrían ser afectados por deslizamientos en el futuro (estudios geotécnicos) a causa de cambios en los patrones de precipitación relacionados con el cambio climático.
	Generar estudios geológicos enfocados al análisis de estratos y estabilidad de infraestructura vial en zonas afectadas por deslizamientos provocados por lluvias intensas en escenarios de clima actual y futuro.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RECOMENDADAS
Sectores Productivos y Estratégicos (Transporte)	Recopilar y analizar registros históricos de lluvias intensas y eventos de inundaciones en zonas con infraestructura vial para identificar la línea base e identificar las zonas más afectadas.
	Elaborar modelos de inundación en áreas de infraestructura vial, que tomen en cuenta escenarios climáticos actuales y futuros.
	Realizar evaluaciones de las obras de infraestructura vial existente considerando los niveles de precipitación actuales y futuros, en áreas de alto riesgo climático.
	Diseñar nuevos sistemas de alcantarillado, drenaje y pasos de agua en áreas de alto riesgo climático, que consideren los impactos de las amenazas climáticas en escenarios actuales y futuros, en lo que respecta a la infraestructura vial.
	Conformar comités comunitarios relacionados a temas viales, para combatir afectaciones producidas por inundaciones como efecto de la presencia de lluvias intensas en escenarios de cambio climático.
	Mantener el cauce natural y protección de cauces y riveras, para reducir el riesgo de desbordes de cuerpos de agua que pueden afectar la infraestructura vial.
	Identificar zonas recurrentes a inundaciones y zonas de alto riesgo climático debido a la presencia de lluvias intensas dentro de la infraestructura vial.
	Desarrollar un sistema nacional de registro de eventos de inundación, deslizamientos o afectaciones al sistema vial.
	Mantener, mejorar e implementar estaciones meteorológicas en áreas con vacíos de información a lo largo de la red vial nacional, que permitan a futuro incorporar datos para la generación de proyecciones climáticas.
	Diseñar sistemas de drenaje que permitan reducir el riesgo climático de las lluvias intensas en la infraestructura vial, considerando proyecciones climáticas.
	Diseñar subdrenajes para salvaguardar la capa asfáltica debido a la presencia de lluvias intensas considerando escenarios de clima actuales y futuros.
	Generar alianzas interinstitucionales para la implementación de obras y acciones que apunte a la adaptación del cambio climático en la infraestructura vial, considerando evaluaciones de riesgo climático.
	Asignar dependencias específicas dentro del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, que gestionen programas y proyectos de adaptación al cambio climático de la red vial estatal.
	Implementar mejoras en procesos contractuales relacionados con la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial, tomando en cuenta períodos y áreas de mayor riesgo climático con la finalidad de reducir los impactos provocados por las amenazas climáticas.
	Revegetar y reforestar áreas con infraestructura vial, adyacentes a sitios de deslizamientos actuales y/o proyectados, considerando las proyecciones climáticas futuras.
	Diseñar alternativas de infraestructura resiliente para reducir/solucionar parcial o totalmente afectaciones producidas por deslizamientos, considerando escenarios de clima actuales y futuros (construcción de berma o terrazas, muros anclados de hormigón armado al pie del talud de cada muro de contención).
	Construir sistemas de subdrenaje al pie de taludes y bordes de la carretera, en sitios de alto riesgo climático por lluvias intensas, que contemplen proyecciones climáticas futuras.
	Construir cunetas de coronación tomando en cuenta escenarios de clima actual y futuro, con la finalidad de reducir el impacto de inundaciones provocadas por la presencia de lluvias intensas en zonas de alto riesgo climático.
	Incrementar el diámetro de alcantarillas y realizar limpiezas oportunas y periódicas de modo que se reduzca el tiempo de inundación para evitar sobresaturación y colapso de la capa asfáltica, en épocas lluviosas o durante un evento extremo que consideren proyecciones climáticas futuras.
	Reajustar sistemas de drenaje considerando las previsiones de variabilidad y cambio climático en escenarios de clima actuales y futuros.
	Implementar estructuras protectoras en las vías y carreteras con mayor vulnerabilidad y de alto riesgo climático ante la presencia de lluvias intensas.
	Implementar un sistema de alerta temprana que permita conocer los posibles impactos que tendrán las inundaciones en áreas con altos niveles de riesgo climático.
	Monitorear periódicamente el estado actual de las estructuras viales (alcantarillas, puentes, pasos deprimidos, etc.) mediante inspecciones con especialistas, como medida de adaptación en áreas de alto riesgo climático.

Anexo 9. Acciones/prácticas que contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la gestión de suelos

ÁREA HOMOGENEA	AMENAZA CLIMÁTICA	ACCIONES / PRÁCTICAS QUE CONTRIBUYEN A LA ADAPTACIÓN
G1 AM2 W3 Se ubica principalmente en la provincia de Los Ríos, y el extremo norte de la provincia de Guayas, comparten pequeñas porciones de las provincias de Manabí, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomentar la labranza mínima, cero o reducida, para causar un mínimo movimiento del suelo e intervenir lo menos posible sobre él, al momento de cultivarlo.</li> <li>Incentivar la construcción de cercas vivas para proteger al suelo de los fenómenos climáticos que implican períodos de lluvia o sequía prolongada.</li> <li>Fomentar prácticas de agricultura de conservación (AC).</li> <li>Adicionar materia orgánica al suelo como compost.</li> <li>Prohibir la quema de rastrojos.</li> <li>Instaurar terrazas de desague, zanjas de drenaje, mejorar las condiciones edáficas.</li> <li>Acceso a seguro agrícola y pecuario.</li> </ul>
G1 AM5 W3 Cordillera Costera; provincias Manabí, Esmeraldas.	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar terrazas de absorción de tipo: banco o nivel. En estas zonas caracterizadas por precipitaciones altas &gt;1000 mm/año, se debe contemplar un sistema de drenaje superficial.</li> <li>Construir terrazas de formación lenta, con el fin de incrementar la capacidad de retención del suelo contra la erosión.</li> <li>Aplicar abonos orgánicos y biofertilizantes porque presentan efectos positivos sobre la fertilidad del suelo y esto contribuye a subsanar deficiencias nutricionales inmediatas, de mediano o de largo plazo.</li> <li>Fomentar los cultivos asociados y agroforestales.</li> <li>Establecer zanjas de infiltración y terrazas para interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, anulando su velocidad y permitiendo una mayor infiltración, aumento de la producción de pastos, árboles o cultivos, reducción la erosión hídrica del suelo, aumento del número de manantiales y el caudal de agua y disminuir los riesgos de inundación y deslizamientos.</li> <li>Implementación de sistemas silvopastoriles, que conserven el suelo y hagan más rentables las explotaciones ganaderas.</li> </ul>
G2 AM12 W4 Vertientes de la Cordillera de los Andes, provincias de Bolívar, Carchi, Pichincha, Loja	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar la construcción de terrazas con declive o de drenaje, son un tipo de terrazas que se utiliza en áreas donde la precipitación es abundante o las características de permeabilidad y profundidad de los suelos propician la acumulación excesiva de agua que es necesario desalojar hacia una salida natural o artificial protegida.</li> <li>Construir de terrazas con declive o de drenaje, aplicables en zonas de precipitación abundante.</li> <li>Implementación del uso de surcos al contorno.</li> <li>Fomentar los cultivos asociados y agroforestales.</li> <li>Acceder a seguro agrícola y pecuario.</li> </ul>
G2 AM12 W5 Vertientes de la Cordillera de los Andes, provincias de Bolívar, Carchi, Pichincha, Loja	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomentar la reconversión del uso agrícola con pendientes fuertes a la conservación y protección.</li> <li>Aplicar prácticas conservacionistas aplicadas a nivel de ladera:             <ol style="list-style-type: none"> <li>Repoblación de pastos y de bosques, fundamentalmente con especies adaptadas a la zona y al valor económico</li> <li>Buen manejo de pastos (pastoreo de corta duración y frecuente) y bosques</li> <li>Construcción de zanjas o acequia de infiltración en áreas de bosques y pastizales</li> <li>Construcción de terrazas de absorción</li> <li>Construcción de surcos de contorno</li> <li>Construcción de zanjas de infiltración o acequias de desviación</li> <li>Construcción de pequeños reservorios o "cochas".</li> </ol> </li> <li>Establecer cultivos de cobertura y otras prácticas vegetativas que tiene como finalidad formar y establecer una cubierta vegetal en el terreno para conservarlo, mejorarlo y aprovechar la humedad del suelo controlando esta humedad por ser cultivos tupidos que cubren la superficie del suelo totalmente como cultivos tupidos (cereales, pastos, mezclas forrajeras, etc.).</li> <li>Adicionar materia orgánica al suelo como compost.</li> <li>Prohibir la quema de rastrojos.</li> </ul>

ÁREA HOMOGENEA	AMENAZA CLIMÁTICA	ACCIONES / PRÁCTICAS QUE CONTRIBUYEN A LA ADAPTACIÓN
G2 AM13 W4 Se encuentra en el sistema de cadenas montañosas, que incluye vulcanismo y fosas tectónicas, sobre una unidad relacionada con rellenos y depósitos intermontañosos	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar barreras vivas alineadas para reducir el grado y el largo de la pendiente, reduciendo la erosión hídrica laminar y en surcos en las áreas de cultivos.</li> <li>Adicionar materia orgánica al suelo como compost.</li> <li>Acceso al seguro agrícola y pecuario.</li> <li>Establecer cultivos asociados y agroforestal.</li> </ul>
G2 AM14 W4 Volcánicos principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha.	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar labranza cero, tráfico agrícola controlado y labranza reducida.</li> <li>Establecer zanjas de drenaje o canales drenaje.</li> <li>Implementar cultivos de drenaje y sistemas agroforestales.</li> <li>Aplicar prácticas sostenibles como la labranza cero o reducida para evitar la destrucción de la materia orgánica del suelo.</li> <li>Establecer rotación de cultivos, y reforestar.</li> <li>Reforestar, sostiene el suelo, conserva su humedad, brinda sombra, provee al suelo de materia orgánica y biodiversidad.</li> <li>Fomentar la diversidad de trabajo alternativo, agro eco turismo.</li> </ul>
G2 AM13 CaPRe Sierra centro y sierra norte en las provincias Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Romper la cangahua subaflorante (en profundidad): "subsolado" para que los productores puedan seguir produciendo en estas tierras, mejoren sus medios de vida y no abandonen los campos o migren a las ciudades en busca de mejores oportunidades.</li> <li>Aplicar abonos orgánicos y biofertilizantes que presentan efectos positivos sobre la fertilidad del suelo porque contribuyen a subsanar deficiencias nutricionales inmediatas, de mediano o de largo plazo.</li> <li>Dinamizar la producción y la economía de las zonas deprimidas de las provincias donde la cangahua está presente.</li> </ul>
G1 SI2 r Ubicada al extremo norte de la ciudad de Guayaquil y delimitada por el río Babahoyo, otra porción en la provincia de Santa Elena.	Secuencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar el lavado de suelos y un sistema de riego tecnificado.</li> <li>Implementación de sistemas de drenaje.</li> <li>Fomentar el cambio de especies vegetal más tolerantes a la salinidad.</li> <li>Investigar nuevas variedades de gramíneas que utilicen menos cantidad de riego.</li> <li>Nutrición de cultivos basados en análisis de suelos y recomendaciones técnicas.</li> <li>Cultivar de acuerdo con las condiciones biofísicas y climáticas cultivos tolerantes a las sales como algodón, palma aceitera, coco y ciertos tipos de cítricos.</li> <li>Construir sistemas de drenaje para el lavado de sales para que no causen antagonismo de nutrientes.</li> <li>Abonar los suelos con compost y biofertilizantes.</li> </ul>

**Anexo 10.** Acciones/prácticas que contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la gestión de humedales

HUMEDALES	AMENAZA CLIMÁTICA	ACCIONES / PRÁCTICAS QUE CONTRIBUYEN A LA ADAPTACIÓN
Todos los humedales priorizados	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservar los ecosistemas naturales importantes para la provisión de servicios ambientales.</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Cajas, Churute, Colta, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Lago Agrio, La Segua, Nucanchi Turupampa	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restaurar los ecosistemas degradados.</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Cajas, Colta, Cube, Nucanchi Turupampa, Sur Isabela	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservar, restaurar y mejorar los sistemas de captación de agua para las poblaciones locales.</li> </ul>
Cajas, Churute, Colta, Cube, Lago Agrio, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Nucanchi Turupampa	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar sistemas de alerta temprana.</li> </ul>
Cajas, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Nucanchi Turupampa, Sur Isabela	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la red de estaciones hidrometeorológicas, con la finalidad de contar con mejor información para enfrentar al riesgo climático.</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Churute, Colta, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Lago Agrio, La Segua, Nucanchi Turupampa, Sur Isabela	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer las capacidades de los actores locales, mediante actividades de capacitación, sensibilización, de organización social y de aprendizaje de nuevas alternativas de manejo frente al cambio climático.</li> </ul>
Todos los humedales priorizados	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporar temas de cambio climático y educación ambiental en instituciones educativas.</li> </ul>
Todos los humedales priorizados	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerar el riesgo climático en la planificación de uso y gestión del suelo en los GAD.</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Colta, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Lago Agrio, La Segua, Nucanchi Turupampa	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer alternativas de Manejo Sostenible de la Tierra (MST).</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar políticas e instrumentos que permitan anticipar el riesgo, reducir la exposición y peligro.</li> </ul>
Abras de Mantequilla, Churute, Colta, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Lago Agrio, La Segua, Nucanchi Turupampa, Sur Isabela	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar el manejo sostenible de las áreas agrícolas y ganaderas.</li> </ul>
Churute, Cube	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir obra gris en zonas propensas a deslizamientos.</li> </ul>
Cajas, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, La Segua, Nucanchi Turupampa	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar infraestructura natural.</li> </ul>
Churute, Cube, Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Lago Agrio	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar sistemas agroforestales.</li> </ul>
Cuyabeno-Lagartococha-Yasuni, Nucanchi Turupampa	Temperaturas muy altas y lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer los procesos de gobernanza entre los actores que se encuentran dentro de la ZRH de los humedales.</li> </ul>

**Anexo 11.** Ficha para la elaboración de perfiles de medidas de adaptación al cambio climático en Ecuador  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/yocKLTLGEns3c>

**Anexo 12.** Fichas para el diseño final de medidas de adaptación al cambio climático  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/DFRxYZLFxwXgxkm>

**Anexo 13.** Matriz de medidas, iniciativas, metas sectoriales e indicadores del componente de adaptación del PI – NDC  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/rEWiLPi3eqHwPNK>

**Anexo 14.** Movilidad Humana y Cambio Climático  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/foqT5CRj272ns9n>

**Anexo 15.** Líneas de investigación en adaptación al cambio climático  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/GdXgPnWHLKEMG39>

**Anexo 16.** Actores que han participado en la fase de formulación del PNA  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/igFp3XCJiKffHo5>

**Anexo 17.** Formato preestablecido del sistema MRV.  
Disponible en el siguiente enlace: <https://nextcloud.ambiente.gob.ec/index.php/s/TToWX6ZXLp6mdaC>





@AmbienteEc



@Ambienteec



@Ambiente\_Ec

## Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador



República  
del Ecuador