

COSTA RICA

Cuarta Comunicación Nacional

Convención Marco
de las Naciones Unidas
sobre Cambio Climático



GOBIERNO DE COSTA RICA
Ministerio de Ambiente y Energía

COSTA RICA
Cuarta Comunicación Nacional
Convención Marco de las
Naciones Unidas sobre Cambio Climático



- © Gobierno de Costa Rica
- © Ministerio del Ambiente y Energía
San José, Costa Rica
Teléfono (506) 2233-4533
www.minae.go.cr
- © Costa Rica 2021: Cuarta Comunicación Nacional a la
Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio
Climático. Primera Edición.

Edición:

Yazmín Montoya Jiménez

Diseño y diagramación:

Rodrigo Granados Jiménez

De conformidad con la Ley Número 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos, es prohibida la reproducción de este libro en cualquier forma o medio, electrónico o mecánico incluyendo el fotocopiado, grabadoras sonoras y otros, sin permiso escrito del editor.

Contenido

ACRÓNIMOS Y SIGLAS	21
RESUMEN EJECUTIVO	25
A. LAS CIRCUNSTANCIAS NACIONALES	26
B. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	28
C. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	30
D. MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	31
E. INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CMNUCC	33
EXECUTIVE SUMMARY	36
A. NATIONAL CIRCUMSTANCES	37
B. GREENHOUSE GAS INVENTORY	39
C. VULNERABILITY AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE	41
D. GREENHOUSE GAS MITIGATION	42
E. ADDITIONAL INFORMATION FOR ACHIEVING THE OBJECTIVE OF THE UNFCCC	44
CAPÍTULO 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES	47
1.1. PERFIL GEOGRÁFICO Y CLIMÁTICO	48
1.1.1. Geografía	49
1.1.2. Hidrografía	49
1.1.3. Clima	50
1.1.4. Organización territorial	51
1.1.5. Uso de la tierra	52
1.2. PERFIL SOCIAL	54
1.2.1. Características demográficas	55
1.2.2. Educación	56

1.2.3. Salud	58
1.2.4. Acceso a servicios	59
1.2.4.1. AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	59
1.2.4.2. Electricidad	61
1.2.4.3. Vivienda	62
1.2.5. Pobreza	63
1.3. PERFIL ECONÓMICO	65
1.3.1. Panorama general	65
1.3.2. Empleo y desempleo	66
1.3.3. Sectores económicos relevantes para el cambio climático	68
1.3.3.1. Energía	68
1.3.3.2. Transporte	69
1.3.3.3. Turismo	70
1.3.3.4. Agropecuario	71
1.3.3.5. Forestal	72
1.4. INSTITUCIONALIDAD ENFOCADA AL CAMBIO CLIMÁTICO	73
1.4.1. Política Nacional de Adaptación	74
1.4.2. Plan Nacional de Descarbonización	75
1.4.3. Contribución Nacionalmente Determinada	76
1.4.4. Institucionalidad e instancias de coordinación	77

CAPÍTULO 2. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO	81
2.1. FORMULACIÓN DEL INGEI DE COSTA RICA	82
2.1.1. Metodología	83
2.1.2. Principales fuentes de datos	83
2.1.3. Categorías principales	84
2.1.4. Control de la calidad y archivo	84
2.1.5. Incertidumbre	85
2.2. RESULTADOS Y TENDENCIAS DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DEL GEI	85
2.2.1. Tendencia por gas	86
2.2.2. Tendencia por sector	88
2.2.3. Tendencia de otros gases precursores y carbono negro	89
2.3. SECTOR ENERGÍA	90
2.3.1. Actividades con quema de combustible	91
2.3.2. Emisiones fugitivas de combustibles	92
2.4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	93
2.4.1. Industria de los minerales	95

2.4.2. Industria química	95
2.4.3. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	95
2.4.4. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	96
2.4.5. Manufactura y uso de otros productos	96
2.5. SECTOR AGRICULTURA	96
2.5.1. Ganado	98
2.5.2. Fuentes agregadas y fuentes no CO ₂ de la tierra	98
2.6. SECTOR SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	99
2.6.1. Tierras	101
2.6.2. Fuentes agregadas y fuentes no CO ₂ de la tierra	102
2.7. SECTOR RESIDUOS	102
2.7.1. Disposición de los residuos sólidos	104
2.7.2. Tratamiento biológico de los residuos sólidos	104
2.7.3. Incineración e incineración abierta de residuos	104
2.7.4. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	105
2.8. RECÁLCULOS	106
2.8.1. Sector Energía	106
2.8.2. Sector IPPU	106
2.8.3. Sector Agricultura	107
2.8.4. Sector FOLU	109
2.8.5. Sector Residuos	109

CAPÍTULO 3. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 111

3.1. TENDENCIAS Y PROYECCIONES CLIMÁTICAS	112
3.1.1. Clima actual	112
3.1.1.1. <i>Temperatura media anual</i>	113
3.1.1.2. <i>Lluvia media anual</i>	113
3.1.1.3. <i>Mapas de aridez promedio y aridez extrema, 1982-2019</i>	115
3.1.1.4. <i>Mapas de lluvias de percentil 10 y percentil 90</i>	115
3.1.1.5. <i>Fenómenos y eventos meteorológicos extremos 1980-2017</i>	116
3.1.2. Clima futuro	121
3.1.2.1. <i>Escenarios climáticos futuros RCP-2.6</i>	121
3.1.2.2. <i>Escenarios climáticos futuros RCP-8.5</i>	126
3.2. VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	132
3.2.1. Vulnerabilidad nacional	132
3.2.2. Vulnerabilidad por región socioeconómica	133

3.2.2.1. <i>Región Central</i>	133
3.2.2.2. <i>Región Chorotega</i>	136
3.2.2.3. <i>Región Pacífico Central</i>	138
3.2.2.4. <i>Región Brunca</i>	140
3.2.2.5. <i>Región Huetar Norte</i>	143
3.2.2.6. <i>Región Huetar Caribe</i>	145
3.2.3. Vulnerabilidad por sectores prioritarios	148
3.2.3.1. <i>Sector agropecuario y pesca</i>	148
3.2.3.2. <i>Sector recurso hídrico</i>	149
3.2.3.3. <i>Sector biodiversidad</i>	151
3.2.3.4. <i>Sector salud</i>	152
3.2.3.5. <i>Sector infraestructura</i>	154
3.2.3.6. <i>Sector turismo</i>	155
3.3. AVANCES Y DESAFÍOS DE COSTA RICA PARA LA ADAPTACIÓN	157
3.3.1. Marco institucional y arreglos institucionales para planificar la adaptación	157
3.3.2. Integración de prioridades de adaptación en la planificación del desarrollo	157
3.3.3. Avances en datos e información climática	160
3.3.3.1. <i>Desarrollo de proyecciones y escenarios climáticos</i>	160
3.3.3.2. <i>Generación de escenarios ante el aumento del nivel del mar</i>	161
3.3.4. Avances en la implementación de medidas de adaptación	162
3.3.4.1. <i>Medidas de adaptación por región de planificación</i>	162
3.3.4.2. <i>Medidas de adaptación por cantón</i>	163
3.3.4.3. <i>Medidas de adaptación por temas, modalidades y subtemas</i>	163
3.3.4.4. <i>Medidas de adaptación por tipos de actividades</i>	166
3.4. AVANCES EN EL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN Y SU SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN	166
3.5. VÍNCULOS ENTRE ADAPTACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	167
3.6. CAPACIDADES, RECURSOS Y OBSTÁCULOS PARA LA PLANIFICACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ADAPTACIÓN	168
CAPÍTULO 4. MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO	173
4.1. SÍNTESIS DE INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTA SECCIÓN	173
4.2. ACCIONES DE MITIGACIÓN 2015-2020	178
4.2.1. Acciones de mitigación por sectores IPCC 2006	178
4.2.2. Acciones de mitigación por áreas de acción NCD 2020	179
4.2.3. Acciones de mitigación según el PND	180
4.2.4. Acciones de mitigación según áreas principales de impacto	181

4.2.5. Clasificación según ODS	182
4.2.6. Financiamiento	183
4.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA	184
4.3.1. Plan Nacional de Descarbonización	186
4.3.2. Estrategia Nacional REDD+	190
4.3.3. Instrumentos de política sectorial	190
4.3.3.1. Sector agropecuario	192
4.3.3.2. Sector energía	193
4.3.3.3. Sector transporte y desarrollo urbano	193
4.3.3.4. Sector residuos	193
4.3.3.5. Sector industria y servicios	194
4.3.3.6. Sector bosques y biodiversidad	194
4.3.3.7. Sector transversal	194
4.4. PROGRAMAS Y PROYECTOS	194
4.4.1. Acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMAs)	195
4.4.2. Programa País Carbono Neutralidad	197
4.4.3. Programas y proyectos sectoriales	198
4.4.3.1. Sector agropecuario	198
4.4.3.2. Sector energía	198
4.4.3.3. Sector transporte y desarrollo urbano	198
4.4.3.4. Sector residuos	200
4.4.3.5. Sector industria y servicios	200
4.4.3.6. Sector bosques y biodiversidad	201
4.4.3.7. Transversal	202
4.5. DIAGRAMAS RESUMEN POR ÁREA DE IMPACTO PRINCIPAL	202
4.6. PROYECTOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL QUE CONTRIBUYEN A LA MITIGACIÓN	210
4.7. LIMITACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN, VACÍOS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA	215

CAPÍTULO 5. INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CMNUCC	217
5.1. OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA	218
5.1.1. Institucionalidad de la red de observación sistemática nacional	219
5.1.2. Estaciones sinópticas	221
5.1.3. Estaciones meteorológicas aeronáuticas	223
5.1.4. Estaciones climatológicas	225
5.1.5. Estaciones agrometeorológicas	225

5.1.6. Estaciones hidrometeorológicas	226
5.1.7. Estaciones medidoras de la calidad del aire	226
5.1.8. Estaciones mareográficas	227
5.1.9. Red de cambio climático	227
5.1.10. Red de descargas eléctricas	228
5.1.11. Necesidades en observación sistemática	229
5.2. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	229
5.2.1. Soporte recibido	230
5.2.2. Soporte provisto	232
5.2.2.1. <i>Mitigación</i>	232
5.2.2.2. <i>Adaptación</i>	237
5.2.3. Necesidades de transferencia tecnológica	240
5.3. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN	246
5.3.1. Soporte recibido	249
5.3.2. Soporte provisto	250
5.3.2.1. <i>Labor institucional</i>	250
5.3.2.2. <i>Labor universitaria</i>	252
5.3.2.3. <i>Labor municipal</i>	253
5.3.3. Necesidades en educación y sensibilización	253
5.4. FOMENTO DE CAPACIDADES	254
5.4.1. Soporte recibido	256
5.4.2. Soporte provisto	262
5.4.3. Necesidades en fomento de capacidades	264
BIBLIOGRAFÍA	267

Índice de figuras

Resumen ejecutivo

Figura A. Tendencia de las emisiones totales de Costa Rica entre 1990-2017 por sector.	29
---	----

Executive Summary

Figure A. Trend of total emissions of Costa Rica between 1990-2017 by sector.	40
--	----

Capítulo 1

Figura 1.1 Relieve de Costa Rica.	48
Figura 1.2 Unidades hidrológicas y cuencas hidrográficas de Costa Rica.	49
Figura 1.3 Mapa de Regiones de Planificación de Costa Rica.	51
Figura 1.4 Áreas silvestres protegidas de Costa Rica.	52
Figura 1.5 Distribución de las áreas silvestres protegidas de Costa Rica.	53
Figura 1.6 Distribución porcentual del uso de la tierra en las fincas de Costa Rica, según su uso.	54
Figura 1.7 Reducción de nacimientos.	55
Figura 1.8 Reducción de la tasa de fecundidad entre 2000-2018.	55
Figura 1.9 Cambios en la estructura poblacional.	56
Figura 1.10 Tasas netas de escolaridad en el sistema educativo de Costa Rica.	57
Figura 1.11 Curva de casos de COVID-19 confirmados diariamente en Costa Rica.	58
Figura 1.12 Dosis de vacunas contra el COVID-19 aplicadas en Costa Rica, hasta setiembre 2021.	59
Figura 1.13 Población de Costa Rica con acceso a electricidad.	61
Figura 1.14 Porcentaje de capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, 2019.	62
Figura 1.15 Porcentaje de hogares con pobreza por LP.	63

Figura 1.16	Porcentaje de personas con pobreza por LP.	63
Figura 1.17	Porcentaje de hogares en pobreza multidimensional.	64
Figura 1.18	Principales indicadores de la fuerza de trabajo.	66
Figura 1.19	Tasa neta de participación, de ocupación y de desempleo 2010-2021.	67
Figura 1.20	Atención de la demanda de energía por fuente en Costa Rica, 2020.	69
Figura 1.21	Composición del parque automotor, según tipo de combustible.	70
Figura 1.22	Área sometida a PSA según modalidad, años 2012 y 2015.	73
Figura 1.23	Comportamiento del aprovechamiento forestal en el quinquenio 2011-2015.	73

Capítulo 2

Figura 2.1	Estructura de los arreglos institucionales para elaboración del INGEI.	82
Figura 2.2	Ciclo de inventario de Costa Rica.	83
Figura 2.3	Simulación de Monte Carlo para las emisiones totales de CO ₂ equivalente de Costa Rica en 2017.	85
Figura 2.4	Contribución relativa por gas en el total de emisiones de 2017 excluyendo FOLU.	86
Figura 2.5	Tendencia de las emisiones de GEI neto (incluyendo FOLU).	87
Figura 2.6	Tendencia de las emisiones de HFCs en Costa Rica, 1995-2017.	87
Figura 2.7	Tendencia relativa con respecto a 1990 de las emisiones de SF ₆	87
Figura 2.8	Tendencia de las emisiones totales de Costa Rica entre 1990-2017 por sector.	88
Figura 2.9	Variación de las emisiones de gases precursores entre 1990 y 2017.	89
Figura 2.10	Variación de las emisiones de carbono negro con respecto a 1990.	89
Figura 2.12	Emisiones por categoría de fuente del sector Energía de Costa Rica de 1990 a 2017.	90
Figura 2.11	Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector energía en 2017.	90
Figura 2.13	Tendencia de las emisiones del sector energía.	91

Figura 2.14	Tendencia de las emisiones del sector IPPU de Costa Rica.	93
Figura 2.15	Tendencia de las emisiones del sector IPPU.	94
Figura 2.16	Emisiones del sector agricultura en el período 1990-2017.	97
Figura 2.17	Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector agricultura en el 2017.	97
Figura 2.18	Tendencia de las emisiones del sector.	97
Figura 2.19	Emisiones (+) y absorciones (-) netas de CO ₂ eq para el sector FOLU por categoría de uso de la tierra para el periodo 1990-2017.	100
Figura 2.20	Distribución relativa por categoría de uso de la tierra de las emisiones y absorciones absolutas del sector silvicultura y otros usos de la tierra en 2017.	100
Figura 2.21	Histórico de las emisiones del sector residuos.	103
Figura 2.22	Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector residuos en 2017.	103
Figura 2.23	Tendencia de las emisiones del sector residuos.	103
Figura 2.24	Emisiones de CH ₄ en el tratamiento de residuos sólidos para el período 1990-2017.	104
Figura 2.25	Tendencia de las emisiones de la categoría 4.C.	105
Figura 2.26	Tendencia de las emisiones en el tratamiento y eliminación de aguas residuales.	105
Figura 2.27	Recálculos para el sector energía.	106
Figura 2.28	Recálculo realizado en el INGEI 2015 de las emisiones del sector IPPU para inventarios anteriores para el sector energía.	107
Figura 2.29	Recálculo realizado en el INGEI 2017 de las emisiones del sector IPPU para inventarios anteriores.	108
Figura 2.30	Recálculos para el sector agricultura.	108
Figura 2.31	Recálculos para el sector silvicultura y otros usos de la tierra.	109
Figura 2.32	Recálculos totales para el sector residuos.	109
 Capítulo 3		
Figura 3.1	Climatologías de la temperatura media anual en °C, (A) observada y (B) simulada.	112
Figura 3.2	Ciclo anual de la temperatura media (°C) de la climatología de control simulada para el Pacífico Norte y Caribe Norte.	113

Figura 3.3 Climatologías de la lluvia media anual en mm, observada y simulada.	114
Figura 3.4 Aridez promedio y aridez extrema en Costa Rica, 1982-2019.	115
Figura 3.5 Mapa de lluvias, Percentil 10 de todos los días lluviosos en Costa Rica, 1982-2019.	116
Figura 3.6 Mapa de lluvias, Percentil 90 de todos los días lluviosos en Costa Rica, 1982-2019.	116
Figura 3.7 Frecuencia anual de fenómenos atmosféricos en Costa Rica. 1980-2017.	117
Figura 3.8 Distribución de fenómenos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.	118
Figura 3.9 Distribución de eventos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.	119
Figura 3.10 Registro de fenómenos y eventos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.	120
Figura 3.11 Distribución porcentual de tipos de evento según el fenómeno meteorológico.	120
Figura 3.12 Distribución mensual de fenómenos meteorológicos por región climática. 1980-2017.	120
Figura 3.13 Distribución mensual de eventos meteorológicos por región climática. 1980-2017.	121
Figura 3.14 Proyección de corto plazo (2010-2039), mediano plazo (2040-2069) y largo plazo (2070-2099) de la temperatura (°C) media anual. Escenario RCP2.6.	122
Figura 3.14 Continuación.	123
Figura 3.15 Cambio de la temperatura media anual (°C) en los horizontes de tiempo de (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6.	123
Figura 3.16 Proyección de lluvia (mm) media anual con el escenario RCP2.6 para: (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) de largo plazo (2070-2099).	124
Figura 3.16 Continuación.	125
Figura 3.17 Cambio de lluvia (mm) media anual en (A) corto plazo (2010-2039) y (B) largo plazo (2070-2099) con el escenario RCP2.6, respecto al clima control (1961-1990).	125

Figura 3.18 Proyección (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediado plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) de la temperatura (°C) media anual. Escenario RCP8.5.	126
Figura 3.18 Continuación.	127
Figura 3.19 Cambio en temperatura media anual (°C) en (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099). Escenario RCP8.5.	128
Figura 3.20 Proyección de variación temporal (2010-2100) de la temperatura media anual con el escenario RCP8.5 para el (A) Pacífico Norte y el (B) Caribe Norte.	128
Figura 3.21 Ciclos anuales de la temperatura (A) mínima y (B) máxima proyectada con el escenario de emisiones RCP8.5 para todo el siglo XXI.	129
Figura 3.22 Proyección de (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediado plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) de la lluvia(mm) media anual. Escenario RCP8.5.	130
Figura 3.22 Continación.	131
Figura 3.23 Proyección (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediado plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) del cambio de lluvia media anual con respecto a la climatología (1970-2000).	131
Figura 3.24 Ciclo anual de lluvia media anual (en mm/día) proyectado bajo el escenario de emisiones RCP8.5 en el Pacífico Norte.	132
Figura 3.25 Series de tiempo (2010-2099) de lluvia media anual (mm/día) proyectadas con el escenario RCP8.5 para: (A) Pacífico Norte, (B) Caribe Norte y (C) Pacífico Sur.	132
Figura 3.26 Escenarios de costos por eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos para el período 2011-2025.	133
Figura 3.27 Región Central: mapa de inundaciones y deslizamientos.	134
Figura 3.28 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Central declarados emergencia nacional (1988-2018).	135
Figura 3.29 Región Chorotega: Mapa de aumento del nivel mar, inundaciones e incendios.	136
Figura 3.30 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Chorotega declarados emergencia nacional (1988-2018).	137

Figura 3.31 Región Pacífico Central: Mapa de zonas con riesgo de aumento del nivel mar, incendios, inundaciones y deslizamientos.	139
Figura 3.32 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Pacífico Central declarados emergencia nacional (1988-2018).	139
Figura 3.33 Región Brunca: Mapa de aumento del nivel mar, inundaciones, deslizamientos e incendios.	141
Figura 3.34 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Brunca declarados emergencia nacional (1988-2018).	142
Figura 3.35 Región Huetar Norte: Mapa de inundaciones, deslizamientos y potenciales incendios.	143
Figura 3.36 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Huetar Norte declarados emergencia nacional (1988-2018).	144
Figura 3.37 Región Huetar Caribe: mapa de riesgo del aumento del nivel del mar, inundaciones, deslizamientos e incendios.	146
Figura 3.38 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Huetar Caribe declarados emergencia nacional (1988-2018).	147
Figura 3.39 Resumen diagnóstico de afectaciones por sector.	148
Figura 3.40 Mapa de medidas de adaptación por cantón.	164
Figura 3.41 Medidas de adaptación por subtema.	165
 Capítulo 4	
Figura 4.1 Tipo de acciones de mitigación.	174
Figura 4.2. Estado de avance de las acciones.	174
Figura 4.3. Escala de implementación de las acciones.	174
Figura 4.4. Gases que mitigan las acciones.	175
Figura 4.5. Clasificación de acciones de mitigación por sector IPCC 2006.	179
Figura 4.6. Orientación de los instrumentos de política	179
Figura 4.8 Orientación de acciones de mitigación según área de acción de la NDC 2020.	179
Figura 4.9. Orientación de instrumentos de política en la NDC.	180

Figura 4.11. Orientación de acciones por eje del Plan de Descarbonización.	180
Figura 4.10. Orientación de programas/proyectos en la NDC.	180
Figura 4.12. Orientación de los instrumentos de política según los ejes del Plan de Descarbonización.	180
Figura 4.13. Orientación de los programas/proyectos según los ejes del Plan de Descarbonización.	181
Figura 4.14. Orientación de acciones por áreas de impacto principal.	181
Figura 4.15. Instrumentos de política según área de principal impacto.	181
Figura 4.16. Programas/proyectos según área de principal impacto.	181
Figura 4.17. Clasificación según impacto en ODS.	182
Figura 4.18. Estado de financiamiento de los instrumentos de política.	183
Figura 4.19. Estado de financiamiento de programas/proyectos.	183
Figura 4.20. Fuente de financiamiento de instrumentos de política.	183
Figura 4.21. Fuentes de financiamiento de programas/proyectos.	183
Figura 4.22. Políticas de la Estrategia Nacional REDD+.	191
Figura 4.23. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector agropecuario.	203
Figura 4.24. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector energía.	204
Figura 4.25. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector transporte y desarrollo urbano.	205
Figura 4.26. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector residuos.	206
Figura 4.27. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector industria y servicios.	207
Figura 4.28. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector bosques y biodiversidad.	208
Figura 4.29. Acciones de mitigación transversales.	209
 Capítulo 5	
Figura 5.1 Distribución provincial de las estaciones meteorológicas del IMN.	220
Figura 5.2 Distribución de las estaciones meteorológicas del IMN por región climática.	221
Figura 5.3 Radar meteorológico del IMN.	222
Figura 5.4 Sistema de recepción satelital del IMN.	222

Figura 5.5 Mantenimiento de estación en pista.	224
Figura 5.6 Información generada por sensores.	224
Figura 5.7 Ubicación de las estaciones de descargas eléctricas.	228
Figura 5.8 Gobernanza de Costa Rica para la gestión de cooperación internacional para proyectos de cambio climático.	229
Figura 5.9 Carriles exclusivos en la GAM.	232
Figura 5.10 Objetivos del Artículo 6 de la CMNUCC. Promoción de la participación del público.	247
Figura 5.11 Abordaje de la educación ambiental en el marco de la Estrategia de Cambio Climático.	248

Índice de cuadros

Resumen ejecutivo

Cuadro A. Emisiones por gas y sector de Costa Rica en 2017.....	29
--	----

Executive Summary

Table A. Emissions by gas and sector of Costa Rica in 2017.....	40
--	----

Capítulo 1

Cuadro 1.1 Datos generales de Costa Rica.	48
---	----

Cuadro 1.2 Porcentaje de hogares con acceso a servicios básicos y tecnologías de la información y la comunicación.....	59
---	----

Cuadro 1.4 Avance de Costa Rica en la aplicación de la Meta 10ab de los ODM, 1990-2015.....	60
--	----

Cuadro 1.5 Índice de cobertura eléctrica según empresa distribuidora, 2019.....	61
--	----

Cuadro 1.6 Estado físico de las viviendas de Costa Rica.....	62
---	----

Cuadro 1.7 Indicadores principales de la población ocupada con un empleo formal o informal, 2021.....	68
--	----

Cuadro 1.8 Superficie total y por tipo de bosque en Costa Rica, según el INF 2014-2015.....	72
--	----

Cuadro 1.9 Entidades proveedoras de información sobre cambio climático en Costa Rica	79
---	----

Capítulo 2

Cuadro 2.1 Emisiones de GEI para 2017.....	81
---	----

Cuadro 2.2 Categorías no estimadas (NE) en INGEI 2017.....	82
---	----

Cuadro 2.3 Potenciales de calentamiento global usados en el inventario 2017.....	83
---	----

Cuadro 2.4 Fuentes principales de emisión de GEI para Costa Rica de acuerdo con la evaluación de nivel y tendencia.....	84
--	----

Cuadro 2.5	Análisis de incertidumbre del inventario 2017.	85
Cuadro 2.6	Emisiones por gas y sector de Costa Rica en 2017.	86
Cuadro 2.7	Tendencia relativa de las emisiones por gas (%).	88
Cuadro 2.8	Categorías de GEI estimadas en el sector energía.	90
Cuadro 2.9	Emisiones fugitivas debidas al petróleo (1.B.2a).	93
Cuadro 2.10	Emisiones fugitivas de CO2 provenientes de la producción de energía geotérmica (1.B.3).	93
Cuadro 2.11	Categorías estimadas en el sector procesos industriales y uso de productos.	94
Cuadro 2.12	Categorías estimadas en el sector agricultura.	96
Cuadro 2.13	Categorías estimadas en el sector FOLU.	99
Cuadro 2.14	Categorías estimadas en el sector residuos.	102
Cuadro 2.15	Categorías de fuentes estimadas en inventarios anteriores.	107
Cuadro 2.16	Potenciales de calentamiento global a 100 años utilizados en inventarios anteriores.	108

Capítulo 3

Cuadro 3.1	Amenazas derivadas del calentamiento global.	133
Cuadro 3.2	Instrumentos sectoriales con medidas de adaptación al cambio climático.	157
Cuadro 3.3	Medidas de adaptación por región de planificación.	163
Cuadro 3.4	Medidas de adaptación por temas y modalidades.	164
Cuadro 3.5	Principales tipos de actividades de adaptación.	166
Cuadro 3.6	Capacidades, obstáculos y necesidades para implementar acciones de adaptación.	169

Capítulo 4

Cuadro 4.1	Entidades que reportaron acciones de mitigación.	174
Cuadro 4.2	Metas en mitigación de la NDC 2020.	175
Cuadro 4.3	Instrumentos de política mapeados para el periodo 2015-2020.	184
Cuadro 4.4	Avances de la etapa inicial del PND (2019-2022).	186
Cuadro 4.5	Resumen Estrategia Nacional REDD+.	191
Cuadro 4.5	Resumen Estrategia Nacional REDD+.	192
Cuadro 4.6	Resumen de NAMAs	195

Cuadro 4.5 Resumen Estrategia Nacional REDD+.....	197
Cuadro 4.8 Programas/proyectos del sector agropecuario.	198
Cuadro 4.9 Programas/proyectos – sector transporte y desarrollo urbano.	199
Cuadro 4.10 Programas/proyectos del sector residuos.	201
Cuadro 4.11 Programas/proyectos – sector industria y servicios.	201
Cuadro 4.12 Programas/proyectos – sector bosques y biodiversidad.	202
Cuadro 4.13 Programas/proyectos – transversales.	202
Cuadro 4.14 Acciones de mitigación gestionadas desde la cooperación internacional.	210
 Capítulo 5	
Cuadro 5.1 Iniciativas de cooperación en transferencia tecnológica en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.	231
Cuadro 5.2 Necesidades de transferencia tecnológica en el contexto de las metas climáticas.	240
Cuadro 5.3 Iniciativas de cooperación en educación en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.	249
Cuadro 5.4 Necesidades en educación en el contexto de las metas climáticas del país.	254
Cuadro 5.4 Continuación.	255
Cuadro 5.5 Iniciativas de cooperación en creación de capacidades en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.	257
Cuadro 5.6 Necesidades en fomento de capacidades para alcanzar las metas climáticas del país.	265

Acrónimos y siglas

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo	CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
AFOLU	Agriculture, forestry and other land uses - Agricultura, silvicultura y otros uso de suelo	CENIGA	Centro Nacional de Información Geo-Ambiental
ASADA	Asociaciones administradoras de los sistemas de acueductos y alcantarillados comunales	CENCE	Centro Nacional de Control de Energía
ASP	Áreas silvestres protegidas	CER	Certificado de emisiones reducidas
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	CENAT	Centro Nacional de Alta Tecnología
BC	Carbono negro	CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
BCCR	Banco Central de Costa Rica	CGR	Contraloría General de la República
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica	CH ₄	Metano
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	CIGEFI	Centro de Investigaciones Geofísicas
BIOMARC	Biodiversidad Marino Costera en Cota Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático	CIMAR	Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología
BM	Banco Mundial	CINPE	Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible
BMUB	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear Alemán	CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
BMZ	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo	CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
BURs	Reportes bianuales de actualización	CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina	CO	Monóxido de carbono
CARE	Cooperative for Assistance and Relief Everywhere	CO ₂	Dióxido de carbono
CATIE	Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza	CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CBI	Corredor Biológico Interurbano	CONAGEBIO	Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo	CONARROZ	Corporación Arrocera Nacional
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social	COOPEGUANACASTE	Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste
		COOPELESCA	Cooperativa de Electrificación de San Carlos
		COOPESANTOS	Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos
		COP	Conferencia de las Partes
		CORBANA	Corporación Bananera Nacional

CORFOGA	Corporación de Fomento Ganadero	FBS	Fondo de Biodiversidad Sostenible
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos	FEM	Foro Económico Mundial
CRUSA	Fundación Costa Rica-Estados Unidos para la Cooperación	FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
CSACC	Comisión Sectorial Agropecuaria de Cambio Climático	FODESAF	Fondo de Desarrollo y Asignaciones Familiares
CST	Certificado para la Sostenibilidad Turística	FMI	Fondo Monetario Internacional
DA	Dirección de Agua	FONACC	Fondo Nacional de Cambio Climático
DCC	Dirección de Cambio Climático	FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
DGAC	Dirección General de Aviación Civil	FRNC	Fuentes renovables no convencionales
DIGECA	Dirección para la Gestión de la Calidad del Aire	FT	Fuerza de trabajo
DINADECO	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad	FUDEU	Fundación para el Desarrollo Urbano
DSE	Dirección Sectorial de Energía	GAM	Gran Área Metropolitana
EBAIS	Equipos Básicos de Atención Integral	GCF	Fondo Verde para el Clima
ECA	Ente Costarricense de Acreditación	GCOS	Global Climate Observing System (Sistema Mundial de Observación del Clima -SMOC-)
ECE	Encuesta Continua de Empleo	GEF	Global Environment Facility (Fondo Mundial para el Medio Ambiente)
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies - Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias	GEI	Gases de efecto invernadero
EHE	Eventos hidrometeorológicos extremos	GFOI	Global Forest Observation Initiative
EMAs	Estaciones meteorológicas automáticas	GEOSS	Global Earth Observing System of Systems (Grupo de Observaciones de la Tierra)
EME	Eventos meteorológicos extremos	GIR	Gestión integral de residuos
ENACC	Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático	GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (cooperación alemana)
ENAHO	Encuesta Nacional de Hogares	GWP	Global Water Partnership
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático	HCFC	Hidroclorofluorocarburos
ENGBC	Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono	HFC	Hidrofluorocarburos
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares	ICAFE	Instituto de Café de Costa Rica
ENOS	El Niño-oscilación del sur	ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos	ICODER	Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia	ICT	Instituto Costarricense de Turismo
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)	IFC	International Finance Corporation
		IGN	Instituto Geográfico Nacional
		IICA	Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura
		IKI	Iniciativa Climática Internacional
		IMN	Instituto Meteorológico Nacional

INA	Instituto Nacional de Aprendizaje	NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions (acciones de mitigación nacionalmente apropiadas)
INCOFER	Instituto Costarricense de Ferrocarriles	NDC	Nationally Determined Contributions (Contribuciones nacionalmente determinadas)
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos	NOx	Óxidos de nitrógeno
INF	Inventario Nacional Forestal	NSP	Nama Support Project - Proyecto de Apoyo Nama
INGEI	Inventario nacional de gases de efecto de invernadero	OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
INS	Instituto Nacional de Seguros	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático)	ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
IPM	Índice de pobreza multisectorial	OMM	Organización Meteorológica Mundial
IPPU	Industrial processes and use of products - Procesos industriales y uso de productos	ONF	Oficina Nacional Forestal
JASEC	Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago	ONG	Organización no gubernamental
LAGEDE	Laboratorio de Gestión de Desechos	ONU	Organización de las Naciones Unidas
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design / Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental	OVV	Organismo de Validación y Verificación
LP	Línea de pobreza	PCB	Programa de Conservación de la Biodiversidad
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería	PFCs	Perfluorocarburos
MCCR	Mecanismo de Compensación de Costa Rica	PFRNC	Plan Estratégico para la Promoción y Desarrollo de Fuentes Renovables no Convencionales
MEP	Ministerio de Educación Pública	PEN	Programa Estado de la Nación
MER	Mercado eléctrico regional	PES	Plan Estratégico Sectorial
MH	Ministerio de Hacienda	PGAI	Programa de Gestión Ambiental Institucional
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica	PIB	Producto interno bruto
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía	PMR	Productos de madera recolectada
MINSA	Ministerio de Salud	PNACC	Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos	PNCB	Programa Nacional de Corredores Biológicos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes	PNCC	Plan Nacional de Cambio Climático
MRT	Marco Reforzado de Transparencia	PND	Plan Nacional de Descarbonización
MRV	Monitoreo, reporte y verificación	PNDF	Plan Nacional de Desarrollo Forestal
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	PNH	Plan Nacional del Hábitat
N ₂ O	Óxido nitroso	PNE	Plan Nacional de Energía
		PNDIP	Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública

PNEG	Plan Nacional de Expansión de la Generación	SF ₆	Hexafluoruro de azufre
PNTE	Plan Nacional de Transporte Eléctrico	SIAGUA	Sistema Iberoamericano de Información del Agua
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	SIG	Sistemas de Información Geográfica
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente	SIMOCUTE	Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas
PPCN	Programa País Carbono Neutralidad	SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PPD	Programa de Pequeñas Donaciones	SINAMECC	Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático
PSA	Pago por Servicios Ambientales	SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	SITGAM	Sistema Integrado de Transporte Público Modalidad Autobús para la Gran Área Metropolitana
RAO	Residuos Agrícolas Orgánicos	SO _x	Óxidos de azufre
RDD	Relación de dependencia demográfica	TCO ₂ eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
RECOPE	Refinadora Costarricense de Petróleo	TEC	Instituto Tecnológico de Costa Rica
REDD	Reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques	TELCA	Tren Eléctrico Limonense de Carga
RREE	Ministerio de Relaciones Exteriores	TSE	Tribunal Supremo de Elecciones
RSO	Residuos sólidos ordinarios	UCR	Universidad de Costa Rica
SAF	Sistemas agroforestales	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SBD	Sistema de Banca para el Desarrollo	UNA	Universidad Nacional
SCC	Sistema de Cambio Climático	UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
SEN	Sistema Estadístico Nacional	UNGL	Unión Nacional de Gobierno Locales
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento	USAID	United States Agency for International Development - Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos
SEPLASA	Secretaría de Planificación Sectorial de Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial	ZCI	Zona de convergencia intertropical
SEPSA	Secretaría de Planificación del Sector Agropecuario		
SEPSE	Secretaría de Planificación del Sub-sector Energía		



200 AÑOS
INDEPENDENCIA
COSTA RICA
1821-2021



COSTA RICA
GOBIERNO DEL BICENTENARIO
2018-2022



MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía

Despacho de la Ministra
Ministerio de Ambiente y Energía

San José 15 de diciembre de 2021
DM-1241-2021

Señores

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Según el último Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC): Bases físicas, presentado en agosto de 2021, existen cambios en todo el sistema climático que están ocurriendo y que, de manera inequívoca demuestran que la influencia humana ha sido un factor clave en la ocurrencia de estos. Además, muchos de los cambios observados en el clima no tienen precedentes en miles, sino en cientos de miles de años, y algunos de los cambios que ya se están produciendo, como el aumento continuo del nivel del mar, no se podrán revertir hasta dentro de varios siglos o milenios.

Para evitar el nivel de calentamiento de 1,5°C, incluso 2°C y limitar el cambio climático, se requiere una reducción sustancial y sostenida de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases de efecto invernadero.

Costa Rica ha trazado en su Plan Nacional de Descarbonización, en la Política Nacional de Adaptación y en la actualización de su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), el camino que debe seguir el país para cumplir con la trayectoria que limita las emisiones 1,5°C y convertirse así en un país emisiones netas cero en el 2050, mientras se fortalecen las condiciones de resiliencia social, económica y ambiental del país ante los efectos del cambio climático.

Como país firmante de la Convención Marco de Naciones Unidas (CMNUCC) de París, Costa Rica está comprometida con la transparencia y el reporte. Hemos presentado dos Informes Bienales de Actualización (IBA) y tres Comunicaciones Nacionales. Como Ministra de Ambiente y Energía me es satisfactorio presentar la Cuarta Comunicación Nacional de Costa Rica ante la CMNUCC, reporte que incluye información relevante sobre las condiciones de vulnerabilidad y adaptación de Costa Rica, la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero para la serie histórica 1990-2017, así como los esfuerzos que realiza el país en acción climática, considerando una descripción actualizada de las medidas de mitigación, adaptación e información adicional de valor para el país en temas de educación, sensibilización y transferencia tecnológica.

Este es un informe clave para el país, ya que marca el inicio de la transición hacia el reporte establecido en el Acuerdo de París, específicamente en su Marco Reforzado de Transparencia y refleja el compromiso del país con la acción climática, cuyos resultados van a seguir quedando evidenciados en los reportes subsiguientes que se entreguen a la CMNCCC.



**Despacho de la Ministra
Ministerio de Ambiente y Energía**

Costa Rica está trabajando activamente por reducir la brecha temporal de la información reportada, de manera que se logre tener datos lo más actualizados posible, para facilitar la toma de decisiones basadas en datos y el involucramiento oportuno de diversos sectores en la acción climática. Es así que Costa Rica se compromete a publicar la estimación del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2020 para el año 2022 y así encaminarnos al cumplimiento con los requerimientos de reporte de Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

Agradezco el apoyo de las y los funcionarios y asesores que estuvieron trabajando para lograr la presentación de este informe, así como de la cooperación internacional, aliado clave de Costa Rica en estos temas.

Atentamente,

Andrea Meza Murillo
Ministra de Ambiente y Energía
República de Costa Rica



C. Dirección de Cambio Climático

Resumen ejecutivo

El presente documento constituye la Cuarta Comunicación Nacional de Costa Rica a la Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo de dicha convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Para lograrlo, los Estados Partes deben recopilar, conocer y analizar información confiable, transparente e integral sobre emisiones de GEI, acciones climáticas y el apoyo que se les da. Sobre eso versa esta Cuarta Comunicación que expone la situación de Costa Rica.

El Estado costarricense se comprometió a alcanzar, en 2030, un máximo de emisiones netas de 9,11 millones de toneladas de CO₂ eq; pero también aspira a tener una economía carbono neutral y compensar emisiones mediante su remoción (MINAE/DCC, 2020). Adicionalmente, la nación se alinea con el esfuerzo global de mantener la temperatura por debajo de los 2 °C (aunque trabaja para limitarlo a 1,5 °C), a aumentar la adaptación al cambio climático promoviendo un desarrollo bajo en emisiones y a orientar los flujos financieros para lograr un desarrollo resiliente.

Pese a los esfuerzos y a los avances logrados como nación, en el mundo el panorama es crítico. Informes mundiales han señalado que la temperatura media mundial actual es aproximadamente

1,2 °C superior al nivel preindustrial (1850-1900). Además, el incesante y continuo calentamiento global ha provocado más eventos meteorológicos extremos (EME), de mayor intensidad y con graves pérdidas y daños (OMM, 2020). Por otro lado, el quinquenio 2016-2020 ha sido el más cálido de la historia registrada y esa tendencia se mantendrá. De estos informes se concluye que, a pesar de las advertencias científicas, del aumento de la atención política y social y el Acuerdo de París, las emisiones mundiales de GEI han seguido aumentando.

Este panorama internacional intensifica el valor de la Cuarta Comunicación Nacional de Costa Rica para analizar la situación país ante el cambio climático, sus vulnerabilidades, sus esfuerzos, necesidades, logros y ambiciones para orientar acciones y buscar el apoyo que permita cumplir los objetivos planteados. Costa Rica se ha esforzado por contar con estrategias y políticas climáticas sólidas y coherentes con sus compromisos, a las cuales se alinean sus prioridades de cooperación internacional. Es así como ha alcanzado grandes avances y retos.

Esta Cuarta Comunicación expone el estado del cambio climático en Costa Rica a través de cinco capítulos. El primero, Circunstancias Nacionales, presenta un panorama general del país hasta 2021, respecto a las características

biofísicas, sociales y económicas y cómo inciden o podrían incidir en la capacidad de gestionar la mitigación y la adaptación al cambio climático. El segundo capítulo presenta una estimación de las emisiones y absorciones de GEI en Costa Rica para 2017, al tiempo que revisa y actualiza ediciones anteriores, recalculando las emisiones de los años 1990 a 2016. El tercer capítulo, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático, revisa las tendencias y proyecciones climáticas del país, la vulnerabilidad, los avances y desafíos para la adaptación y finaliza señalando las necesidades de apoyo. El cuarto capítulo, Mitigación de Gases de Efecto de Invernadero, resume y analiza las acciones de mitigación al cambio climático realizadas en Costa Rica entre 2015 y 2020. El quinto capítulo, Información Adicional para el Logro del Objetivo de la CMNUCC, actualiza y compila información sobre observación sistemática, transferencia de tecnología, educación y sensibilización y fomento de capacidades en cambio climático que el país ha obtenido y desarrollado durante el período 2015-2020.

A. Las Circunstancias Nacionales

Costa Rica es un país ubicado en América Central. Su superficie es de 51.100 km² de territorio continental, 589.682 km² de mar territorial y patrimonial y 23,85 km² de territorio insular. 27,6% de su superficie es área silvestre protegida (ASP). También se ubica en la Zona Tropical, lo cual determina muchas de sus condiciones climáticas, de suelos y de vegetación. Su territorio es joven, de origen volcánico y marino y presenta todas las formas de relieve: cordilleras, valles, llanuras, ríos y mesetas. Posee 34 cuencas hidrográficas que desembocan en dos vertientes: Océano Pacífico y Mar Caribe.

El país ostenta una de las democracias más longevas y fuertes del continente americano. Es una república libre e independiente, multiétnica y pluricultural, regida por una Constitución Política.

Mundialmente se le reconoce por su tradición pacífica y de apego a los derechos humanos, por no tener ejército desde 1941, por su atractivo turístico y por su fuerte vocación ambiental. Según datos del Banco Mundial (BM), la cobertura forestal de Costa Rica alcanzó un 59% del territorio en 2020, luego de que a inicios de siglo el espacio boscoso fuera del 47%. De esta forma, Costa Rica es el país de Centroamérica que más masa forestal recuperó desde el año 2000 y el que cuenta con más territorio dedicado a la cobertura forestal. El Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) es un mecanismo para promover la conservación de bosques primarios y secundarios y es uno de los grandes responsables de este logro. En 2015, se reportaban 848,94 km² sometidos a alguna modalidad de PSA, alrededor del 2,2% de la superficie total de bosques. Si bien la recuperación de cobertura forestal es un logro excepcional del país, los recursos forestales siguen siendo afectados y presionados (PEN 2016c).

La población del país es de 5.163.038 habitantes (INEC, 2021), el 83,64% se autodeclara blanca o mestiza, el 7,77% afrodescendiente, el 2,42% indígena y el 0,21% china. En el Índice de Desarrollo Humano elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 2020, Costa Rica ocupó el puesto 25 entre 189 naciones. Ese resultado evidencia la fuerte inversión que el país ha realizado en el ámbito social. La esperanza de vida al nacer para 2020 era de 80,2 años y se espera que para 2025 aumente a 81,3 años. No obstante, el crecimiento poblacional viene en desaceleración. Pese a ello, la densidad poblacional del país ha pasado de 67,9 hab/km² (1997) a 99 hab/km² (2021). Ese incremento presiona la demanda de recursos naturales, servicios, aumenta la producción de residuos y de emisiones de GEI. Ante ello, la inversión nacional en acceso a servicios públicos ha permitido que el 93,1% del total de viviendas en el país cuente con servicios básicos. La generación eléctrica de los últimos años ha sido renovable en casi un 100%.

Para 2018, el 88,9% de las viviendas contaba con recolección de basura y 98,4% estaba conectada al alcantarillado.

La nación tiene retos mayúsculos en educación, desempleo y desigualdad. Aunque el país cuenta con un sistema educativo maduro, con fuerte financiamiento e importantes logros, actualmente la educación pública vive una crisis sin precedentes que la pandemia por COVID-19 agudizó. No solo hay una brecha entre la educación pública y la privada, sino que además hay brechas entre las capacidades de la fuerza laboral y las necesidades del sector empleador, lo que genera desempleo, pobreza y baja productividad. El desempleo desde hace 10 años rondaba una tasa del 8% y con la pandemia llegó a 24%. Este es uno de los problemas más críticos de la economía costarricense y afecta particularmente a las mujeres pues su tasa de participación laboral formal es baja. Finalmente, en desigualdad el país no ha mejorado en los últimos 40 años y el BM asegura que Costa Rica es el noveno país más desigual del mundo.

En temas de salud, Costa Rica invierte 9,3% del producto interno bruto (PIB); mientras que los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) recomiendan que sea 8,9% del PIB. La institucionalidad para ejecutar una política de salud con cobertura universal es muy fuerte y su alta proactividad hizo que la pandemia por el COVID-19 fuera bastante controlada. Costa Rica tuvo su primera ola de contagios a finales de 2020; en mayo de 2021 fue el pico de la segunda ola y una tercera ola se dio el segundo semestre de 2021. Especialmente en el segundo semestre de 2021 se desplegó una intensa campaña de vacunación que permitió reducir el impacto de la pandemia. No obstante, sí hubo altos niveles de destrucción del empleo que conllevó a aumentar la pobreza. En la Encuesta Nacional de Hogares 2020 (ENAH0 2020), el porcentaje de hogares en pobreza alcanzó 26,2%, esto son 419.783 hogares, cerca de 83.888 más que en 2019, un aumento de 5,2 pp. La pobreza en

términos de personas es de 30%, 1.529.255 personas en 2020, un aumento de 6,1 pp. respecto a 2019. La población en pobreza extrema se estima en 8,5% en 2020, 1,8 pp. más respecto a 2019.

En el aspecto económico, Costa Rica es un país de renta media y es la quinta economía más competitiva de Latinoamérica, según el Informe Global de Competitividad 2019 del Foro Económico Mundial (FEM). Su PIB es de USD 67.209 millones y su ingreso per cápita de USD 13.192, ambos, al 2019. Durante los últimos 30 años, su economía se diversificó con manufactura especializada, turismo y otros servicios, al lado de la industria agrícola. Hoy por hoy, los principales sectores de la economía de Costa Rica son la fabricación industrial (de alta tecnología), el turismo (el comercio, hoteles y restaurantes, entre otros), los servicios y la agricultura, la silvicultura y la pesca. La actividad agropecuaria ha perdido peso; no obstante, en 2018, los productos agropecuarios aportaron 43,7% del total de las exportaciones nacionales, lideradas por el banano y piña, que se producen bajo principios de manejo sostenible de los recursos. El comercio exterior en Costa Rica depende en gran medida de las economías de los Estados Unidos, la Unión Europea y otros países de América Central. En 2018, luego de mucha discusión y un creciente endeudamiento, el país aprobó una reforma fiscal importante. No obstante, su impacto no se sintió y la situación económica se complicó con la llegada del COVID-19. Según datos del BM, el PIB se contrajo un 4,6% en 2020, la mayor caída en cuatro décadas. El sector turismo, cuyo papel en la economía es medular tuvo una caída de un 70% en 2020, la disminución más significativa de los últimos 22 años. Así que el país buscó y accedió a un acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI) por USD1.750 millones con miras a recuperarse y estabilizar la economía.

La descarbonización y la resiliencia son concebidas por el país como medios para transformar su modelo de desarrollo. El avance en el diseño de estrategias y planes nacionales de adaptación,

así como en la introducción de estos conceptos en las políticas nacionales, se ha acelerado en los últimos años. En la última década, se ha establecido un marco jurídico, una gobernanza y una institucionalidad que permite la adecuada gestión del cambio climático en el país. La creación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), en 2010, y de la Dirección de Cambio Climático (DCC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), en 2011, fueron dos momentos claves. Pero también han sido hitos la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica (PNACC, 2018), el Plan Nacional de Descarbonización (PND, 2019) y la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) 2020. Todos esos instrumentos guían el accionar país hacia el cumplimiento de los objetivos de la CMNUCC considerando la situación nacional, las capacidades y desafíos

B. Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Todos los países firmantes de la CMNUCC están comprometidos a realizar inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) y, por ello, desde 1994, Costa Rica ha realizado siete. En esta Cuarta Comunicación Nacional se estiman las emisiones y absorciones de GEI en Costa Rica para 2017; adicionalmente, se revisan y actualizan ediciones anteriores, recalculando las emisiones de 1990 a 2016. Para ello, se contabilizaron las emisiones por cada GEI y en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) para compararlas entre sí y medir la contribución de cada fuente al total nacional de emisiones. Se consideraron cinco gases con efecto invernadero directo: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). También se incluyeron las emisiones de cuatro gases con efecto invernadero indirecto: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos

de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x) y carbono negro (BC). Las emisiones se evaluaron para los cuatro sectores de emisión definidos por el Grupo Intergubernamental de Experto en Cambio Climático (IPCC): energía, procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés), agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) y residuos.

Como resultado del 2017, se encontró que las emisiones fueron de 14.477,6 Gg de CO₂ eq, excluyendo el sector FOLU. Las estimaciones netas del FOLU son absorciones y equivalen a un 20,5% del total bruto de emisiones. De esta forma, las emisiones netas, contabilizando el FOLU, fueron 11.509,2 Gg de CO₂ eq. El sector con más emisiones fue energía, con 55,1%; mientras que el sector IPPU, fue el que menos aportó con 9,6%, excluyendo FOLU (cuadro A). Casi el 60% de las emisiones totales (excluyendo FOLU) son de CO₂, seguido de CH₄ con 29,1%. El gas menos emitido fue el SF₆. Se estima que, por cada habitante, en 2017 se emitieron 2,33 toneladas de CO₂ eq netas y aproximadamente 225,2 toneladas de CO₂ eq por km². Además, se emitieron 196,8 toneladas de CO₂ eq por cada millón de dólares del PIB nominal.

Al analizar la cantidad de emisiones por gas de cada sector (excepto FOLU), se encuentra que la mayor parte (89,7%) del CO₂ proviene del sector energía. Las emisiones de CH₄, provienen de manera similar del sector agricultura (50,4%) y del sector residuos (47,6%), mientras que la mayor cantidad de N₂O emitido proviene del sector agricultura (79,2%). Solo los HFC y el SF₆ provienen exclusivamente del sector IPPU.

Pero más allá de lo capturado en 2017, es importante destacar la tendencia entre 1990 y 2017. Para ese periodo, las emisiones totales (sin FOLU) aumentaron un 76,6%. No obstante, tras incluir el FOLU, las emisiones netas disminuyeron 69,1%. Las emisiones que más crecieron fueron las de HFCs y CH₄, mientras que las de CO₂, N₂O y SF₆ disminuyeron. Las emisiones de gases precursores incrementaron y el que más se emitió fue el CO.

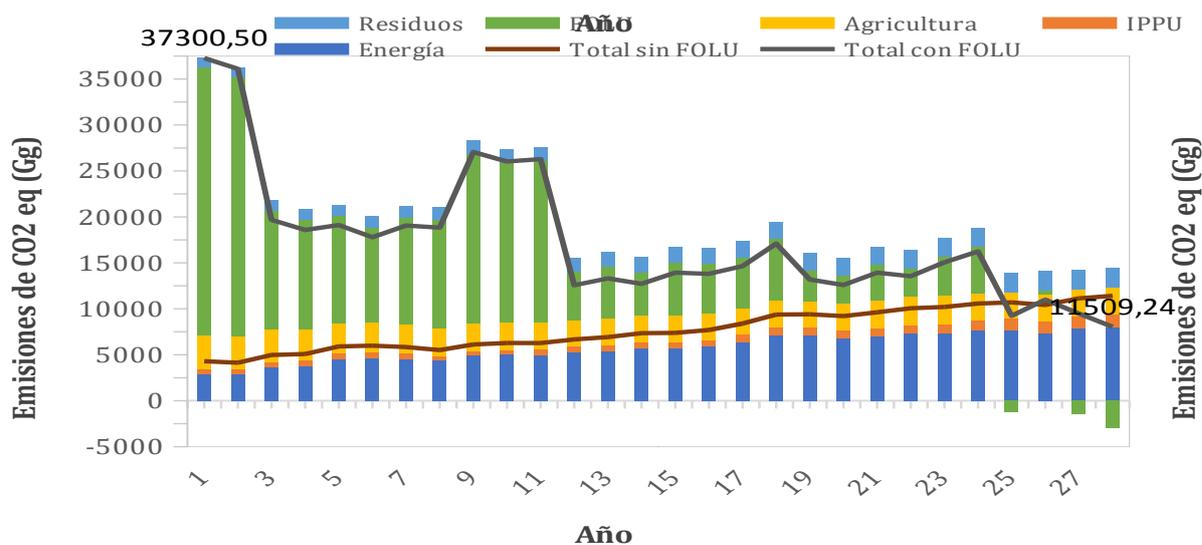
Cuadro A. Emisiones por gas y sector de Costa Rica en 2017.

Sector	Emisiones por gas (Gg)						Contribución (%)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	CO ₂ eq	
Energía	7762,9	3,841	0,445			7981,6	55,1
IPPU	757,9	NO	NO	0,357	0,00002	1394,7	9,6
Agricultura	65,95	101,04	2,500			2962,8	20,5
Residuos	69,09	95,46	0,209			2138,5	14,8
Total sin FOLU	8655,8	200,3	3,15	0,36	0,00002	14477,6	100,0
FOLU	-3073,23	4,18	0,055			-2968,4	-20,5
Total con FOLU	5582,6	204,5	3,21	0,36	0,00002	11509,2	79,5
Transporte aéreo internacional	654,0	0,00623	0,0189			660,0	
Navegación marítima internacional	325,3	0,0294	0,00841			328,5	

Por sector, debe destacarse que las emisiones de FOLU marcaron la tendencia y estas emisiones netas, con algunas excepciones, han disminuido desde 1990. Al excluir FOLU, se observa que las emisiones crecieron con una tendencia marcada por el sector energía. Respecto al aporte de todas las emisiones de cada sector al total sin FOLU, energía pasó de representar 35,3% en 1990 a 55,3% en 2016. IPPU y residuos aumentaron,

pero no tanto como energía y agricultura, pasó de 45,7% (excluyendo FOLU) en 1990 a 20,5% en 2016 (figura A).

Las principales emisiones de GEI del sector energía (CO₂, CH₄ y el N₂O) provienen de combustibles y desde 1990, las emisiones de este sector aumentaron 176,2%; la mayoría proviene del transporte (75,4%) y de CO₂. Las emisiones de IPPU incrementaron 157,04% desde 1990,

**Figura A.** Tendencia de las emisiones totales de Costa Rica entre 1990-2017 por sector.

principalmente por la industria de los minerales. En el sector agricultura, las emisiones (metano, N₂O y CO₂) provienen del uso de suelos agrícolas y de la fermentación entérica (62,3%) y de la combustión de biomasa. La emisión total del sector agropecuario se redujo desde 1990 hasta 2005, año a partir del cual mostró estabilidad; las emisiones del sector disminuyeron 20,9% desde 1990 hasta 2017. En el sector FOLU, hubo emisiones positivas (fuentes) y negativas (sumideros) de CO₂ del uso, gestión y cambio de uso de la tierra. El sector residuos emite GEI en diferentes tratamientos de eliminación de residuos sólidos (56,34%) y de aguas residuales (39,26%); las emisiones totales del sector aumentaron 110,3% desde 1990 hasta 2017. La incineración abierta de residuos generó el 4,4% de emisiones, pero es la categoría con mayor crecimiento de emisiones desde 1990, con un 203,6%.

Este panorama señala resultados ante medidas tomadas y también desafíos hacia adonde orientar esfuerzos.

C. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

Analizar las vulnerabilidades país y las acciones tomadas en adaptación al cambio climático permite comprender la situación en este ámbito y trazar rutas ante los desafíos.

Para ello, en esta sección se calculó el cambio climático mediante modelaciones; se analizaron: el clima, las temperaturas y las lluvias medias anuales, los mapas de aridez, mapas de lluvias y fenómenos y EME. Los diferentes análisis señalaron aumentos de temperatura, de precipitaciones en zonas puntuales del país, sin marcar tendencias definitivas.

Al revisar 1.184 fenómenos meteorológicos ocurridos entre 1980 y 2017, se identificaron 14 tipos y cinco que prevalecen: las ondas tropicales o del este, las bajas presiones, los frentes fríos, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI) y las

vaguadas, cada uno con predominancia en determinadas regiones del país a través de los años y a través de diversas épocas del año. Limón es la provincia que concentra la mayor cantidad de fenómenos atmosféricos generadores de impactos, seguida por Puntarenas y San José. Las provincias con menos registros son Heredia y Cartago. Limón es más afectada por frentes fríos y ondas tropicales; Cartago, por ondas tropicales y la ZCI. En San José y Puntarenas, la afectación más común es por ondas tropicales, bajas presiones y la ZCI. Cada fenómeno puede ocasionar varios EME. Respecto a estos últimos (que pueden ser precipitación, temperatura, viento y otros), entre 1980-2017 el 72,1% correspondió a lluvias intensas, temporales, tormentas convectivas y granizos. El 65% de los EME causados por fenómenos atmosféricos cada mes se debe a lluvias intensas.

Costa Rica es vulnerable a EME de evolución rápida, con efectos de corto plazo y a eventos de manifestación lenta, como los cambios climáticos graduales o incrementales. Por eso, se mapearon las vulnerabilidades ante tales acontecimientos, en las seis regiones de planificación socioeconómica del país y en cinco sectores prioritarios (agropecuario y pesca, recurso hídrico, biodiversidad, salud, infraestructura y turismo).

Conocer y atender las demandas de los EME es importante porque estos eventos ejercen presión sobre las finanzas nacionales. Según la Contraloría General de la República (CGR), en 2010, los costos de reparación y reconstrucción de infraestructura afectada por EME fueron del 1,01% del PIB y, de continuar la tendencia actual, los costos seguirán aumentando. En un escenario conservador, oscilarán entre 0,68% y 1,05% del PIB. En un escenario alternativo, estarían entre 1,64% y 2,5% del PIB. Eventos como inundaciones, deslizamientos y cabezas de agua afectaron a 1.311.024 personas entre 1980 y 2017; algunas fueron damnificadas, otras perdieron o sufrieron daños en sus bienes, fueron evacuadas o sufrieron daños indirectos o secundarios asociados a un

desastre. Los meses de julio, octubre y noviembre registraron más afectados, lo cual coincide con la temporada de huracanes. Entre 1980 y 2017, 546 personas murieron a causa de algún EME. Los fenómenos que más muertes ocasionaron fueron los huracanes (Joan, César, Tomas, Otto) y las tormentas tropicales (Nate, Mitch, Bret y Erin).

Conocedor de estas vulnerabilidades, Costa Rica ha realizado esfuerzos ejemplares para adaptarse y contenerlas, desde la generación de un marco institucional y una gobernanza hasta una política pública y una serie de instrumentos clave para marcar la ruta en este tema. El país comenzó a trabajar en mitigación y adaptación al cambio climático desde los años setenta, con la creación de las ASP, de incentivos forestales y de legislaciones de saneamiento ambiental. A partir de 2000 se empezó a discutir sobre el cambio climático dentro del sector ambiental y en 2009 se trazó la ENCC, con un componente de mitigación y otro de adaptación. Junto con la creación de la DCC, en 2011, estas fueron las bases para avanzar en cambio climático. Durante la última década, se han desarrollado instrumentos cada vez más ambiciosos y ajustados a las necesidades y posibilidades del país, como estrategias, políticas y planes de acción, la NDC, el PND, la PNACC y políticas y planes de acción en gestión de riesgo. Varios instrumentos de planificación institucional nacional, sectorial y subnacional abordan la adaptación al cambio climático; algunos de forma específica y otros tangencialmente, pero todos hacen de la adaptación un pilar del desarrollo.

El país no solo trabaja estos temas a nivel macro. Entre 2015–2020 en Costa Rica se identificaron 184 acciones orientadas a reducir vulnerabilidad y riesgo, moderar y evitar daños y aprovechar las oportunidades para promover la resiliencia de sistemas económicos, sociales y ambientales ante el cambio climático. Las acciones tuvieron lugar en las seis regiones de planificación, en los 83 cantones del país. Las medidas de acción climática en adaptación se clasificaron

en nueve temas que incluyeron: agropecuario y pesca, ambiente, gestión del riesgo, industria, infraestructura, ordenamiento territorial, salud, servicios y transversal. Las medidas transversales sumaron más medidas (79 iniciativas), seguidas por ambiente, agropecuario y gestión del riesgo. En síntesis, los subtemas más relevantes fueron investigación, educación y fortalecimiento de capacidades, planificación y gobernanza, recursos hídricos, agricultura, biodiversidad y ecosistemas, ganadería y prevención de riesgos asociados al cambio climático.

Para cerrar este apartado, se reflexiona sobre fortalezas, debilidades y necesidad de apoyo para fortalecer la adaptación en ámbitos como financiamiento, institucionalidad pública, participación ciudadana, sector privado, fomento de capacidades, investigación y desarrollo tecnológico y gestión de la información.

D. Mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Las acciones de mitigación son medidas para reducir las emisiones de GEI y/o aumentar absorciones de CO₂, con el fin de mantener y/o reducir las concentraciones de GEI en la atmósfera. Para conocer el estado de la mitigación de GEI en el país, se mapearon y analizaron acciones realizadas en Costa Rica entre 2015 y 2020. Puntualmente, se consideraron instrumentos de política (leyes, políticas, reglamentos, planes) que crean condiciones habilitantes y facilitan formular e implementar medidas de mitigación y los programas y proyectos con objetivos en mitigación de GEI. Las acciones de mitigación identificadas se vinculan con las áreas de acción definidas por la NDC 2020, el PND y la Estrategia Nacional REDD+. Adicionalmente, se consideraron instrumentos de política sectorial, programas y proyectos de impacto (como las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas -NAMAS, por sus siglas en inglés- y el Programa País Carbono Neutralidad), acciones

lideradas a través de cooperación internacional y resultados por sector.

En el ámbito latinoamericano, Costa Rica ha sido pionero en el desarrollo de acciones e instrumentos para enfrentar el cambio climático. En el periodo de análisis se encontraron 43 acciones de mitigación en marcha, 20 son instrumentos de política y 23 son programas y proyectos. 34 acciones se encuentran en implementación y nueve en planeación. Hay 34 acciones de ámbito nacional, ocho regionales y una local y se impacta principalmente la mitigación de CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆ y SFCs. El 40% de las acciones se relaciona con objetivos de adaptación al cambio climático. La mayoría (40 de 43 mapeadas) tiene relación primaria o secundaria con el ODS 13, 22 se relacionan con el ODS 11 y 17 con el ODS 12.

Entre 2015–2020 se identificaron 20 instrumentos de política, 17 en estado de implementación y tres en planeación; los más importantes son el PND y la Estrategia Nacional REDD+. En programas/proyectos, se identificaron 23, 17 en implementación y 6 en planificación. Los más destacados son los NAMAs y el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN).

Acciones por sectores IPCC. Al analizar las acciones por sectores definidos por la IPPC, se encuentra que energía y AFOLU contemplan más instrumentos de política (seis cada uno). En cuanto a programa/proyecto, el sector energía cuenta con la mayoría de las medidas (ocho acciones) seguido del sector AFOLU (siete acciones).

Acciones por área de acción de la NDC. Al considerar las orientaciones por área de acción de la NDC, tanto los instrumentos de política como los programas/proyectos se orientan principalmente al sector agropecuario y, seguidamente, al sector de movilidad y transporte. Los instrumentos de política mapeados se relacionan primordialmente con acción agropecuaria (20%), seguido de las áreas de residuos, energía, transporte y de tipo transversal, cada una con 15% de las acciones mapeadas. Se observa una tendencia similar en

programas y proyectos; las áreas más destacadas son agropecuaria y transporte, cada una con el 26% de las acciones mapeadas.

Acciones por área del PND. A la luz del PND, la mayoría de acciones se orienta al transporte colectivo (especialmente proyectos y programas) y de seguido se destacan las acciones transversales, las del área de residuos y luego las de agricultura. En general, las principales acciones del plan son proyectos y programas, con 23 iniciativas, mientras que los instrumentos de política son ligeramente menos, suman 20. Los ejes de transporte, sistema eléctrico, residuos y de índole transversal contienen más acciones de mitigación tipo políticas (15% cada uno). Por su parte, los ejes de bosques y biodiversidad, industria y agropecuario cuentan cada uno con el 10% de las acciones. Finalmente, el eje de agricultura y el de ganadería bovina cuentan cada uno con el 5% de las acciones. En el caso de los programas y proyectos, en su mayoría se relacionan con transporte colectivo, agricultura y transversal (22%, 18% y 18%).

Acciones por área de impacto. Al analizar las acciones según el área de impacto, los sectores transporte y desarrollo urbano y agropecuario suman más programas y proyectos, mientras que los sectores agropecuario y energía suman más políticas. Transporte y desarrollo urbano y agropecuario son los dos sectores que más acciones contemplan. Los instrumentos de política de los sectores agropecuario y energía suman un 20% cada uno, seguido de los residuos y de índole transversal (15% cada uno). Por su parte, los programas y proyectos se relacionan principalmente con transporte (35%), sector agropecuario (26%) y de índole transversal (18%).

Financiamiento. Un 40% de las acciones de mitigación de tipo política no especifica el estado de financiamiento. 25% de los instrumentos indican un financiamiento mixto y un 15% cuenta con apoyo de recursos de cooperación internacional. Las acciones tipo programa/proyecto, por su parte, en un 35% tienen pendiente los recursos para

su ejecución, 30% indica tener recursos asegurados, 26% está en proceso de consecución y 9% no indica información. 31% de los programas y proyectos son apoyados por cooperación internacional. Costa Rica, como país en desarrollo, ha avanzado progresivamente en la consecución de recursos financieros que apoyen el cumplimiento de las metas climáticas establecidas. Es así como se logran ubicar 39 proyectos de mitigación gestionados con recursos de fuentes y agencias de cooperación internacional, que se han planificado y/o implementado entre 2015–2020.

Limitaciones y vacíos. El mapeo de acciones de mitigación en Costa Rica en el periodo 2015–2020 encontró vacíos de información sobre el tema entre las personas e instituciones que deben manejarlos. En las acciones tipo instrumento de política, ocho fueron formuladas específicamente para reducir GEI y de los 22 programas y proyectos, 11 fueron diseñados concretamente para mitigación. Las demás acciones, por lo general, responden a iniciativas sectoriales que comprenden dentro de sus objetivos impactos en el medio ambiente. En la mayoría de los casos no se definen metodologías para conocer efectivamente el impacto generado. Con el fin de potencializar el alcance de estas acciones, es recomendable desde la etapa de planeación, considerar indicadores y la inclusión de objetivos y metas en mitigación.

Por otro lado, aun las acciones que fueron formuladas para alcanzar objetivos en mitigación, no necesariamente presentaron línea base, escenarios, potencial de mitigación o metodologías utilizadas. Para un análisis más detallado, tal información es imperativa.

Para la mayoría de las entidades consultadas, no fue fácil identificar si el impacto de su acción tenía visibilidad en el INGEI, por lo que es recomendable capacitar sobre ello. Igualmente, para algunos sectores no es clara la relación de las acciones de mitigación con la adaptación al cambio climático, especialmente en sectores industria, transporte y residuos. Para otros sectores es más

fácil vincular la relación, como para el sector agropecuario, bosques y biodiversidad, turismo, energía y ordenamiento territorial. En total, 11 de las 43 acciones no respondieron sobre su vinculación con la adaptación y 17 mencionan sí tener relación. Es recomendable hallar puntos de intersección entre ambos frentes.

Otra dificultad fue identificar el progreso y los resultados alcanzados. En algunos casos, la acción contaba con reportes periódicos, pero en otros no. Es totalmente necesario fortalecer capacidades para incluir sistemas de monitoreo, reporte y verificación en la planeación e implementación de acciones.

Algunas de las variables consultadas no fueron respondidas o no contaron con el detalle necesario para analizarlas; especialmente en el tema de financiamiento climático.

E. Información Adicional para el Logro del Objetivo de la CMNUCC

El último apartado de esta Cuarta Comunicación Nacional actualiza y compila información sobre observación sistemática, transferencia de tecnología, educación y sensibilización y fomento de capacidades en cambio climático que el país ha obtenido y desarrollado durante el período 2015–2020. Adicionalmente, plantea los retos y las carencias que persisten en estos ámbitos y en los cuales vale la pena contar con apoyo de cooperación internacional.

Observación sistemática. Este ámbito es primordial para monitorear cambios y proveer a los tomadores de decisiones de criterios técnico-científicos sobre los impactos potenciales del cambio climático. El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) mantiene una observación sistemática continua en el país; proporciona pronósticos, avisos e información meteorológica orientada a apoyar y potenciar la producción de bienes y servicios para diferentes sectores socioeconómicos, la protección de la atmósfera y del ambiente, la mitigación

y adaptación al cambio climático. El país cuenta con redes de medición que incluyen estaciones sinópticas, meteorológicas aeronáuticas, climatológicas, agrometeorológicas, hidrometeorológicas, medidoras de la calidad del aire, mareográficas, así como con una red de monitoreo del cambio climático y otra de descargas eléctricas. El IMN es el principal organismo encargado de realizar observaciones meteorológicas y atmosféricas, pero otras instituciones en el país también efectúan observaciones. Por ejemplo, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) cuenta con alrededor de 250 estaciones meteorológicas en el país, mientras el IMN tiene unas 150. Para mejorar, la observación sistemática en Costa Rica, se requiere mayor asignación presupuestaria para ampliar las redes de observación y para capacitar y proveer más personal para preparación, instalación y mantenimiento de las estaciones responsables de la observación sistemática. Para mejorar la información sobre variabilidad y cambio climático, así como su métrica, necesariamente hay que aumentar la red de estaciones meteorológicas. Además, el país requiere presupuesto específico para elaborar sus propios reportes, como los INGEI y las comunicaciones nacionales.

Transferencia tecnológica. En el periodo 2015-2020, los recursos financieros que el país recibió de donantes o entidades para transferencia tecnológica se dirigieron a tres áreas importantes: desarrollo eléctrico, reducción de emisiones y apoyo a la métrica del INGEI. Los recursos han apoyado iniciativas para reducir las emisiones de la actividad cafetalera, apoyar el desarrollo geotérmico, restaurar y conservar sosteniblemente los manglares, impulsar el mercado eléctrico regional e impulsar tecnologías limpias de transporte público, entre otras. Para ello, se ha recibido apoyo de la cooperación alemana, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), de la Fundación Costa Rica-Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA) y del sector privado. El país orientó importantes recursos presupuestarios y desarrolló decretos,

leyes, incentivos y demás para proyectos vitales, como el PND, que contempla un eje de trabajo medular para la mitigación y adaptación. En general, se requiere más transferencia tecnológica para consolidar la integración del transporte público, descongestionar la infraestructura vial, ampliar la oferta de energías alternativas e impulsar el transporte y el tren eléctrico, entre otros.

Educación y sensibilización. Costa Rica favorece la educación sobre sostenibilidad ambiental a través del Ministerio de Educación Pública (MEP), desde primer año de la escuela hasta quinto año del colegio. No obstante, se debe motivar más a los jóvenes a la generación de conocimiento, la sensibilización y el fortalecimiento de capacidades que promueva un cambio cultural más amplio (Valerio et al., 2016; MCJ, 2020). Durante el período 2015 a 2020, en materia de educación hubo relativamente pocas iniciativas financiadas con cooperación internacional. La mayoría de los esfuerzos para educación ambiental se dirigieron a fortalecer al MEP en la generación de capacidades de comunicación entre el estudiantado, con aportes del sector privado, organizaciones no gubernamentales (ONGs), el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, pero no necesariamente impulsaron una mejora en educación y sensibilización. Las propuestas planteadas en la Tercera Comunicación Nacional para educación, el PND y la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (ENACC), solo se han concretado parcialmente. Por otro lado, se recibieron importantes apoyos que han permitido capacitar periodistas, personas líderes de asociaciones comunales, organizaciones del sector ambiental y climático, municipalidades, instituciones del gobierno central y más. Además, hay muchas iniciativas de ONGs y otras organizaciones como la Red de Juventudes de Cambio Climático, que incluyen actividades de educación ambiental, involucrando tanto a niños, como a jóvenes y personas adultas.

En el ámbito nacional, el MINAE, la DCC, el IMN, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y el Fondo Nacional para el Financiamiento Forestal (FONAFIFO), entre otras instituciones han impulsado acciones en este tema. Igual ha sido el caso de instituciones educativas públicas y también algunas municipalidades. Algunas de las necesidades latentes incluyen mejorar la inclusión del cambio climático en los planes de estudio del MEP y divulgar materiales e información sobre cambio climático.

Fomento de capacidades. Se refiere al proceso por el cual las personas u organizaciones obtienen, mejoran o retienen las habilidades, los conocimientos, las herramientas, los equipos u otros recursos para hacer su trabajo de manera competente. También se refiere a un mayor desarrollo del rendimiento y, por lo tanto, conduce a mayor capacidad. En otras palabras, es una inversión en la eficacia y la sostenibilidad de la sociedad (ECBI, 2018). El desarrollo de capacidades profesionales requiere esfuerzos educativos en escuelas y universidades, así como programas, cursos y eventos específicos. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ha financiado todas las actividades concernientes a las comunicaciones nacionales, los INGEI y los informes bienales, entre otros. En el periodo 2015-2020 se encontraron 25 iniciativas en este ámbito

como el Desarrollo de capacidad en ASADAS, el Fortalecimiento REDD+, la ENCC, las NAMAS, el cumplimiento de las NDC, elaboración de las comunicaciones nacionales y los informes bienales a la CMNUCC, proyecto de corredores biológicos. Con base en la cooperación recibida, se podría concluir que la mayoría de los organismos de cooperación ha reconocido la necesidad de un desarrollo de capacidades nacionales que construya mejoras en políticas, iniciativas y definición de gobernanza. El país debe trabajar en identificar las necesidades y prioridades para crear capacidades, con un enfoque participativo, que garantice que se potencie el capital social y se impulsa la apropiación comunitaria para garantizar la aceptación local y la sostenibilidad a largo plazo.

Aunque muchas iniciativas de creación de capacidades han sido inicialmente financiadas, una contraparte nacional importante ha determinado el soporte gubernamental provisto.

Costa Rica se ha esforzado por contar con estrategias y políticas climáticas sólidas y coherentes con sus compromisos, por destinar recursos nacionales al cumplimiento de estos compromisos, por establecer líneas de acción y orientar en ese sentido sus prioridades de cooperación y financiamiento internacional. Es así como ha logrado grandes avances, ha conseguido importantes logros y muchos retos más que enfrentar.

Executive Summary

This document is the Fourth National Communication of Costa Rica to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). The objective of the convention is to stabilize greenhouse gas (GHG) concentrations at a level that prevents dangerous anthropogenic interference with the climate system. To achieve this, States Parties must collect, know and analyze reliable, transparent, and comprehensive information on GHG emissions, climate actions, and the support given to them. This Fourth Communication sets out the situation in Costa Rica.

The Costa Rican State committed to reach maximum net emissions of 9.11 million tons of CO₂ eq by 2030; but it also aspires to have a carbon neutral economy, and offset emissions through its removal (MINAE/DCC, 2020). In addition, the nation aligns itself with the global effort to keep the temperature below 2 °C (although is working to limit it to 1.5 °C), to increase adaptation to climate change by promoting low-emission development, and to address financial flows to achieve resilient development.

Despite the efforts and progress made as a nation, the global scene is critical. Global reports have indicated that the current global average temperature is approximately 1.2 °C higher than the pre-industrial level (1850-1900). In addition, the incessant and continuous global warming has

led to more extreme weather events (EWEs), of greater intensity and with serious loss and damages (WMO, 2020). On the other hand, the quinquennium 2016-2020 has been the warmest in recorded history and that trend will continue. From these reports, it can be concluded that, despite scientific warnings, increased political and social attention, and the Paris Agreement, global GHG emissions have continued to rise.

This international panorama intensifies the value of the Fourth National Communication of Costa Rica to analyze the country's situation facing climate change, its vulnerabilities, its efforts, needs, achievements, and ambitions to address actions and seek support to meet the objectives set. Costa Rica has endeavored to have solid climate strategies and policies that are consistent with its commitments, to which its priorities for international cooperation are aligned. This is how the country has achieved great progress and new challenges.

This Fourth National Communication presents the state of climate change in Costa Rica through five chapters. The first, National Circumstances, presents an overview of the country until 2021, regarding the biophysical, social, and economic characteristics and how they affect or could affect the capacity to manage mitigation and adaptation to climate change. The second chapter estimates

GHG emissions and removals in Costa Rica for 2017, while reviewing and updating previous editions, recalculating emissions from the years 1990 to 2016. The third chapter, Vulnerability and Adaptation to Climate Change, reviews the country's climate trends and projections, vulnerability, progress, and challenges for adaptation, and concludes highlighting support needs. The fourth chapter, Greenhouse Gas Mitigation, summarizes and analyzes climate change mitigation actions carried out in Costa Rica between 2015 and 2020. The fifth chapter, Additional Information for Achieving the Objective of the UNFCCC, updates and compiles information on systematic observation, technology transfer, education and awareness-raising, and capacity-building on climate change that the country has obtained and developed during the period 2015-2020.

A. National Circumstances

Costa Rica is a country located in Central America. Its area is 51,100 km² of continental territory, 589,682 km² of territorial and patrimonial sea and 23.85 km² of insular territory. 27.6% of its surface is protected wild area (PWA). It is also located in the Tropical Zone, which determines many of its climatic, soils, and vegetation conditions. Its territory is young, of volcanic and marine origin, and presents all forms of relief: mountain ranges, valleys, plains, rivers, and plateaus. It has 34 watersheds that flow into two slopes: Pacific Ocean and Caribbean Sea.

The country boasts one of the longest and strongest democracies in the Americas. It is a free and independent, multi-ethnic and multicultural republic, governed by a Political Constitution. It is recognized worldwide for its peaceful tradition and attachment to human rights, for not having an army since 1941, for its tourist attraction, and for its strong environmental vocation. According to the World Bank (WB), the forest cover of Costa Rica reached 59% of the territory in 2020, after

having 47% at the beginning of the century. Thus, Costa Rica is the country in Central America that has recovered the largest amount of forest since 2000 and has the largest amount of land devoted to forest cover. The Program Payment of Environmental Services (PES) is a mechanism to promote the conservation of primary and secondary forests and it is one of the major contributors to this achievement. In 2015, 848.94 km² were reported as subjected to some form of PES, about 2.2% of the total area of forests. While the recovery of forest cover is an exceptional achievement for the country, forest resources are still being affected and pressured (PEN 2016c).

The country's population is 5,163,038 (INEC, 2021), 83.64% self-declares white or mestizo, 7.77% Afro-descendant, 2.42% indigenous, and 0.21% Chinese. In the Human Development Index developed by United Nations Development Program (UNDP) in 2020, Costa Rica ranked 25th out of 189 nations. This result shows the strong social investment of the country. Life expectancy at birth by 2020 was 80.2 years and it is expected to increase to 81.3 years by 2025. However, population growth is slowing. Despite this, the population density of the country has increased from 67.9 inhabitants/km² (1997) to 99 inhabitants/km² (2021). This puts pressure on the demand for natural resources, services, increases the production of waste and GHG emissions. To face this, national investment in access to public services has enabled basic services to 93.1% of all housing in the country. Electricity generation in recent years has been almost 100% renewable. By 2018, 88.9% of homes had garbage collection, and 98.4% were connected to the sewerage.

The nation faces major challenges in education, unemployment, and inequality. Although the country has a mature education system, with strong funding, and important achievements, public education is currently experiencing an unprecedented crisis that the COVID-19 pandemic exacerbated. There is not only a gap between public and private

education, but also a gap between the capabilities of the workforce and the needs of the employer sector, resulting in unemployment, poverty, and low productivity. Unemployment for the last 10 years was around 8% and with the pandemic it reached 24%. This is one of the most critical problems of the Costa Rican economy and particularly affects women as their formal labor participation rate is low. Finally, the country has not improved inequality in the last 40 years, and the WB claims that Costa Rica is the ninth most unequal country in the world.

In health issues, Costa Rica invests 9.3% of gross domestic product (GDP); while the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) countries recommend that it should be 8.9% of GDP. The institutionality to implement a health policy with universal coverage is very strong, and its high proactivity made the COVID-19 pandemic quite controlled. Costa Rica had its first wave of contagion at the end of 2020; in May 2021 it was the peak of the second wave, and a third wave occurred in the second half of 2021. In particular, in the second half of 2021, an intensive vaccination campaign was launched to reduce the impact of the pandemic. However, there were high levels of job destruction that led to increased poverty. In the National Household Survey 2020, the percentage of households in poverty reached 26.2%, that is, 419,783 households, about 83,888 more than in 2019, an increase of 5.2 pp. Poverty in terms of people is 30%, 1,529,255 people in 2020, an increase of 6.1 pp. regarding 2019. The population in extreme poverty is estimated at 8.5% in 2020, 1.8 pp. more than 2019.

Regarding economics, Costa Rica is a middle-income country and is the fifth most competitive economy in Latin America, according to the Global Competitiveness Report 2019 of the World Economic Forum (WEF). Its GDP is USD 67,209 million and its per capita income of USD 13,192, both, as of 2019. Over the past 30 years, its economy diversified with specialized manufacturing, tourism,

and other services, alongside the agricultural industry. Currently, the main sectors of Costa Rica's economy are industrial manufacturing (high technology), tourism (commerce, hotels, and restaurants, among others), services and agriculture, forestry and fishing. Farming activity has lost weight; however, in 2018, agricultural products contributed 43.7% of total national exports, led by bananas and pineapple, which are produced under the principles of sustainable resource management. Foreign trade in Costa Rica depends heavily on the economies of the United States, the European Union, and other Central American countries. In 2018, after much discussion and growing indebtedness, the country passed a major tax reform. However, its impact was not felt and the economic situation became more complicated with the arrival of COVID-19. According to WB, GDP contracted by 4.6% in 2020, the largest drop in four decades. The tourism sector, whose role in the economy is central, fell by 70% in 2020, the most significant decline in the last 22 years. So the country sought and signed an agreement with the International Monetary Fund (IMF) for USD 1,750 million, in order to recover and stabilize the economy.

Decarbonization and resilience are conceived by the country as means to transform its development model. Progress in the design of national adaptation strategies and plans, as well as in the introduction of these concepts into national policies, has been accelerated in recent years. In the last decade, a legal framework, governance, and institutionality have been established allowing the proper management of climate change in the country. The creation of the National Climate Change Strategy (NCCS), in 2010, and the Climate Change Directorate (CCD) of the Ministry of Environment and Energy (MINAE, for its acronym in Spanish), in 2011, were two key moments. Costa Rica's National Climate Change Adaptation Policy (NCCAP, 2018), the National Decarbonization Plan (NDP, 2019) and the Nationally Determined

Contribution (NDC) 2020 have also been important milestones. All these instruments address the country's action towards meeting the objectives of the UNFCCC considering the national situation, capacities, and challenges.

B. Greenhouse Gas Inventory

All the signatory countries of the UNFCCC are committed to carrying out national greenhouse gas inventories (NGHGI) and, therefore, since 1994, Costa Rica has carried out seven. In this Fourth National Communication, GHG emissions and removals in Costa Rica for 2017 were estimated; additionally, previous editions were revised and updated, recalculating emissions from 1990 to 2016. For this purpose, emissions of each GHG and in units of carbon dioxide equivalent (CO₂ eq) were accounted and compared with each other, in order to measure the contribution of each source to the national total of emissions. Five direct greenhouse gases were considered: carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs) and sulphur hexafluoride (SF₆). Emissions of four indirect greenhouse gases were also included: carbon monoxide (CO), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), nitrogen oxides (NO_x), sulphur oxides (SO_x) and black carbon (BC). Emissions were assessed for the four emission sectors defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): energy, industrial processes and product use (IPPU), agriculture, forestry and other land use (AFOLU) and waste.

As a result, in 2017 emissions were 14,477.6 Gg of CO₂ eq, excluding FOLU. The net estimates of FOLU are removals and are equivalent to 20.5% of total gross emissions. Thus, net emissions, including FOLU, were 11,509.2 Gg of CO₂ eq. The sector with the most emissions was energy, with 55.1%; while IPPU contributed with only 9.6%, excluding FOLU (Table A). Almost 60% of total emissions (excluding FOLU) are CO₂, followed by

CH₄ with 29.1%. The least emitted gas was SF₆. It is estimated that, per inhabitant, in 2017 were emitted 2.33 tons of CO₂ eq net and approximately 225.2 tonnes CO₂ eq per km². In addition, 196.8 tonnes of CO₂ eq were emitted per million dollars of nominal GDP.

When analyzing the amount of emissions by gas from each sector (except FOLU), the majority (89.7%) of CO₂ comes from the energy sector. CH₄ emissions come similarly from the agriculture sector (50.4%) and the waste sector (47.6%), while the largest amount of N₂O comes from agriculture (79.2%). Only HFCs and SF₆ come exclusively from the IPPU sector.

But beyond what was captured in 2017, it is important to highlight the trend between 1990 and 2017. For that period, total emissions (without FOLU) increased by 76.6%. However, after including FOLU, net emissions decreased by 69.1%. The emissions that grew the most were HFCs and CH₄, while those of CO₂, N₂O and SF₆ decreased. Emissions of precursor gases increased and the most emitted was CO.

By sector, it should be noted that FOLU emissions set the trend and these net emissions, with some exceptions, have decreased since 1990. Excluding FOLU, it can be seen that emissions grew with a trend marked by the energy sector. Regarding the contribution of all emissions from each sector to the total without FOLU, energy increased from 35.3% in 1990 to 55.3% in 2016. IPPU and waste increased, but not as much as energy and agriculture-- from 45.7% (excluding FOLU) in 1990 to 20.5% in 2016 (figure A).

The main GHG emissions from the energy sector (CO₂, CH₄ and the N₂O) come from fuels and, since 1990, emissions from this sector increased by 176.2%; most come from transport (75.4%) and CO₂. IPPU emissions increased 157.04% since 1990, mainly by the minerals industry. In agriculture, emissions (methane, N₂O and CO₂) come from the use of agricultural soils and enteric fermentation (62.3%), as well as biomass

Table A. Emissions by gas and sector of Costa Rica in 2017.

Sector	Emissions by gas (Gg)					CO ₂ eq	Contribution (%)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆		
Energy	7762,9	3,841	0,445			7981,6	55,1
IPPU	757,9	NO	NO	0,357	0,00002	1394,7	9,6
Agriculture	65,95	101,04	2,500			2962,8	20,5
Waste	69,09	95,46	0,209			2138,5	14,8
Total without FOLU	8655,8	200,3	3,15	0,36	0,00002	14477,6	100,0
FOLU	-3073,23	4,18	0,055			-2968,4	-20,5
Total with FOLU	5582,6	204,5	3,21	0,36	0,00002	11509,2	79,5
International air transport	654,0	0,00623	0,0189			660,0	
International maritime navigation	325,3	0,0294	0,00841			328,5	

combustion. The total emission of agriculture decreased from 1990 to 2005, year from which it showed stability; the emissions of the sector decreased 20.9% from 1990 to 2017. Regarding FOLU, there were positive (sources) and negative (sinks) emissions of CO₂ of land use, management and change. The waste sector emits GHG in different solid waste disposal treatments (56.34%)

and wastewater (39.26%); the total emissions of the sector increased 110.3% from 1990 to 2017. Open waste incineration generated 4.4% of emissions, but is the category with the highest growth in emissions since 1990, with 203.6%.

This panorama points out results due to measures taken, and also challenges towards which to address efforts.

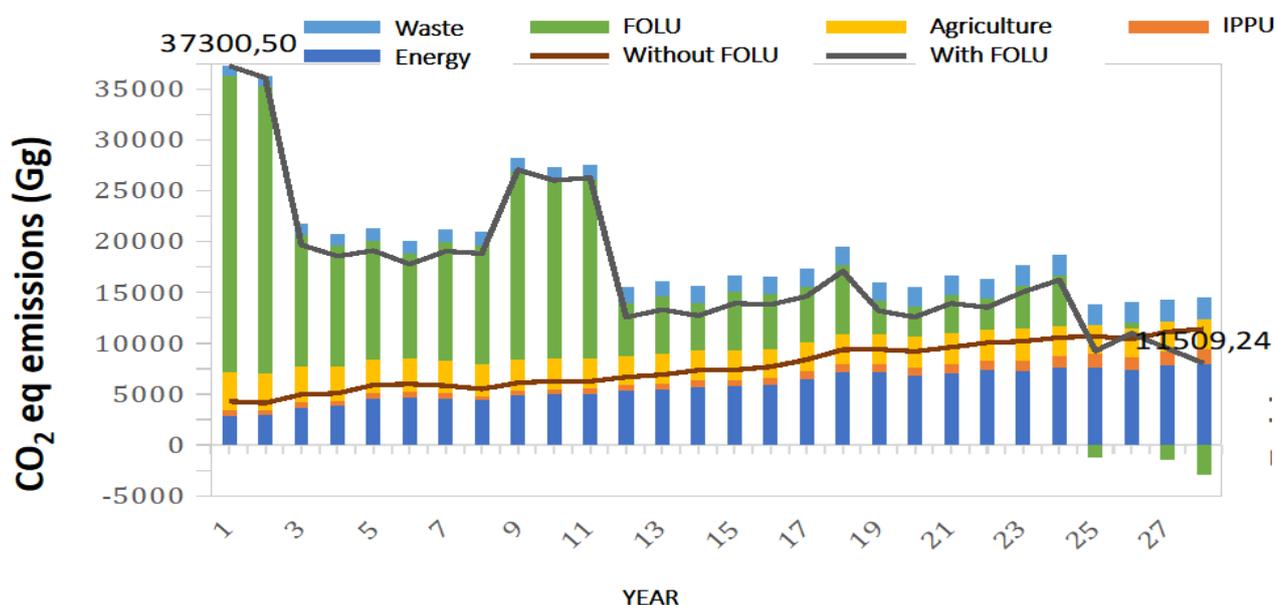


Figure A. Trend of total emissions of Costa Rica between 1990-2017 by sector.

C. Vulnerability and Adaptation to Climate Change

Analyzing the country's vulnerabilities and the actions taken to adapt to climate change allows to understand the situation in this area and map out routes to follow.

To do this, in this section climate change was calculated by modeling; climate, temperatures, annual average rainfall, aridity maps, rainfall maps, and phenomena and EWE were analyzed. The different analyses indicated increases in temperature and rainfall in specific areas of the country, without setting definitive trends.

When reviewing 1,184 meteorological phenomena that occurred between 1980 and 2017, 14 types and five that prevail were identified: the tropical or eastern waves, the low pressures, the cold fronts, the Intertropical Convergence Zone (ICZ) and the thalwegs, each with predominance in certain regions of the country through the years and through different times of the year. Limón is the province that concentrates the most atmospheric phenomena generating impacts, followed by Puntarenas and San José. The provinces with fewer records are Heredia and Cartago. Limón is more affected by cold fronts and tropical waves; Cartago, by tropical waves and the ICZ. In San José and Puntarenas, the most common affectation is by tropical waves, low pressures, and ICZ. Each phenomenon can cause several EWEs. With respect to the latter (which can be precipitation, temperature, wind and others), among 1980-2017 heavy rains, storms, convective storms and hailstones accounted for 72.1%. 65% of EWEs caused by atmospheric events each month are due to heavy rains.

Costa Rica is vulnerable to fast-evolving EWEs with short-term effects and slow-onset events, such as gradual or incremental climate changes. Thus, vulnerabilities to such events were mapped in the country's six socio-economic planning regions, and in five priority sectors (farming and

fishing, water resources, biodiversity, health, infrastructure and tourism).

Knowing and meeting the demands of EWEs is important because these events put pressure on national finances. According to the Comptroller General of the Republic (CGR), in 2010, the costs of repairing and reconstructing infrastructure affected by EWE were 1.01% of GDP and, if the current trend continues, the costs will continue increasing. In a conservative scenario, they will range between 0.68% and 1.05% of GDP. In an alternative scenario, they would be between 1.64% and 2.5% of GDP. Events such as floods, landslides, and water heads affected 1,311,024 people between 1980 and 2017; some were evacuated, suffered indirect or secondary damage associated with a disaster or more. The months of July, October, and November were most affected, which coincides with the hurricane season. Between 1980 and 2017, 546 people died from EWEs. Hurricanes (Joan, César, Tomas, Otto) and tropical storms (Nate, Mitch, Bret and Erin) caused the most deaths.

Aware of these vulnerabilities, Costa Rica has made significant efforts to adapt and contain them, from the generation of an institutional framework and governance to public policy and a series of key instruments to chart the path in this area. The country began to work on mitigation and adaptation to climate change since the seventies, with the creation of PWA, forest incentives, and environmental sanitation legislation. From 2000, discussions on climate change began within the environmental sector, and in 2009 the NCCS was drawn up, with a mitigation and adaptation components. Along with the creation of the CCD in 2011, these were the foundations for advancing climate change. Over the past decade, instruments have been developed that are increasingly ambitious and tailored to the needs and possibilities of the country, such as strategies, policies, and action plans, the NDC, the NDP, the NCCAP, and policies, and action plans on risk management. Several national, sectoral, and subnational institutional

planning instruments address adaptation to climate change; some specifically and some tangentially, but all make of adaptation a pillar of development.

The country does not only work on these issues at the macro level. Between 2015-2020, in Costa Rica, 184 actions were identified aimed at reducing vulnerability and risk, moderating and prevent damage, and taking advantage of opportunities to promote the resilience of economic, social and environmental systems to climate change. The actions took place in the six planning regions, in the 83 cantons of the country. Climate action measures in adaptation were classified into nine topics that included: farming and fisheries, environment, risk management, industry, infrastructure, territorial planning, health, services, and transversal. The cross-cutting measures were majority (79 initiatives), followed by environment, farming, and risk management. To summarize, the most relevant sub-themes were research, education and capacity building, planning and governance, water resources, agriculture, biodiversity and ecosystems, livestock and prevention of risks associated with climate change.

To close this section, there is a reflection on strengths, weaknesses, and the need for support to strengthen adaptation in areas such as financing, public institutions, citizen participation, the private sector, capacity building, research and technological development, and information management.

D. Greenhouse Gas Mitigation

Mitigation actions are measures to reduce GHG emissions and/or increase removals of CO₂, in order to maintain and/or reduce GHG concentrations in the atmosphere. To identify the state of GHG mitigation in the country, actions carried out in Costa Rica between 2015 and 2020 were mapped and analyzed. Two types of actions were particularly considered: policy instruments (laws,

policies, regulations, plans) that create enabling conditions and facilitate the formulation and implementation of mitigation measures and programs and projects with GHG mitigation objectives. The mitigation actions identified are linked to the action areas defined by the NDC 2020, the NDP, and the National REDD+Strategy. In addition, sectoral policy instruments, impact programs and projects (such as the NAMAs and the Carbon Neutrality Country Program –CNCP–), actions led through international cooperation and results by sector were considered.

In Latin America, Costa Rica has been pioneering the development of actions and instruments to address climate change. During the period of analysis, 43 mitigation actions were found in progress, 20 were policy instruments and 23 were programs and projects. 34 actions were under implementation and nine were under planning. There are 34 national, eight regional, and one local actions. They impact mainly CO₂ mitigation, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆, and SFCs. 40% of actions are related to climate change adaptation objectives. 40 out of 43 actions mapped have primary or secondary relation to SDG 13, 22 relate to SDG 11, and 17 to SDG 12.

Between 2015-2020, 20 policy instruments were identified, 17 under implementation and three under planning; the most important are the NDP and the National REDD+Strategy. In programs and projects, 23 were identified, 17 in implementation, and six in planning. The most outstanding are the NAMAs and the CNCP.

Actions by IPCC sector. When analyzing the actions by sectors defined by the IPCC, it was found that energy and AFOLU include more policy instruments (six each). In terms of program/project, the energy sector has most of the measures (eight actions) followed by the sector AFOLU (seven actions).

Actions by area of action of the NDC. When considering the areas of action of the NDC, both the policy instruments and the programs/projects

were mainly oriented to the farming sector and, subsequently, to the mobility and transport sector. The policy instruments relate primarily to farming action (20%), followed by waste, energy, transport, and cross-cutting areas, each with 15% of the actions. A similar trend is observed in programs and projects; the most outstanding areas are farming and transport, each with 26% of the actions mapped.

Actions by NDP area. In the light of the NDP, most actions are oriented to collective transport (especially projects and programs) and then cross-cutting actions are highlighted, followed by those in the area of waste, and then those of agriculture. In general, the main actions of the plan are projects and programs (23 initiatives), while the policy instruments are slightly fewer (20). The transport, electrical system, waste and transversal axes contain more mitigation actions type policies (15% each). For its part, the axes of forests and biodiversity, industry and farming have 10% of the actions each. Finally, the agriculture and bovine livestock axis each have 5% of the measures. Programs and projects are most related to collective transport, agriculture, and transversal orientation (22%, 18%, and 18% respectively).

Actions by area of impact. When analyzing the actions according to the area of impact, the transport and urban development and farming sectors add more programs and projects, while the farming and energy sectors have more policies. Transport and urban development and farming are the two sectors with more actions. Policy instruments in the farming and energy sectors account for 20% each, followed by waste and cross-cutting (15% each). The programs and projects are mainly related to transport (35%), agriculture (26%), and cross-cutting (18%).

Financing. Forty percent of policy mitigation actions do not specify the funding status. 25% of the instruments indicated mixed financing and 15% were supported by international cooperation resources. 35% of the program/project-type

actions had resources pending for implementation, 30% indicated that they have secured resources, 26% were in the process of achieving them, and 9% do not provide information. 31% of programs and projects are supported by international cooperation. Costa Rica, as a developing country, has progressed in obtaining financial resources to support the achievement of the established climate goals. This is how it is possible to find 39 mitigation projects managed with resources from sources and international cooperation agencies, which have been planned and/or implemented between 2015-2020.

Limitations and gaps. Mapping of mitigation actions in Costa Rica between 2015 and 2020 revealed information gaps on the subject among the people and institutions that must manage them. In the policy instrument-type actions, eight were specifically formulated to reduce GHG and, of the 22 programs and projects, 11 were specifically designed for mitigation. The rest of the actions, in general, responded to sectoral initiatives that included within their objectives impacts on the environment. In most cases, there were no methodologies defined to effectively know the impact generated. In order to maximize the scope of these actions, it is advisable, from the planning stage, including indicators, objectives and targets in mitigation.

On the other hand, even the actions that were formulated to achieve mitigation objectives, did not necessarily present baseline, scenarios, mitigation potential or methodologies used. For more detailed analysis, such information is imperative.

For most of the entities consulted, it was not easy to identify if the impact of their action had visibility in NGHGI, so it is advisable to train them on it. Similarly, for some sectors, the relationship between mitigation actions and adaptation to climate change is not clear, especially in the sectors of industry, transport, and waste. For other sectors it is easier to link the relationship, such is for farming, forests and biodiversity, tourism, energy, and land management. In total, 11 of the 43 actions did not

respond about their link with adaptation and 17 affirmed that they were related. It is advisable to find points of intersection between the two fronts.

It was also difficult to identify progress and results achieved. In some cases, the action had regular reports, but in others it did not. It is absolutely necessary to strengthen capacities to include monitoring, report and verification systems in the planning and implementation of actions.

Some of the variables consulted were not answered or did not have the necessary detail to analyze them, especially in the area of climate finance.

E. Additional Information for Achieving the Objective of the UNFCCC

The last section of this Fourth National Communication updates and compiles information on systematic observation, technology transfer, education and awareness, and capacity building on climate change that the country has obtained and developed during the period 2015-2020. In addition, it raises the challenges and shortcomings that persist in these areas and in which it is worthwhile to have support from international cooperation.

Systematic observation. This area is essential for monitoring changes and providing decision-makers of technical-scientific criteria on the potential impacts of climate change. The National Meteorological Institute (IMN, for its acronym in Spanish) maintains a systematic observation ongoing in the country and provides forecasts, warnings and weather information targeted to support and promote the production of goods and services to different socio-economic sectors, the protection of the atmosphere and the environment, mitigation and adaptation to climate change. The country has measuring networks that include synoptic, aeronautical meteorological, climatological, agrometeorological, hydrometeorological, air quality measurement, tidal, as well as a climate change and electric shock monitoring networks.

IMN is the main body responsible for conducting meteorological and atmospheric observations, but other institutions in the country also conduct observations. For example, the Costa Rican Institute of Electricity (ICE, for its acronym in Spanish) has about 250 weather stations around the country, while the IMN has about 150. To improve, systematic observation, Costa Rica requires greater budgetary allocation to expand observation networks and to train and provide more personnel for the preparation, installation, and maintenance of stations responsible for systematic observation. To improve information on climate variability and change, as well as its metrics, the network of weather stations must necessarily increase. Moreover, the country requires a specific budget to prepare its own reports, such as the NGHGI and the national communications.

Technology transfers. Within 2015-2020, the financial resources that the country received from donors or entities for technology transfer were directed to three important areas: electricity development, emission reduction, and support for NGHGI metrics. The resources have supported initiatives to reduce emissions from coffee production, support geothermal development, restore and sustainably conserve mangroves, boost the regional electricity market, and promote clean public transport technologies, among others. To this end, support has been received from German cooperation, the Inter-American Development Bank (IDB), the Costa Rica-United States Foundation for Cooperation (CRUSA), and the private sector. The country allocated significant budgetary resources and developed decrees, laws, incentives and other measures for vital projects, such as the NDP, which includes a core area of work for mitigation and adaptation. In general, more technology transfer is required to consolidate the integration of public transport, reduce transit on road infrastructure, expand the supply of alternative energy, and promote transport and the electric train, among others.

Education and awareness-raising. Costa Rica promotes environmental sustainability education through the Ministry of Public Education (MEP, for its acronym in Spanish), from the first year of elementary school to the fifth year of high school. However, young people should be more motivated to generating knowledge, awareness and capacity building that promotes broader cultural change (Valerio et al., 2016; MCJ, 2020). During the period 2015-2020, there were relatively few initiatives in education funded by international cooperation. Most of the efforts for environmental education were aimed at strengthening the MEP in the generation of communication skills among students with contributions from the private sector, non-governmental organizations (NGOs), the United Nations Children's Fund (UNICEF) and the Organization of Ibero-American States for Education, Science and Culture, but they did not necessarily promote an improvement in education and awareness. The proposals put forward in the Third National Communication for education, the PND, and the National Adaptation Strategy on Climate Change (NASCC) have only been partially implemented. On the other hand, important support was received enabling the training of journalists, leaders of community associations, environmental and climate sector organizations, municipalities, central government institutions, and more. Moreover, there are many NGO's initiatives, and of other organizations such as the Climate Change Youth Network, which include environmental education activities, involving both children, as well as youth, and adults. At the national level, MINAE, CCD, IMN, the National System of Conservation Areas (NSCA), and the National Fund for Forest Financing (FONAFIFO, for its acronym in Spanish), among other institutions, have promoted actions in this area. The same has been with public educational institutions, and some municipalities. Some of the latent needs include improving the inclusion of climate change in MEP curricula and share materials and information on climate change.

Capacity building. It refers to the process by which individuals or organizations gain, improve, or retain skills, knowledge, tools, and resources, or other resources to do their job competently. It also refers to further performance development and, therefore, leads to higher capacity. In other words, it is an investment in the effectiveness and sustainability of society (IBSE, 2018). Professional capacity building requires educational efforts in schools and universities, as well as specific programs, courses, and events. The Global Environment Facility (GEF) has funded all activities related to national communications, NGHGI, and biennial reports, among others. In the period 2015-2020, 25 initiatives were found in this area such as Capacity Development in ASADAS, REDD+ Strengthening, the NCCS, NAMAs, compliance with NDCs, preparation of national communications and biennial reports to the UNFCCC, biological corridors project. Based on the cooperation received, it could be concluded that most cooperation agencies recognize the need of national capacity development to build improvements in policies, initiatives, and governance definition. The country must identify needs and priorities for capacity building, with a participatory approach, that ensures that social capital is enhanced and community ownership is promoted to ensure local acceptance and long-term sustainability.

Although many capacity-building initiatives have been initially funded, a major national counterpart has determined the government support provided.

Costa Rica has endeavored to have solid climate strategies and policies that are consistent with its commitments, to allocate national resources to the fulfilment of these commitments, to establish lines of action and to address its priorities for international cooperation and financing in that regard. This is how it has made significant progress, has had important achievements and has found many more challenges to face.

CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

Este capítulo presenta un panorama general de Costa Rica hasta 2021, respecto a temas como las características biofísicas, sociales y económicas del país y cómo inciden o podrían incidir en la capacidad de gestionar la mitigación y la adaptación al cambio climático. Esta información permite enmarcar en un contexto particular y específico los resultados del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), las acciones de mitigación, la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo del país, sus avances en adaptación y todo lo relacionado con la institucionalidad, el desarrollo de políticas para la gestión del cambio climático y los elementos adicionales que se deben considerar para cumplir los objetivos de la convención.

Costa Rica ostenta una de las democracias más longevas y fuertes del continente. El país se organiza como una república democrática, libre e independiente, multiétnica y pluricultural, regida por una Constitución Política. Su idioma oficial es el español, pero el Estado debe velar también por las lenguas indígenas nacionales. El Gobierno es inclusivo, popular, representativo, participativo, alternativo y responsable. Lo ejerce el pueblo, con la gestión del Tribunal Supremo de Elecciones (TSE) y tres poderes distintos e independientes entre sí: Ejecutivo, Legislativo y Judicial. Es un país de renta media y es la quinta economía más competitiva de Latinoamérica, según el *Informe Global de*

Competitividad 2019 del Foro Económico Mundial (FEM). El país destaca mundialmente por su tradición pacífica y de apego a los derechos humanos, por no tener ejército desde 1941, por su atractivo turístico y por su vocación ambiental.

En setiembre de 2019, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) otorgó al país el galardón *Campeones de la Tierra*, por los esfuerzos realizados en protección de la naturaleza y cambio climático. Los logros y contribuciones en conservación del ambiente y en cambio climático han sido significativos y han convertido al país en un referente mundial. En el *Índice de Desarrollo Humano* ajustado por presiones planetarias, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 2020, Costa Rica ocupó el puesto 25 entre 189 naciones (había ocupado el lugar 62 en 2019). Este reciente índice analizó el impacto de cada país en el planeta e incluyó temáticas como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el uso de recursos naturales junto a los temas habituales, como la esperanza de vida, los años de educación y la renta per cápita. La nueva clasificación reafirmó el liderazgo global de Costa Rica en materia social y ambiental y demostró que se ha asumido el camino correcto del desarrollo verde.

El presente capítulo perfila el país desde sus características geográficas, hidrográficas, climáticas, su organización político administrativa. También

hace un balance de su situación social, de su evolución y actualidad económica, de la forma en que enfrenta retos mayúsculos como son la estabilización de las finanzas públicas, la desigualdad y el desempleo. Finalmente, presenta una reseña de los principales hitos en la construcción de políticas e institucionalidad para la gestión del cambio climático, incluyendo los avances en el tema y en los enfoques transversales más importantes que implementa el país.

1.1. Perfil geográfico y climático

Ubicado en América Central, Costa Rica es un país de 51.100 km² de territorio continental,

Cuadro 1.1 Datos generales de Costa Rica.

Costa Rica	
UBICACIÓN:	América Central
MIDE:	51.100 km ² territorio continental 589.682 km ² mar territorial y patrimonial 23,85 km ² territorio insular
LÍMITES:	Norte: Nicaragua Este: mar Caribe Sureste: Panamá Oeste: océano Pacífico
POBLACIÓN:	5.163.038
IDIOMA:	Español

Fuente: Elaboración propia.

589.682 km² de mar territorial y patrimonial y 23,85 km² de territorio insular.

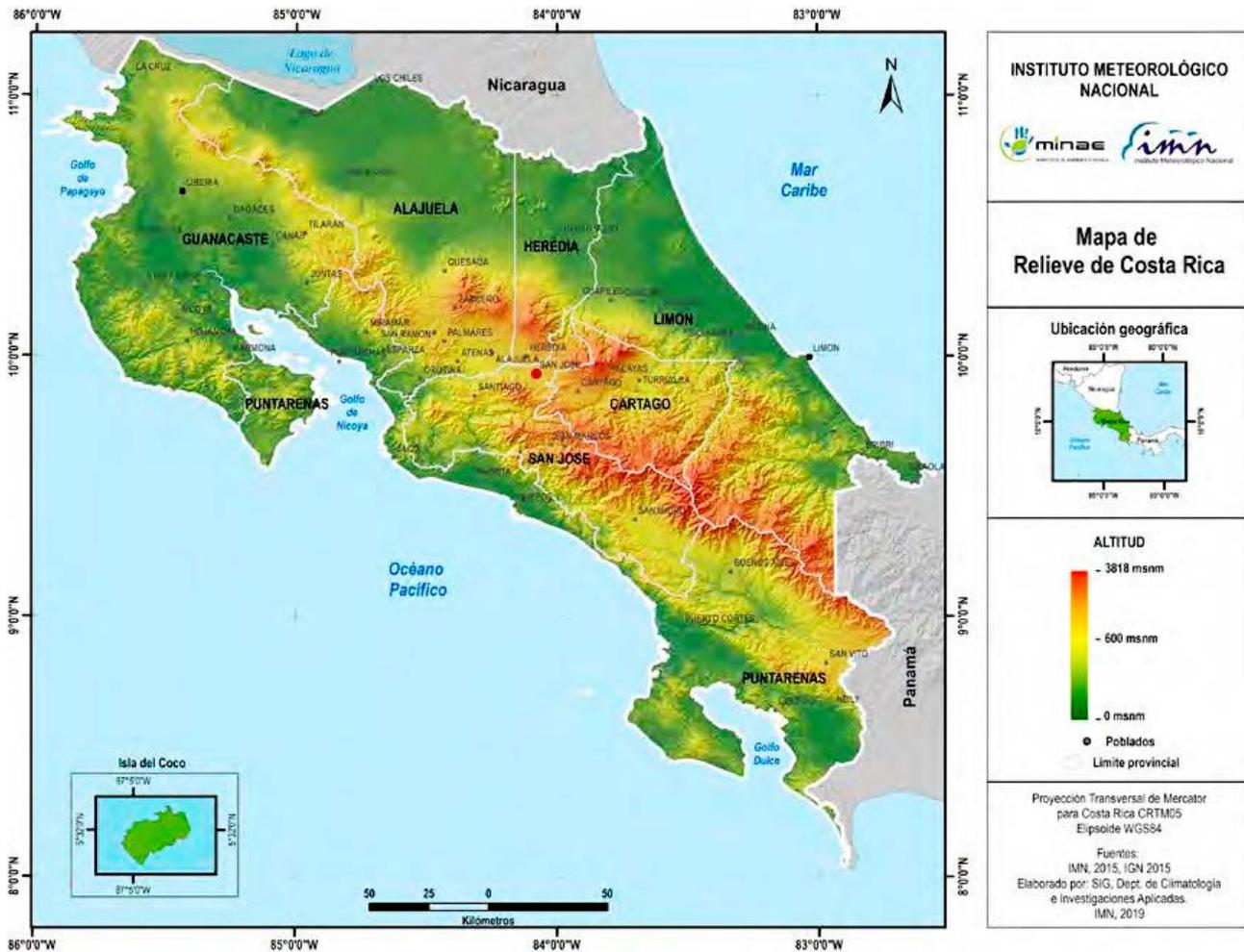


Figura 1.1 Relieve de Costa Rica.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, 2019.

Su territorio continental limita al norte con Nicaragua, al este con el mar Caribe, al sureste con Panamá y al oeste y al sur con el océano Pacífico. Los límites marítimos los comparte con Nicaragua, Ecuador, Colombia y Panamá.

1.1.1. Geografía

El país se localiza entre los 8°02' y 11°13' de latitud norte y entre los 82°34' y 86°00' de longitud oeste (figura 1.1). Su territorio es joven, de origen volcánico y marino y presenta todas las formas de relieve: cordilleras, valles, llanuras, ríos y mesetas.

Un sistema montañoso atraviesa el país en dirección noroeste-sureste. Lo integran las

cordilleras de Guanacaste, Tilarán, Central y de Talamanca, cuyas alturas progresan en altitud de norte a sur. En Talamanca culminan las cimas más altas, que son el cerro Urán (3.600 m.s.n.m.) y el macizo donde están el cerro Ventisqueros (3.812 m.s.n.m) y Chirripó (3.821 m.s.n.m.). A lo largo de todo el sistema montañoso, existen diversos volcanes con niveles de actividad variados y en constante evolución.

1.1.2. Hidrografía

En Costa Rica existen sectores especialmente vulnerables al cambio climático y uno de ellos es el de recursos hídricos. Este recurso provee el



Figura 1.2 Unidades hidrológicas y cuencas hidrográficas de Costa Rica.

Fuente: Elaborado con información del Centro Nacional de Información Geo-Ambiental (CENIGA) 2016 y DA 2017.

agua para: consumo y saneamiento, generación de electricidad y agricultura.

Costa Rica tiene 34 cuencas hidrográficas que forman parte de cinco grandes unidades hidrológicas: Caribe, San Juan, Tempisque Pacífico Norte, Tárcoles Pacífico Central y Térraba Pacífico Sur (figura 1.2).

Las cuencas del Pacífico cubren el 53% de la superficie del país y aquí se ubican dos de las más grandes: Tempisque y Térraba. El río Tempisque es de gran importancia para uso agropecuario y, junto al río Bebedero, provee el 75% del agua para riego del país. La cuenca Tárcoles provee agua a tres de las principales cabeceras de provincia del país: San José, Alajuela y Heredia, donde se concentra la mayor cantidad de habitantes (Sistema Iberoamericano de Información del Agua (SIAGUA)).

En el Caribe están las unidades hidrológicas Caribe y San Juan, cuyos ríos riegan extensas llanuras; por eso, son más largos y con menor pendiente (2,3% en promedio), gracias a que reciben más agua por las abundantes lluvias. Estas unidades hidrológicas cubren el 46% del territorio nacional.

Numerosos estudios (Grupo Intergubernamental de Cambio Climático -IPCC por sus siglas en inglés-, 2014) reconocen que la intensificación de eventos climatológicos extremos (prolongadas sequías o ciclones tropicales) aumentaría la vulnerabilidad hidrológica centroamericana. Cambios en el balance hidrológico o térmico podrían colapsar la conectividad de ecosistemas tropicales e impactar actividades económicas y socioculturales.

Ante el desafiante aumento de esta vulnerabilidad, el país requiere completar información para tomar decisiones. Se requiere, por ejemplo, un mapa hidrogeológico unificado, determinar balances hídricos de alta resolución espacial (<1km²), identificar zonas de recarga subterránea y su conectividad con redes de abastecimiento de agua potable, determinar la sostenibilidad

de la oferta hídrica, un programa de monitoreo continuo en fuentes subterráneas y superficiales, un plan nacional de manejo y adaptación ante el cambio climático, con especial énfasis en eventos meteorológicos extremos, entre otros.

1.1.3. Clima

El país se ubica entre los paralelos del Trópico de Cáncer y del Trópico de Capricornio, en la Zona Tropical, por lo que sus bosques, red hidrográfica, suelos y clima son tropicales.

El clima es modificado por factores como: el relieve (la disposición de las montañas, llanuras y mesetas), la situación con respecto al continente (condición ístmica), la influencia oceánica (los vientos o las brisas marinas, la temperatura de las corrientes marinas) y la circulación general de la atmósfera (Instituto Geográfico Nacional (IGN) 2005).

La orientación noroeste-sureste del sistema montañoso divide a Costa Rica en dos vertientes: Pacífica y Caribe. Cada una tiene su propio régimen de precipitaciones y temperaturas (Manso *et al.* 2005).

La vertiente Pacífica tiene una época seca y una lluviosa bien definidas. La seca se extiende de diciembre hasta marzo. Abril es un mes de transición. La época lluviosa va de mayo a octubre y noviembre es un mes de transición.

La vertiente Caribe no tiene estación seca definida, pues las lluvias se mantienen entre los 100 y 200 mm en los meses menos lluviosos. Las zonas costeras presentan dos períodos relativamente secos, el primero entre febrero y marzo y el segundo entre setiembre y octubre. El primer período coincide con el seco de la vertiente Pacífica y el segundo coincide con los meses más lluviosos de dicha vertiente. (Manso *et al.* 2005).

Los dos regímenes de precipitación (Pacífico y Caribe), la altura y orientación de las montañas, junto con los vientos y la influencia de los océanos delimitan siete grandes regiones climáticas:

- Pacífico Norte
- Pacífico Central
- Pacífico Sur
- Región Central
- Zona Norte
- Región Caribe Norte
- Región Caribe Sur

La variabilidad climática de Costa Rica está asociada a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical y a fenómenos, como la Oscilación Atmosférica de Madden-Julian y el Fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), este último es un fenómeno natural que implica temperaturas oceánicas fluctuantes en el Pacífico ecuatorial. El ciclo del ENOS es el modo dominante de variabilidad en el océano Pacífico con una escala interanual de 2

a 7 años. El patrón generalmente fluctúa entre dos modos: más cálido en las aguas ecuatoriales del océano Pacífico central y oriental (conocido como El Niño) y temperaturas superficiales del mar más frías en el océano Pacífico ecuatorial central y oriental (llamado La Niña). El fenómeno varía los patrones de lluvia, las temperaturas superficiales y los vientos.

1.1.4. Organización territorial

Administrativamente, Costa Rica está dividida en siete provincias, que se subdividen en 83 cantones y estos, a la vez, en distritos.

Adicionalmente, se han establecido seis regiones para efectos de planificación regional, que son: Central, Chorotega, Brunca, Pacífico Central,

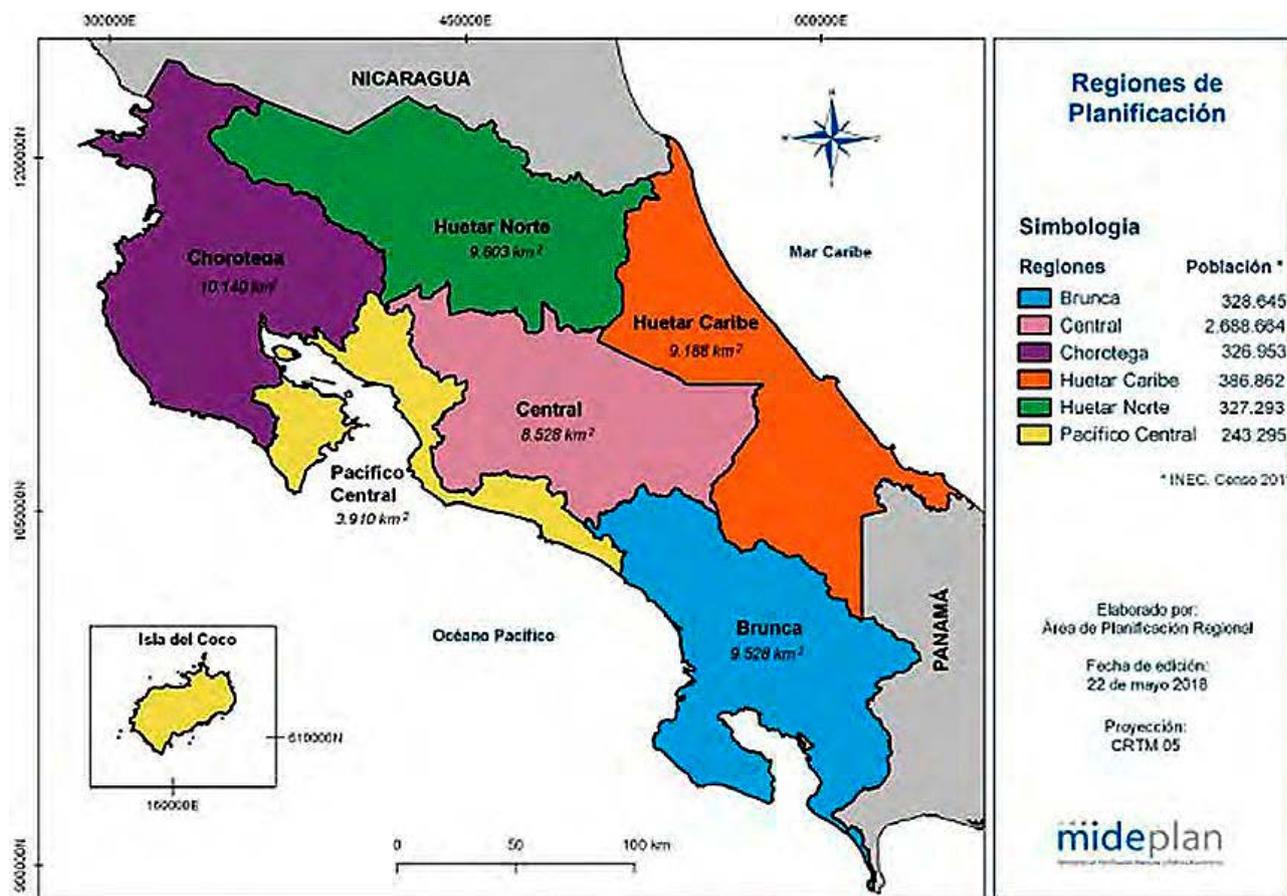


Figura 1.3 Mapa de Regiones de Planificación de Costa Rica.

Fuente: Área de Planificación Regional del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. 2019.

Huetar Norte y Huetar Caribe. La figura 1.3 refleja esta división.

Un 25% de la superficie terrestre e insular costarricense y un 2,6% de la superficie marina se encuentra dentro de las 171 áreas silvestres protegidas (ASP), según datos del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), al 2020. Las ASP son espacios geográficos definidos, declarados oficialmente y designados con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión.

En la ley de biodiversidad y su reglamento en particular, se han señalado las categorías de manejo que prevalecen para el país y son:

- a) Reservas forestales
- b) Zonas protectoras
- c) Parques nacionales
- d) Reservas biológicas
- e) Refugios nacionales de vida silvestre

- f) Refugios nacionales de vida silvestre de propiedad estatal
- g) Refugios nacionales de vida silvestre de propiedad privada
- h) Refugios nacionales de vida silvestre de propiedad mixta
- i) Humedales
- j) Monumentos naturales
- k) Reservas marinas
- l) Áreas marinas de manejo

La figura 1.4 muestra las principales áreas y categorías de sitios protegidos del país y la figura 1.5 muestra su distribución en el país.

1.1.5. Uso de la tierra

En Costa Rica las regulaciones del territorio se han construido sectorialmente: lo macro ambiental; lo urbano-regional; lo agropecuario; lo



Figura 1.4 Áreas silvestres protegidas de Costa Rica.

Fuente: INEC, con información de Ministerio de Ambiente y Energía, SINAC, 2019.

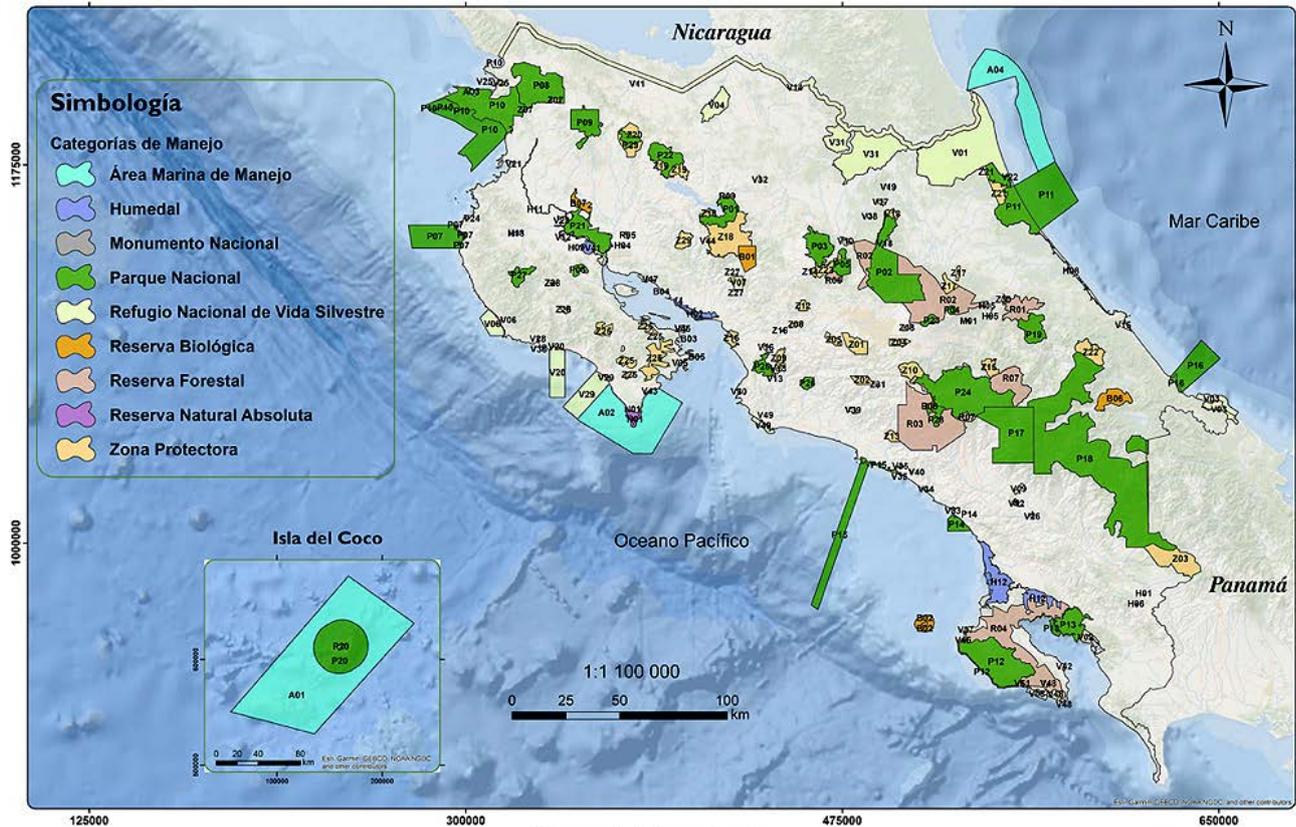


Figura 1.5 Distribución de las áreas silvestres protegidas de Costa Rica.

Fuente: SINAC.

costero. Esto ha ocasionado un manejo desordenado del territorio en determinados momentos de acuerdo a diversas políticas con más fuerza. Por ejemplo, entre 1960 y 1990 hubo una transformación masiva de tierras de cobertura boscosa en áreas de pastos dado un incentivo que impulsó la ganadería. También la falta de planificación condujo a la pérdida de las mejores tierras agrícolas en el Valle Central a expensas de la expansión urbanística. Para 1988, las tierras de pastoreo registraron una fuerte expansión hasta alcanzar el 48% del territorio nacional, no obstante, luego se dio una reversión de esta tendencia por los incentivos de reforestación. Otros efectos detrimentales de políticas han sido la degradación de áreas de recarga acuífera, la erosión de suelos en algunas zonas, la sedimentación de embalses y algunos daños en ecosistemas costeros.

El suelo productivo, sobre todo agropecuario y forestal, se regula con la Ley de Uso, Manejo y Conservación del Suelo, ley 7779 de 1998. Esta normativa reconoce y declara el suelo como recurso natural y se orienta a proteger, conservar y mejorar los suelos en gestión integrada y sostenible con los demás recursos naturales, mediante el fomento y la planificación ambiental adecuada. Según esta ley, el uso del suelo o uso de la tierra, es la utilización de un terreno, de la estructura física asentada o incorporada en él, o ambas cosas, según la clase, forma o intensidad de su aprovechamiento. La capacidad de uso de la tierra es el grado óptimo de aprovechamiento que posee un área de terreno determinada, de acuerdo con la calificación de sus limitantes, para realizar diferentes actividades por periodos prolongados. Para determinar el uso del suelo se analizan factores

como su pendiente, salinidad, erosión, drenaje, profundidad, riesgo de inundación, textura, zona de vida, pedregosidad, fertilidad y otros aspectos. A partir del relieve y las características edáficas se categorizan los suelos con vocación agropecuaria, forestal o de protección.

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 2014, las fincas productivas del país en su mayoría se dedican a pastos y, en segundo lugar, a bosques (figura 1.6).

El cambio del uso de suelo y la silvicultura le permitió a Costa Rica capturar, en 2017, un 20,5 % del total bruto de emisiones, de acuerdo con el INGEI.

Según datos del Banco Mundial (BM), basados en la definición de bosque de la CMNUCC, la cobertura forestal de Costa Rica alcanzó un 59% del territorio en 2020, luego de que a inicios de siglo el espacio boscoso cubría el 47%. La cobertura boscosa creció en las últimas dos décadas gracias a los incentivos para la protección, la red privada de reservas biológicas y la reducción de la actividad ganadera. Costa Rica es el país más boscoso de

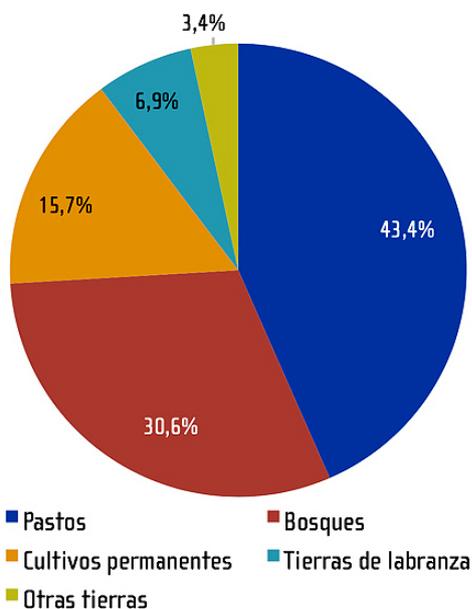


Figura 1.6 Distribución porcentual del uso de la tierra en las fincas de Costa Rica, según su uso.

Fuente: INEC, 2014.

Centroamérica, el que más masa forestal recuperó desde el año 2000, también es el país con mayor proporción de su territorio dedicado a la cobertura forestal.

Estos exitosos logros, se han alcanzado pese a que desde 2017 está estancada la inversión en el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) y el país redujo en 2021 en un 33% el dinero destinado a pagar a propietarios de terrenos boscosos para que los protejan, dadas las limitaciones financieras que vive el país.

1.2. Perfil social

En el Índice de Desarrollo Humano elaborado por el PNUD en 2020, Costa Rica ocupó el puesto 25 entre 189 naciones. Ese resultado es una evidencia de la fuerte inversión que el país ha realizado desde hace muchos años en salud, educación, acceso a servicios públicos, a vivienda y en combate a la pobreza. Todos esos indicadores proveen un perfil de la población del país, que es un insumo por proteger ante el cambio climático y, a la vez, un recurso con el que se puede contar para desarrollar las estrategias de mitigación y adaptación. No obstante, debe indicarse que no todos los cantones tienen las mismas condiciones de desarrollo y, en especial, los de la zona costera cuentan con un índice de desarrollo humano muy bajo.

Temas débiles del país son el desempleo y la desigualdad en la distribución de ingresos. El primero es fuente de preocupación porque hace 10 años ronda una tasa del 8% y ha tendido a empeorar. La desigualdad, por su parte, se mantiene hoy muy similar a hace 40 años, aunque ha tenido variaciones y, según el BM, Costa Rica es el noveno país más desigual del mundo. Ambos temas se abordaron en el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública (PNDIP) 2019-2022, como una meta nacional. No obstante, al 2020 el cumplimiento de ambas metas era bajo debido al efecto de la pandemia. En el caso del índice de

Gini, la meta para los cuatro años es mantenerlo en 0,511, pero en 2020 estaba en 0,513. En el caso de la tasa de desempleo abierto, la meta es alcanzar un valor máximo de 8,6% pero en 2020 alcanzó un 19,6%.

Temas fuertes en Costa Rica son el acceso universal a la educación, a los servicios de salud, a servicios públicos y el combate a la pobreza. Sobre todos estos aspectos se amplía a continuación.

1.2.1. Características demográficas

Costa Rica cuenta con una población de 5.163.038 habitantes (INEC, 2021).

Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2011, el 83,64% de la población del país se autoidentificó como blanca o mestiza, el 7,77% como afrodescendiente (6,72% como mulata y 1,05% como negra o afrodescendiente), el 2,42% como indígena y el 0,21% como china.

En 2011, Costa Rica contabilizaba 104.143 personas indígenas en el país, de las cuales el 17,47% se autoidentificó como perteneciente al Pueblo Bribri, 16,31% al Pueblo Cabécar, 10,99% al Pueblo Chorotega, 9,16% al Pueblo Ngöbe o Guaimí, 5,33% al Pueblo Brunca o Boruca, 3,32% al Pueblo Huetar, 2,56% al Pueblo Teribe o Térraba, 1,71% al Pueblo Maleku o Guatuso, 8,11% declaró pertenecer a un pueblo indígena de otro país y el 25,03% dijo que no pertenecía a ningún pueblo.

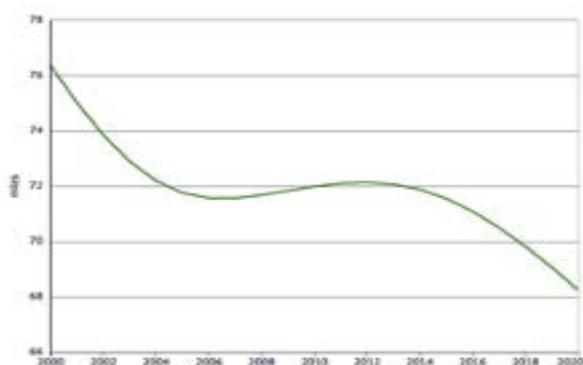


Figura 1.7 Reducción de nacimientos.

Fuente: INEC, 2021.

La esperanza de vida al nacer para 2020 era de 80,2 años, 78,1 años para los hombres y 83,2 años para las mujeres. Se espera que para 2025 la esperanza de vida promedio aumente a 81,3 años. No obstante, el crecimiento poblacional viene en proceso de desaceleración, al menos desde hace 20 años, tal como lo muestran las figuras 1.7 y 1.8; la primera evidencia la reducción en los nacimientos desde 2000 hasta 2020 y la segunda la reducción de la tasa de fecundidad desde 2000 hasta 2018. Los 68.811 nacimientos de 2017 fueron casi 10.000 menos que en 1997 y para 2020, hubo casi 11.000 nacimientos menos que en 2017. Los 57.848 nacimientos de 2020 fueron la cifra más baja de los últimos 20 años (INEC, 2021).

La tasa global de fecundidad actual, de 1,4 hijos por mujer (INEC, 2021), es menor que el nivel de reemplazo generacional y se ha mantenido menor desde 2004, es decir, no nacen suficientes niños y niñas para reemplazar en la estructura poblacional a su madre y padre. La tasa bruta de mortalidad aumenta regularmente.

Para 1990, durante el inicio de la transición demográfica, la estructura poblacional tenía una base ancha y una cúspide angosta, el 45% de la población era menor de 20 años, mientras que en 2020 disminuyó a 29,2%. Se espera que para 2025 esa cifra disminuya a 27,5% y poco a poco la base se haga más angosta y la cúspide más alta (figura 1.9).

Costa Rica se encuentra en el llamado bono demográfico, que es un aumento relativo de la

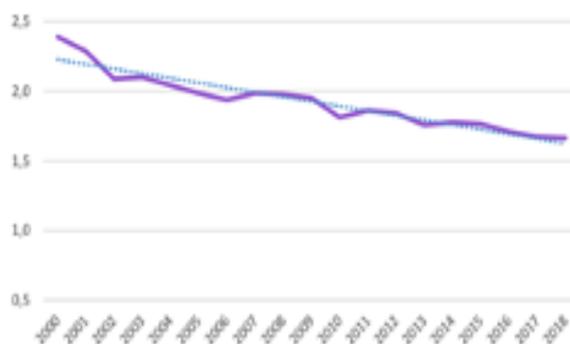


Figura 1.8 Reducción de la tasa de fecundidad entre 2000-2018.

Fuente: INEC, 2021.

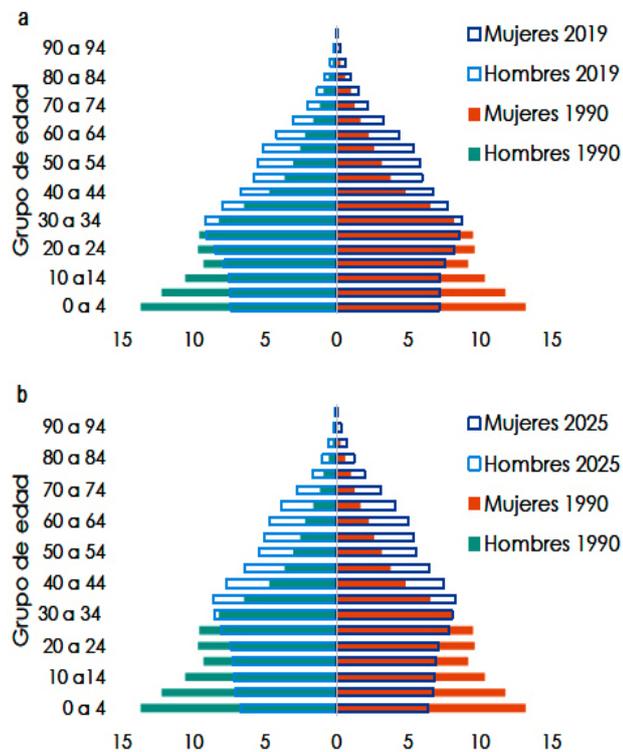


Figura 1.9 Cambios en la estructura poblacional.

Fuente: MIDEPLAN, Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo. Informe País Costa Rica 2020.

población en edad activa (entre 18 y 45 años) y una disminución en la relación de dependencia demográfica (RDD)¹. El bono demográfico inició en 1970 y se espera que finalice en 2025. Durante esta etapa, un país puede generar mayor crecimiento económico y bienestar si implementa políticas públicas con ese fin.

La densidad poblacional del país ha pasado de 67,9 hab/km² (1997) a 99 hab/km² (2021). Ese incremento presiona la demanda de recursos naturales (suelo, agua, bosques), servicios (transporte, energía, vivienda, infraestructuras productivas), aumenta la producción de residuos sólidos y líquidos y de emisiones de GEL.

¹ La RDD se define como la relación entre la población dependiente (personas menores de 15 años y personas de 65 años y más) y la población económicamente activa (personas de 15 a 64 años).

1.2.2. Educación

Costa Rica posee un sistema educativo maduro, con fuerte financiamiento e importantes logros en acceso. La Constitución Política de Costa Rica establece la educación preescolar, la general básica y la diversificada como obligatorias y costeadas por la nación. En la educación estatal, incluida la superior, el gasto público no puede ser inferior al 8% anual del producto interno bruto (PIB). Pese a esas fortalezas, el sistema tiene tres grandes pendientes en calidad, universalización de la enseñanza secundaria y elevación del perfil educativo de la fuerza laboral.

El país cuenta con líneas estratégicas de política educativa que trascienden los gobiernos, lo cual es una señal de madurez que, junto a la decisión de mantener y ampliar la inversión educativa en un contexto de restricción fiscal, permitirá mejorar en el futuro.

Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) de 2017, Costa Rica fue uno de los primeros países de América Latina en lograr una cobertura universal en educación primaria y que la mayoría de los estudiantes se matriculen en secundaria. El país ha ampliado el acceso a la educación más rápido que otros de Latinoamérica en la última década y está cerrando la brecha con los países de la OCDE. Alrededor de la mitad de los adultos jóvenes (25-34 años) concluyeron la educación diversificada en 2014, comparado con un tercio entre la generación de sus padres (55-64 años). La tasa de matrícula en educación superior también se ha duplicado desde el 2000.

A pesar de la alta inversión y los logros mencionados, el rendimiento es poco alentador en cuanto a la conclusión de estudios y resultados del aprendizaje. La deserción escolar es alta y en 2015, la población estudiantil que aún estaban en la escuela a la edad de 15 años, estaba dos años por debajo de sus pares de la OCDE. Costa Rica

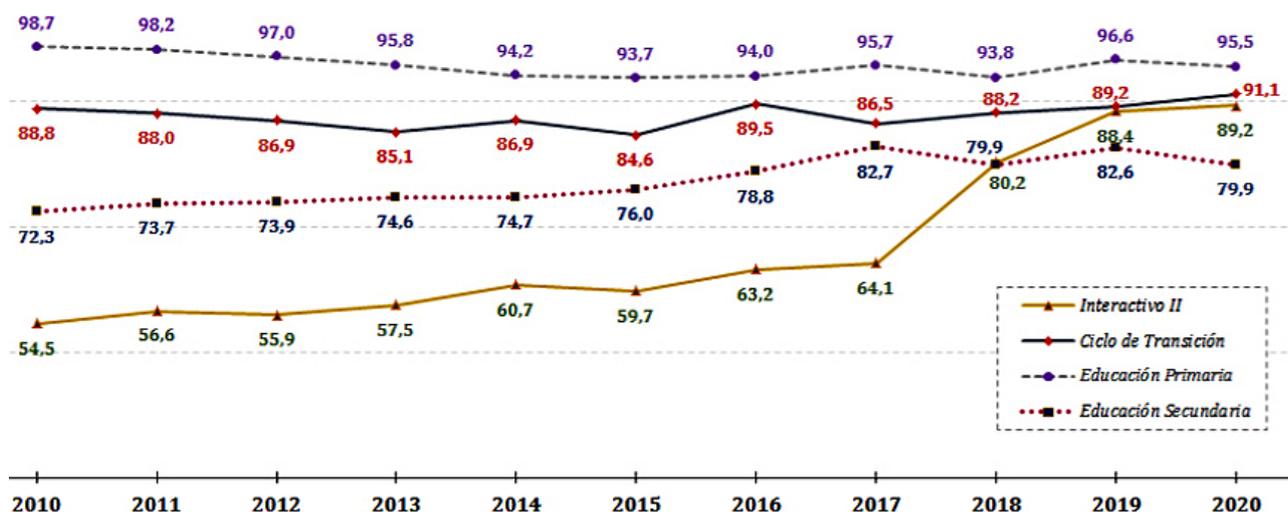


Figura 1.10 Tasas netas de escolaridad en el sistema educativo de Costa Rica.

Fuente: MEP, 2020.

ha visto poca mejora en logros de los estudiantes recientemente.

En términos absolutos, los niños de contextos desfavorecidos tienen más posibilidades que nunca de ir a la escuela y obtener un título universitario. Pero, la desigualdad empieza en edades tempranas y se amplía a medida que los estudiantes pasan por el sistema educativo. La primera infancia es el sector más subdesarrollado del sistema educativo de Costa Rica comparado con países de OCDE. Más de un tercio de los niños (37%) no recibe dos años de educación preescolar, aunque es obligatoria desde 1997. Los niños de familias pobres tienen menos posibilidades de acceder a los servicios públicos. Esto los coloca en una posición desventajosa cuando inician la escuela.

La tasa neta de escolaridad en primaria reportada por el Ministerio de Educación Pública (MEP) para 2020 fue de 95,5% con un ligero incremento desde 2010 y la de educación secundaria bajó a 79,9% (figura 1.10).

Luego del acceso, los siguientes retos del sistema educativo costarricense son la calidad, que se completen al menos los 9 años de educación básica y que se adquieran sólidas habilidades. La OCDE estima que casi un tercio (30%) de los jóvenes a los 15 años ya ha abandonado la escuela y un

tercio (33%) de los que siguen carece de competencias básicas en ciencias, lectura y matemáticas.

Debido al mayor acceso a la educación básica, las cifras de ingreso de estudiantes al sistema de educación diversificada han aumentado y, en años recientes incluso, muchos más adultos jóvenes han regresado al sistema educativo a concluir sus estudios. La educación diversificada se está convirtiendo rápidamente en el logro mínimo deseado y quienes no alcanzan este estándar (la mitad de los jóvenes actualmente) podrían quedarse rezagados y depender de trabajos poco calificados. El Programa Estado de la Nación (PEN) reportó en 2019 102.077 estudiantes inscritos en universidades estatales, pero sólo uno de cada diez estudiantes de hogares pobres en Costa Rica logra llegar a la universidad. El porcentaje de la población de 25 a 34 años con educación superior (28% en 2017) está estancado desde 2009.

El octavo Informe del Estado de la Educación de Costa Rica (2021) reveló que la educación costarricense vive su peor crisis en varias décadas, afectada por las reiteradas y significativas interrupciones de los ciclos lectivos debido a huelgas de docentes y protestas estudiantiles desde el 2018; la suspensión de lecciones presenciales por casi todo el 2020 (que envió a 1.200.000

estudiantes a casa) y la suspensión del curso lectivo durante un mes y medio del 2021, ambas debido al COVID-19. Como resultado hay un gran bache educativo y una brecha profunda entre la educación pública y la privada.

Al comparar lo que el país invierte en educación por persona, el resultado es bastante bajo. Otros indicadores que deben revelar beneficios no son alentadores: la productividad apenas ha aumentado, las carencias de habilidades son aparentes y la desigualdad está aumentando. La inversión en educación requiere mejorar con el fin de que la ciudadanía tenga capacidades para atender la creciente presión sobre los servicios de salud, los recursos naturales, las pensiones, para reducir las brechas del desarrollo socioeconómico y encaminar el país al desarrollo sostenible.

1.2.3. Salud

En Costa Rica, el gasto nacional en salud corresponde a 9,3% del PIB; mientras que los países de la OCDE recomiendan que sea de 8,9% del PIB.

El Estado costarricense tiene institucionalidad para ejecutar una política de salud con cobertura universal, cuya estructura de financiamiento involucra al sector privado, a los trabajadores y al Estado. El Ministerio de Salud (MINSa) es rector de los servicios, la Caja Costarricense de Seguro Social

(CCSS) es ejecutora y otras instancias complementan el área, como: el Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (ICODER), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Instituto Nacional de Seguros (INS), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS).

Los servicios de salud se ofrecen mediante una red que cubre todo el territorio nacional con infraestructura y equipo médico y atiende desde los niveles de menor complejidad a cargo de los Equipos Básicos de Atención Integral de Salud (EBAIS), hasta los hospitales nacionales especializados. Los 1.041 EBAIS del país (PNDIP, 2018) promueven la salud y prevención de enfermedades, mientras que los 29 hospitales públicos ofrecen consultas con especialistas, dan hospitalización y hacen cirugías. Esa red da atención a la población asegurada (85,1%, ENAHO 2019) y también a la no asegurada.

Entre las enfermedades de declaración obligatoria, la diarrea, el dengue y la violencia intrafamiliar son las más comunes. Las principales causas de mortalidad son los problemas asociados al aparato circulatorio y los tumores (estómago, próstata y mama). Especial atención requieren las enfermedades causadas por mosquitos, cuya incidencia se relaciona con las condiciones climáticas.

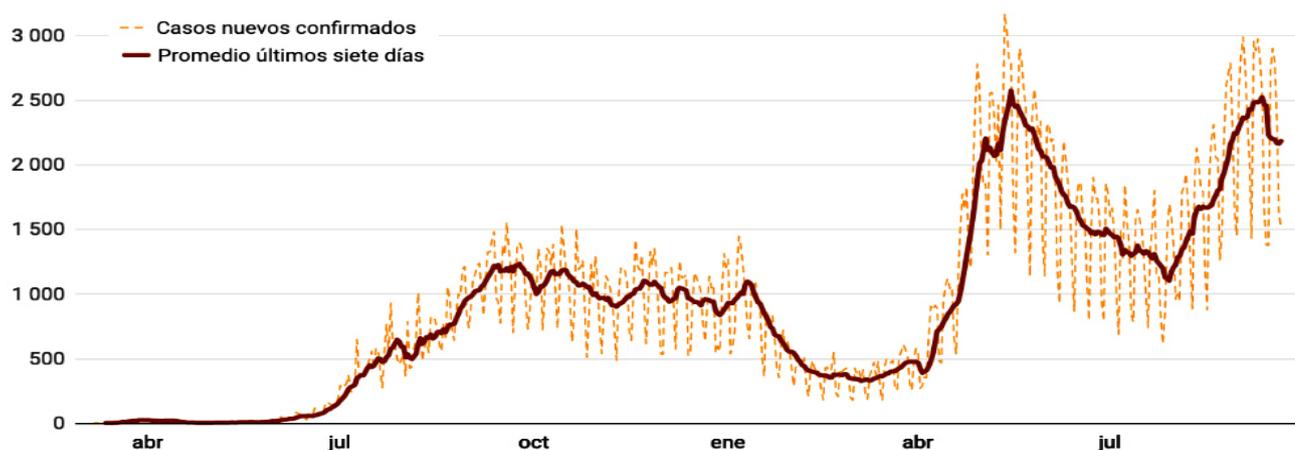


Figura 1.11 Curva de casos de COVID-19 confirmados diariamente en Costa Rica.

Fuente: Ministerio de Salud.

Al igual que en el resto del mundo, desde marzo de 2020 Costa Rica fue afectada por la pandemia mundial por COVID-19. Una temprana intervención del Gobierno, que incluyó la implementación del teletrabajo, el paso de la educación a la virtualidad, cierres comerciales y de fronteras, restricción vehicular y demás, permitió que los primeros impactos fuertes de la pandemia se iniciaran hasta finales del segundo semestre de 2020, cuando ocurrió el pico de la primera ola de contagios. En mayo de 2021 fue el pico de la segunda ola y una tercera ola se pronostica para el segundo semestre de 2021 (figura 1.11).

Hasta setiembre de 2021, el país había registrado 513.384 contagios de COVID-19 y 6.098 decesos. Para esta fecha, la principal estrategia de control de la pandemia era la vacunación; más de dos millones de personas contaban con su esquema completo de vacunación y casi 3.300.000 más contaban con una dosis, para un total de 5.278.407 aplicadas (figura 1.12).

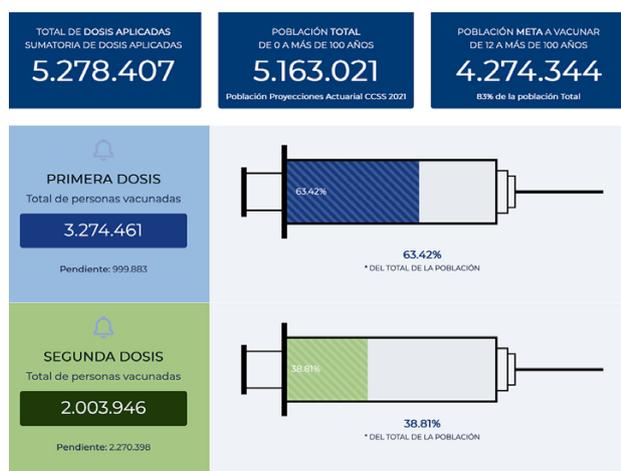


Figura 1.12 Dosis de vacunas contra el COVID-19 aplicadas en Costa Rica, hasta setiembre 2021.

Fuente: CCSS, 2021.

1.2.4. Acceso a servicios

Según la Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos en los Hogares (ENIGH, 2018), en Costa Rica el acceso a servicios como electricidad, agua por

acueducto y servicio sanitario dentro de la vivienda se ha facilitado a casi la totalidad de los hogares (cuadro 1.2). En la mayoría de los casos, la tenencia de bienes y servicios depende del nivel de ingreso del hogar, excepto en el caso del teléfono celular, el cual está presente en el 96,8 % de los hogares. Este servicio es uno de los ejemplos más claros de los cambios en el consumo a través del tiempo; en 1988 no existía, pero en 2013, un 94,3% tenía teléfono celular. Este servicio ha sustituido el teléfono residencial, que estaba presente en el 61,4 % de los hogares en el 2004 y ha descendido a 33,7 % en el 2018.

Cuadro 1.2 Porcentaje de hogares con acceso a servicios básicos y tecnologías de la información y la comunicación.

Servicio o bien	Porcentaje de acceso
Electricidad	99,6
Agua por acueducto	95,4
Servicio sanitario	98,1
Teléfono residencial	33,7
Teléfono celular	96,7
Internet	77,5
Televisión paga	72,0

Fuente: ENIGH, 2018.

1.2.4.1. AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

En 2018, 100% de la población tuvo suministro de agua; 94,2% recibió agua potable y 7,6 % recibió agua no potable (Informe de agua potable y saneamiento 2019, AyA). El abastecimiento de agua lo garantizan instituciones públicas como el AyA (con una cobertura de 46,7% del país y 98,5% de potabilidad), asociaciones comunales (2.232 Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS) y Comités administradores de acueductos rurales (CAARs) con 84,4% de potabilidad), municipios (13,2% de la población, con 87,7% de potabilidad) y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) (100% de potabilidad) (Informe de

agua potable y saneamiento 2019, AYA). El abastecimiento de agua se realiza por medio de 1.284 pozos, 3.854 nacientes y 375 fuentes superficiales.

La cobertura de agua potable ha incrementado y esto posiciona al país con un cumplimiento satisfactorio en varias metas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), respecto a acceso a fuentes de agua potable mejoradas (FAPM). En los cuadros 1.3 y 1.4 se presentan los avances de Costa Rica en las Metas 10a sobre fuentes de agua potable mejoradas y 10b sobre instalaciones de saneamiento mejoradas en el periodo de 1990 y 2015, con la aplicación de los ODM.

La contaminación antropogénica del agua se debe principalmente al uso de plaguicidas e hidrocarburos, mientras que la natural se origina en arsénico, dureza total y aluminio.

En Costa Rica, 75,4 % de la población está conectada a tanques sépticos, 15,4% a alcantarilla o letrinas, y 0,3% no tiene ningún sistema. El

principal reto es incrementar la población conectada a alcantarillado sanitario.

En general, el acceso a agua potable gestionada en forma segura ha sido una fortaleza de Costa Rica. Para continuar creciendo se requiere trabajar en protección de fuentes de agua, tratamiento y/o desinfección del agua, vigilancia y control de la calidad del agua, normalización y legislación, evaluación de riesgo o planes de seguridad del agua, calidad de los servicios, autosostenibilidad, movilización social y educación, implementación de los proyectos de inversión.

Con respecto a la ampliación de las coberturas de saneamiento gestionado en forma segura, es fundamental avanzar en la construcción de los proyectos de inversión establecidos en San José, la Planta de Tratamiento de Los Tajos, Quepos, Golfito, Tamarindo, Jacó y Palmares. Con la ejecución de estos cinco últimos proyectos, se podría pasar del 14% al 26,5% de la población con tratamiento de aguas residuales del país.

CUADRO 1.3 AVANCE DE COSTA RICA EN LA APLICACIÓN DE LA META 10A DE LOS ODM, 1990-2015.

Año	Población	%FAPM-total	%APC	%Otros	%No mejoradas
1990	3.079.000	93	83	10	7
2015	4.833.752	98(99.4) ⁽¹⁾	97	1	2

Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF por sus siglas en inglés) /Organización Mundial de la Salud (OMS) 2015, citado por Aya 2016a

FAPM-total: fuentes de agua potable mejoradas. APC: agua por cañería.

Otros: pozos, nacientes o piletas públicas.

No mejoradas: aguas superficiales sin tratamiento.

(1) Datos del INEC y el LNA: 2015

Cuadro 1.4 Avance de Costa Rica en la aplicación de la Meta 10ab de los ODM, 1990-2015.

Año	Población	%ISM-total	%Compartido-alcantarillado	%No mejoradas	%DECA
1990	3.079.000	88	4	6	2
2015	4.833.752	95(99.6) ⁽¹⁾	4	1	0

Fuente: UNICEF/OMS 2015, citado por Aya 2016a

ISM: instalaciones de saneamiento mejoradas, no mejoradas

DECA: disposición de excretas a cielo abierto

(1) Datos del INEC y el LNA: 2015

1.2.4.2. ELECTRICIDAD

En Costa Rica El 99,6% de la población tiene acceso a electricidad (figura 1.13).

En 1970 el índice de cobertura nacional era inferior al 50%. En los siguientes 20 años el país alcanzó una cobertura del 85% y a partir de los 90, superó un 90% (cuadro 1.5). El 99% de cobertura se superó en 2010 y mejorar esas cifras ahora resulta sumamente costoso y lento.

La distribución de electricidad en Costa Rica la realizan siete empresas de servicio público: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la

Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), la Cooperativa de Electrificación de San Carlos (COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPE-GUANACASTE) y la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS).

El sistema eléctrico nacional está conformado por plantas hidroeléctricas, térmicas, geotérmicas, eólicas, por bagazo y generadores solares (ICE 2019) (figura 1.14).



Figura 1.13 Población de Costa Rica con acceso a electricidad.

Fuente: ENAHO, 2018, INEC.

Cuadro 1.5 Índice de cobertura eléctrica según empresa distribuidora, 2019.

COSTA RICA: ÍNDICE DE COBERTURA ELÉCTRICA POR EMPRESA DISTRIBUIDORA (Agosto 2019)								
Empresa Distribuidora	Área (km ²)	Población (habitantes)	Densidad población (hab./km ²)	Viviendas Ocupadas	Habitantes / Vivienda	Viviendas con acceso electricidad	Viviendas sin acceso electricidad	Índice Cobertura
ICE	38,715	2,062,637	53.3	549,740	3.8	542,934	6,806	98.8%
CNFL	885	1,583,038	1788.2	419,832	3.8	419,832	0	100.0%
ESPH	104	157,109	1504.2	42,889	3.7	42,889	0	100.0%
JASEC	1,103	312,692	283.5	74,998	4.2	74,998	0	100.0%
COOPEGUANACASTE	3,915	106,169	27.1	29,541	3.6	29,443	98	99.7%
COOPELESCA	4,851	210,177	43.3	53,726	3.9	53,560	166	99.7%
COOPESANTOS	1,275	95,536	75.0	25,026	3.8	24,954	72	99.7%
COOPEALFARO	252	14,899	59.0	3,849	3.9	3,849	0	100.0%
DISTRITOS COMPARTIDOS		515,742		134,219	3.8	133,792	427	99.7%
COSTA RICA	51,100	5,057,999	99.0	1,333,821	3.8	1,326,252	7,569	99.4%

Fuente: Índice de Cobertura Eléctrica 2019, ICE.

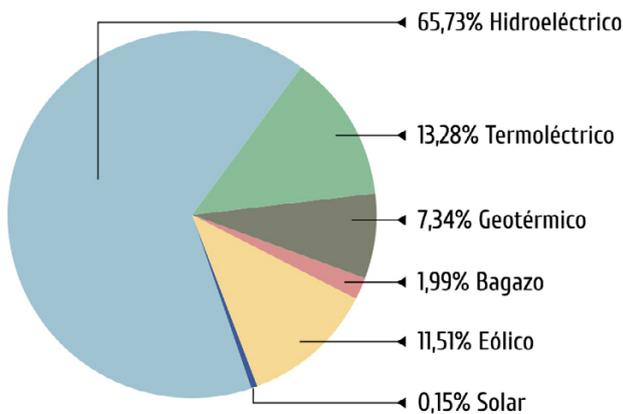


Figura 1.14 Porcentaje de capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, 2019.

Fuente: Informe mensual de generación y demanda, Centro Nacional de Control de Energía, ICE, 2019.

De acuerdo con el ICE, los usos más importantes de la electricidad en el sector residencial son: refrigeración, entretenimiento, calentamiento de agua, cocción de alimentos e iluminación. En el sector de comercio y servicios predomina el uso para motores, aires acondicionados, iluminación, equipo de oficina y refrigeración. En el sector industrial los usos dominantes son la generación de fuerza mediante los motores eléctricos, refrigeración, aire comprimido, producción de calor, aire acondicionado e iluminación.

La demanda eléctrica del país experimenta una desaceleración desde 2008. Dentro de las causas, se incluyen los cambios en los patrones de consumo, políticas de eficiencia energética y la contracción de la economía nacional, producto de una crisis mundial.

La generación eléctrica del país de los últimos años ha sido renovable en casi un 100%, sin embargo, la capacidad térmica instalada es imprescindible para asegurar el respaldo del sistema en períodos hidrológicos críticos.

1.2.4.3. VIVIENDA

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) de 2018, en el país existen 1.540.029 viviendas registradas. El tipo de vivienda que predomina es la independiente (Compendio Estadístico de Vivienda 2018, del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH)), que corresponde a un 60% del total de viviendas. Le siguieron las viviendas en fila contigua (34%) y en condominio o residencial cerrado (3%). La vivienda propia prevalece en el 71,3% del total país, seguida por la alquilada (18,5%). Por otra parte, la mayoría de los tugurios y cuarterías (71,3%), que

Cuadro 1.6 Estado físico de las viviendas de Costa Rica.

Número de viviendas por estado físico, según región y zona. 2018.			
Región / Zona	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Total país	905.763	501.370	132.896
Región			
Central	630.476	264.116	54.868
Chorotega	57.094	50.777	10.347
Pacífico Central	42.043	37.267	12.960
Brunca	57.557	50.318	15.573
Huetar Caribe	59.070	54.019	24.377
Huetar Norte	59.523	44.873	14.771
Zona			
Urbana	701.589	330.324	81.409
Rural	204.174	171.046	51.487

Fuente: ENAHO 2018, INEC.

representan en 0,5% del total de viviendas, se ubican en las regiones Central y Huetar Norte.

En lo que respecta al estado físico de la vivienda, la cifra de viviendas en buen estado fue del 58,8% en la ENAHO 2018, frente a un 32,6% regulares y a un 8,6% en mal estado (Cuadro 1.6).

El 93,1% del total de viviendas en el país cuenta con servicios básicos. Para 2018, el 95,8% de las viviendas contaban con agua procedente de acueducto, empresa o cooperativa y el 97,8% poseía sistema de cañería interna. A su vez, el 88,9% de las viviendas desechaba la basura con el camión recolector, solamente el 0,3% la lanzaba en un lote baldío, río, quebrada o mar. En cuanto al tipo de disposición de excretas, el 98,4% de las viviendas está conectada a alcantarilla (cloaca) o tanque séptico.

En el 2018, el déficit habitacional alcanzó 180.241 hogares, lo cual representa el 11,5% del total de hogares.

1.2.5. Pobreza

En Costa Rica hay dos mediciones distintas de pobreza: la línea de pobreza (LP) que la define como insuficiencia de ingresos y la pobreza multidimensional (IPM) que se define en función de las privaciones que tienen los hogares y las personas en educación, vivienda y uso de internet, salud, trabajo y protección social. Esta última medición se empezó a estimar en 2015.

La pandemia por COVID-19 impactó severamente los hogares al darse una alta destrucción del empleo, afectar la salud y la educación. En la ENAHO 2020, el porcentaje de hogares en pobreza alcanzó 26,2 % (figura 1.15), esto son 419.783 hogares, hubo cerca de 83.888 más que en 2019, un aumento de 5,2 pp. respecto a 2019. Este resultado pudo haber sido peor si no se hubieran gestionado transferencias (ayudas en especie como víveres, alimentos, pago de servicios, entre otros, así como contribuciones monetarias) a los hogares afectados por la pandemia. Sin dichos aportes, la pobreza hubiera aumentado entre 4 pp. y 6 pp. más.

El porcentaje de hogares en pobreza extrema es de 7%, aumentó 1,2 pp. respecto a 2019. En términos absolutos, equivale a 19.445 hogares más en pobreza extrema, pasando de 93.542 en 2019 a 112.987 en 2020. La pobreza en términos de personas es de 30% (figura 1.16), representa 1.529.255 personas en 2020, esto equivale a un aumento de 6,1 pp. respecto a 2019, es decir, 321.874 personas más en condición de pobreza. La población en pobreza extrema se estima en 8,5% en el 2020, 1,8 pp. más respecto a 2019. Los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema se ubican más en la zona rural que en la urbana.

Por otro lado, el porcentaje de hogares en pobreza multidimensional es de 16,1%, lo que

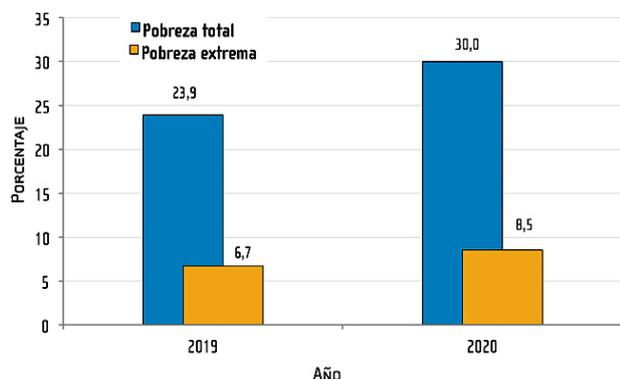


Figura 1.15 Porcentaje de hogares con pobreza por LP.

Fuente: ENAHO 2020, INEC.

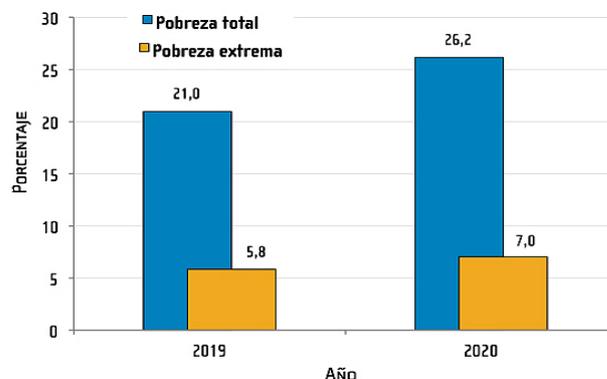


Figura 1.16 Porcentaje de personas con pobreza por LP.

Fuente: ENAHO 2020, INEC.

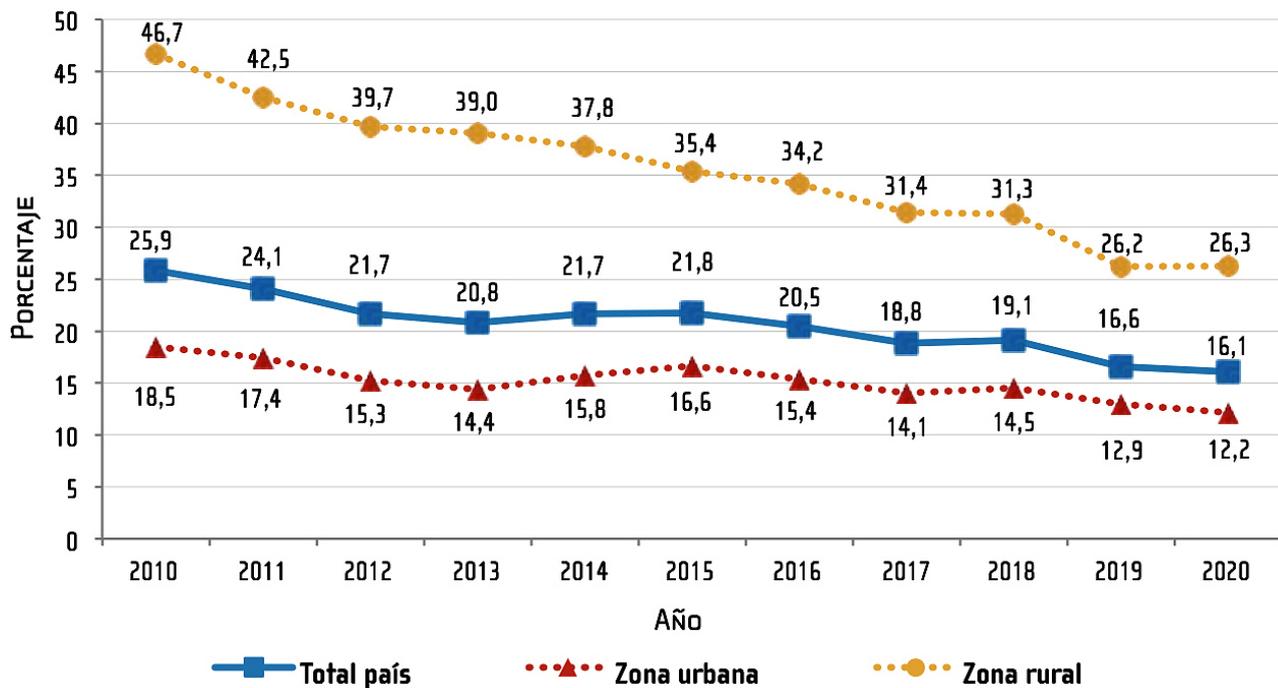


Figura 1.17 Porcentaje de hogares en pobreza multidimensional.

Fuente: ENAHO 2020, INEC.

representa 257.724 hogares; prácticamente el mismo nivel de 2019 (figura 1.17). En términos de población, la pobreza multidimensional para el país es de 20,1%, 0,6 pp. menos que en 2019. Este porcentaje es muy inferior al mínimo que planteó el PNDIP 2019-2022, lo que indica que las acciones desarrolladas por el Gobierno para reducir el crecimiento de la pobreza han dado buenos resultados en los primeros dos años de la Administración.

El informe de Naciones Unidas *Cambio climático y pobreza* indica que “los grupos más pobres están sujetos a los más grandes impactos de los efectos del cambio climático. Sin duda, los pequeños campesinos, las mujeres, las personas adultas, los niños que viven en áreas de especial fragilidad”. Las familias que viven en la pobreza ocupan las tierras menos deseadas, proclives a deslizamientos de lodo, periodos anormales de calor extremo, contaminación del agua e inundaciones. El cambio climático tiene el potencial de empeorar esa situación (ONU 2016).

Las jefaturas de hogar femeninas han registrado índices de pobreza superiores a la media nacional, tanto en pobreza extrema como básica. La diferencia es entre la pobreza en hogares con jefatura femenina y masculina. Los procesos de empobrecimiento de las mujeres se encuentran asociados a los obstáculos derivados de su inserción en condiciones desiguales en el mercado de trabajo (Secretaría Técnica de los ODS, 2016). El PEN (2018) destaca en este punto a la importancia del llamado bono de género. Según afirma, de haberse dado una inserción al mercado laboral de las mujeres desocupadas del país, la pobreza en algunos periodos pudo haberse reducido hasta la mitad.

Costa Rica ha logrado hacer un buen manejo de los índices de pobreza, muy a pesar de los efectos de la pandemia. No obstante, en la medida en que el objetivo sea no dejar a nadie atrás, se requieren estrategias más rigurosas para controlar hilos no atados; el enfoque de cambio climático puede ofrecer muchas ayudas en esta dirección.

1.3. Perfil económico

Comprender el desarrollo económico y la inversión del país abre oportunidades para desarrollar actividades económicas verdes en los sectores y tendencias más importantes, en coherencia con los INGEIs.

En esta sección se va a conocer la situación económica general del país, la situación del empleo y desempleo que es una de las que más preocupa a la población y, finalmente, se verá el panorama de los principales indicadores económicos de actividades relacionadas con el cambio climático.

1.3.1. Panorama general

Costa Rica es un país de renta media, con un PIB de US\$ 67.209 millones y un ingreso per cápita de US\$ 13.192, ambos, al 2019. Es la quinta economía más competitiva de Latinoamérica, según el *Informe Global de Competitividad 2019* del Foro Económico Mundial (FEM) y es el primer lugar del mundo en inversión extranjera según el Índice de Desempeño Greenfield publicado en 2020, en donde se asegura que el país atrae 11 veces la cantidad de inversión que podría esperarse dado el tamaño de su economía.

Durante los últimos 30 años, Costa Rica diversificó su economía con manufactura especializada, turismo y otros servicios, al lado de la industria agrícola. Las exportaciones se diversificaron de la mano de empresas de alta tecnología y del sector médico. Hoy por hoy, los principales sectores de la economía de Costa Rica son la fabricación industrial (de alta tecnología), el turismo (el comercio, hoteles y restaurantes, entre otros), los servicios y la agricultura, la silvicultura y la pesca. La composición de las exportaciones de Costa Rica ha cambiado sustancialmente y el sector manufacturero el que más ha crecido. En 2019, las exportaciones totales del país fueron ₡11.496.000 millones. El comercio exterior en Costa Rica depende en gran medida de las economías de los Estados Unidos,

la Unión Europea y otros países de América Central, dado que aproximadamente el 81,1% de las exportaciones totales son hacia esos destinos.

En 2018, luego de muchos años de discusión y tras un creciente endeudamiento, el país aprobó una reforma fiscal y, pese a que esto dio mayor confianza y tranquilidad a los mercados financieros nacionales, la confianza no se tradujo en consumo o inversión. Tras un crecimiento económico promedio de 3,6% entre 2012 y 2017, el Banco Central de Costa Rica (BCCR) señaló en junio 2019 que la economía costarricense enfrentaba contextos externos e internos difíciles, con una producción en desaceleración en el ámbito nacional e internacional, con desempleo muy alto y aumento del empleo informal; por ello ajustó las proyecciones de crecimiento para 2019 a 2,2%, con una recuperación moderada a 2,6%. La situación, sin embargo, se complicó mucho más de lo previsto con la llegada del COVID-19.

A pesar del sólido sistema de salud y de la respuesta temprana a la crisis, la pandemia impactó fuertemente la economía costarricense. Según datos del BM, el PIB se contrajo un 4,6% en 2020, la mayor caída en cuatro décadas, impulsada por fuertes bajas en la inversión y el consumo privado. Ese impacto se reflejó también en un aumento del desempleo y de la línea de pobreza. La crisis también interrumpió la incipiente consolidación fiscal de Costa Rica construida sobre las reformas en 2018 y 2019. Aun así, se proyecta que el PIB crecerá a 2,6% en 2021. A medida que la campaña de vacunación se despliega, se eliminan las restricciones de movilidad y el turismo se recupere, se espera que el crecimiento se acelere al 3,7 % para 2022. La reciente adhesión del país a la OCDE sustenta las reformas estructurales que refuerzan aún más las perspectivas de crecimiento; además, en 2020 el país logró un acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI) por US\$1.750 millones que contribuirán a la recuperación y estabilización económica y atacar el fuerte problema de endeudamiento que tiene el país.

A esta perspectiva se le debe agregar el punto de vista climático que afecta al país. Se ha estimado la presión sobre la hacienda pública en un contexto de variabilidad y cambio climático y los desafíos para mejorar las condiciones presentes y reducir los impactos futuros. La Contraloría General de la República (CGR) estimó que entre 2011 y 2025, habrá un costo creciente en la atención de los eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos. Al 2025, en un escenario conservador, estos costos absorberían entre un 0,68% y 1,05% del PIB; y en un escenario que prevé mayor riesgo, entre 1,64 % y 2,50% del PIB. Este último porcentaje implicaría erogar 1,47 veces el máximo porcentaje del PIB en que se ha incurrido a la fecha (CGR, 2017).

1.3.2. Empleo y desempleo

La fuerza de trabajo (FT) del país ha sido una de las principales fortalezas para atraer inversión privada. No obstante, el desempleo se ha

convertido en una gran preocupación y hubo un abrupto aumento a causa de la pandemia. A pesar de que las mujeres son quienes más estudios poseen, también son la población más afectada por el desempleo y la informalidad, especialmente en zonas rurales.

La FT de Costa Rica alcanzó 2,4 millones de personas en 2021 (Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2021) y la tasa neta de participación laboral fue de 59,5 %, aumentó 1,9 puntos porcentuales (p.p.) con respecto al segundo trimestre del año anterior. En la figura 1.18 se observa cómo la tasa neta de participación laboral² y la tasa de ocupación³ presentan una gran disparidad entre hombres y mujeres.

Según la ECE, al 2021, del total de la FT, 1,97 millones son personas ocupadas y 434.201 personas desempleadas. Las personas ocupadas son 1,25 millones hombres y 724.000 mujeres. Hubo un incremento interanual de 224.000 personas ocupadas, lo que significa una recuperación



Figura 1.18 Principales indicadores de la fuerza de trabajo.

Fuente: ECE 2021, INEC.

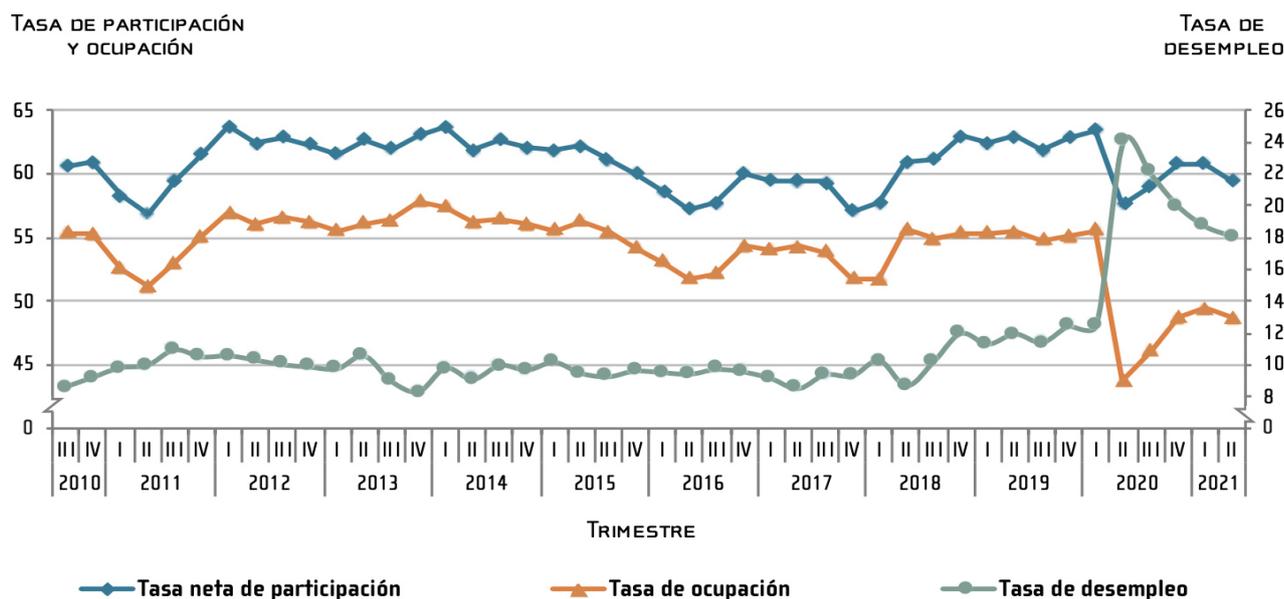


Figura 1.19 Tasa neta de participación, de ocupación y de desempleo 2010-2021.

Fuente: ECE 2021, INEC.

importante tras el crudo impacto de la pandemia por COVID-19. Este incremento en la población ocupada se reflejó en ambos sexos, pero es evidente que las mujeres quedan rezagadas en empleo.

Al 2021, la FT en la zona urbana y en la rural es de 1,81 millones de personas y 594 mil personas respectivamente; lo cual significa que por cada tres personas residentes en la zona urbana que participan en el mercado laboral, una persona lo hace en la zona rural. En la zona urbana, la población ocupada fue de 1,47 millones de personas. En contraste, se estimaron 502.000 las personas ocupadas que residen en la zona rural. Por cada tres ocupados en la zona urbana, hay un ocupado en la zona rural.

El desempleo había golpeado al país con fuerza desde hace unos 10 años, rondando una tasa de 8% y con tendencia a agravarse, pero con la pandemia la tasa llegó a 24%. Actualmente se ubica en 18,1 % (figura 1.18). La población desempleada en la zona urbana se estima en 342.000 personas y en la zona rural 92.000 personas. La tasa de desempleo de la zona urbana es de 18,9 %,

mientras que la tasa de desempleo de la zona rural fue de 15,5 %.

El porcentaje de personas ocupadas con subempleo disminuyó respecto al año anterior en 9 puntos porcentuales, sin embargo, este cambio afectó principalmente a los hombres. La cantidad de personas asalariadas con empleo informal aumentó, pero disminuyó la cantidad de personas asalariadas con empleo formal. El porcentaje de población ocupada con trabajo independiente se mantuvo con ligeras variaciones (cuadro 1.7).

La Revisión del Programa Macroeconómico 2019-2020 del BCCR señaló que el alto desempleo es uno de los problemas más críticos de la economía costarricense. El desempleo estructural refleja los altos costos de operar en la formalidad y un desfase entre las capacidades que requiere el mercado laboral, las que ofrecen algunos grupos de población y las que ofrecen las regiones.

En empleabilidad, hay un desafío que trasciende el sistema universitario y afecta particularmente a las mujeres: su tasa de participación laboral formal es baja (las mujeres se colocan a menudo en el sector servicios y participan más en el sector

Cuadro 1.7 Indicadores principales de la población ocupada con un empleo formal o informal, 2021.

Indicadores generales	II 2020			II 2021		
	Nacional	Hombre	Mujer	Nacional	Hombre	Mujer
Porcentaje de la población ocupada total						
Porcentaje de ocupados con empleo informal	39,8	40,9	37,6	43,8	43,7	44,1
Porcentaje de ocupados con empleo formal	60,2	59,1	62,4	56,2	56,3	55,9
Porcentaje de la población asalariada						
Asalariados con un empleo informal	24,1	23,0	26,0	27,9	26,0	30,9
Asalariados con un empleo formal	75,9	77,0	74,0	72,1	74,0	69,1
Porcentaje de la población independiente						
Independiente con un empleo informal	91,8	91,0	94,1	91,4	89,8	95,2
Independiente con un empleo formal	8,2	9,0	5,9	8,6	10,2	4,8

Fuente: ECE, 2021, INEC.

informal o son subempleadas). En 2013 y 2014 en el país hubo un aumento en la participación laboral y la mayor tasa de ocupación, con especial aumento en la participación laboral femenina (más del 50%). Sin embargo, para finales de 2015 inicia una menor participación laboral y un aumento de la población fuera de la fuerza de trabajo ligada a la realización de otras actividades relacionadas con estudios y obligaciones familiares especialmente en los jóvenes y las mujeres. La tasa de participación femenina del 2015 al 2017 osciló entre 45 a 41%. El tema se vuelve particularmente complejo cuando se trata de mujeres que viven en la zona rural, campesinas, pues como se ha visto tanto las zonas rurales como la mujeres tienen menos oportunidades laborales.

Respecto a acceso a puestos de dirección por parte de las mujeres, tres de cada 10 acceden a puestos de dirección en el sector privado (Maía Pineda, 2019). También, las mujeres se retiran tempranamente del mercado de trabajo, de modo que sus ingresos no capitalizan la experiencia (PEN, 2017c). Esto se debe a varios desafíos y causas específicas; entre ellos, que usualmente las mujeres tienen carreras y jornadas de trabajo interrumpidas, por roles asignados por la sociedad como el cuidado de niños y adultos mayores. No obstante,

es un reto que debe atenderse con celeridad, pues según el XXIV Informe Estado de la Nación, si las mujeres desocupadas o fuera de la fuerza de trabajo obtuvieran un empleo, la pobreza total se podría reducir casi a la mitad (PEN, 2018).

1.3.3. Sectores económicos relevantes para el cambio climático

1.3.3.1. ENERGÍA

Las fuentes de energía constituyen un elemento clave para aumentar o reducir las emisiones de GEI. Una matriz eléctrica renovable representa una fortaleza para la atracción de capitales e inversiones y para un desarrollo energético futuro sostenible (ICE 2016).

Según datos del Estado de la Nación 2020, en 2019, el consumo energético mantuvo al petróleo como componente mayoritario: el uso de hidrocarburos para cubrir el consumo de energía secundaria pasó de 78.212 terajulios en 2005, a 111.463 en 2019, año en el cual se alcanzó el récord de los últimos quince años. Sin embargo, Costa Rica no es un país productor de petróleo y sus fuentes de abastecimiento son de otro tipo. Para 2020, la oferta interna de energía primaria

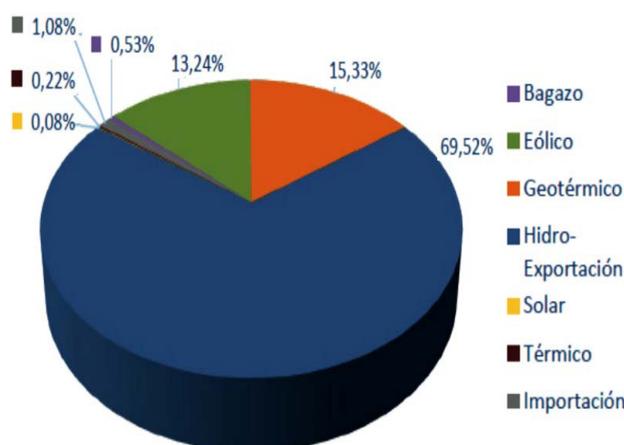


Figura 1.20 Atención de la demanda de energía por fuente en Costa Rica, 2020.

Fuente: SEPSE, 2020.

del país provenía de la hidroeléctrica (69,5%) y la geotérmica (15,3%).

El país va en línea de garantizar el acceso a una energía sostenible. Según la revista Estrategia y Negocios, Costa Rica es pionera en energía eólica desde 1996 en Latinoamérica, con un crecimiento en su capacidad instalada que pasó de 132,8 MW en 2011 a 319 en 2016. En 2014, Costa Rica se encontró por encima de la media mundial de generación de energías renovables y de segunda en el ranking mundial (MINAE 2015 citado por PEN 2016b). Estos logros situaron al país como ejemplo durante la Cumbre de París de 2015.

En 2020, el país alcanzó más de un 99% en producción de energía limpia. Según el Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), 2020 fue el sexto año consecutivo en que se logró la generación eléctrica renovable (casi en su totalidad) de recursos limpios como el agua, viento, geotermia, biomasa y sol.

Los esfuerzos nacionales por seguir en esta línea son importantes. Actualmente, el país posee el tercer parque geotérmico más grande del continente con 262 megavatios, compuesto por siete plantas propiedad del ICE. Además, cuenta con 18 plantas eólicas ubicadas en Guanacaste y San José, administradas por cooperativas, empresas

públicas, privadas y municipales. En cuanto a electricidad propiamente, el ICE cuenta con un plan estratégico para promover y desarrollar fuentes renovables no convencionales para generación eléctrica. El plan cuenta con 11 programas: eólico terrestre, solar fotovoltaico, solar termoeléctrico, biomasa húmeda, biomasa seca, eólico marino, energía marina, geotermia no convencional, biocombustibles y almacenamiento energético (PEN 2016b) lo que indica que la industria seguirá desarrollando capacidades en esa dirección.

1.3.3.2. TRANSPORTE

El consumo de energía del transporte repercute en la sostenibilidad y la eficiencia energéticas, así como en la emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero.

Según datos del PEN 2020, la flota vehicular se ha incrementado cerca de diez veces desde 1980. La tasa de crecimiento anual ha sido de un 6% en promedio, mientras la población ha crecido aproximadamente un 2%. El automóvil particular es mayoritario en esta flota, con un 57,4%. El 60% de los vehículos circulando tiene más de diez años de antigüedad. Cada unidad de la flota vehicular recorrió 50,5 kilómetros diarios en promedio en el año 2019. Los taxis y los autobuses recorren más individualmente, aunque los vehículos particulares, por su cantidad, aportan en total más distancia recorrida.

Las emisiones de CO₂ de la flota vehicular en 2019, estimadas a partir del consumo de combustibles, se calcularon en 6.832.911 toneladas. Los automóviles concentraron el 45% y el transporte de carga el 40%. El porcentaje restante se distribuyó entre los servicios de transporte público de pasajeros (11%) y las motocicletas (4%).

El patrón de consumo de energía secundaria por parte del sector transporte y el correspondiente incremento en las importaciones de derivados del petróleo se encuentran estrechamente relacionadas con el aumento progresivo del parque

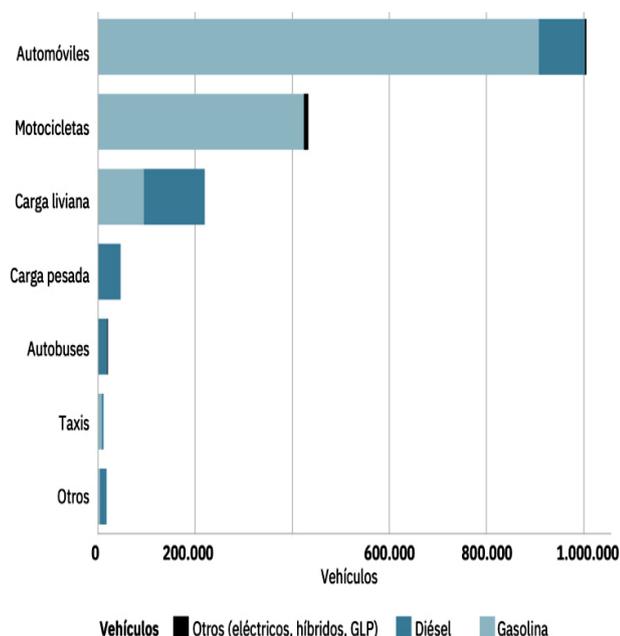


Figura 1.21 Composición del parque automotor, según tipo de combustible.

Fuente: PEN, 2020.

vehicular del país. Esto tiene importantes implicaciones ambientales en términos de contaminación atmosférica y calentamiento global.

Ante la dificultad de reducir la dependencia de los hidrocarburos en el sector transporte, se ha propuesto regular estrictamente la importación de vehículos, modernizar la flota, mejorar la calidad de los combustibles, impulsar el tren eléctrico en la GAM, actualizar la norma nacional sobre calidad del aire e impulsar el Plan Nacional de Descarbonización (PND).

En 2017 había 147 automóviles eléctricos en el país y para 2019 ese número subió a 801; también ha aumentado la cantidad de motos, bicimotos y otros vehículos eléctricos. Todas las categorías en conjunto suman 3.106 vehículos eléctricos con placa en el país, a octubre de 2020. Aunque el crecimiento que se esperaba en esta categoría era mucho mayor, se seguirá impulsando mediante el aumento de instalación de estaciones de carga a lo largo del territorio nacional.

Es tarea pendiente poner en marcha acciones estructurales, que generen impactos de fondo en

el ordenamiento territorial urbano y el sistema de transporte público (PEN 2016c). Nuevas fuentes de información para este relevante sector se están desarrollando.

1.3.3.3. TURISMO

El turismo es una de las actividades económicas más importantes del país y una de las que más aporta al PIB nacional. Durante los años el sector se ha desarrollado y se ha especializado para avanzar de la mano de la conservación. En el país hay más de mil empresas con declaratoria turística y 2.402 hoteles para cubrir la demanda de alojamiento para turistas. Muchas de ellas cuentan con el Certificado para la Sostenibilidad Turística (CST) un programa diseñado para categorizar y diferenciar empresas turísticas de acuerdo al grado en que su operación se acerca a un modelo de sostenibilidad, respecto al manejo de los recursos naturales, culturales y sociales.

Esto va muy de la mano con los datos del SINAC que indican que los turistas dedican la mayor parte de su estadía a visitar las áreas silvestres protegidas (ASP), lo cual, representa una importante inversión de recursos, tiempo y dinero. Desde 2011, la visitación en las ASP creció, pasando de 1.509.881 visitantes a 2.142.180 en 2018.

Por todas las razones anteriores, es particularmente doloroso mencionar que el turismo fue el gran perdedor tras la pandemia por COVID-19 en Costa Rica. La caída en 2020 fue de un 70%, la disminución más significativa de los últimos 22 años. Tal impacto fue el resultado del cierre de fronteras, de restricciones en las horas de visitas a las playas, de la restricción vehicular que impedía viajar con frecuencia o acercarse a restaurantes a altas horas de la noche y también de la caída de ingresos en las familias por la destrucción del empleo.

Según el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), en 2018 Costa Rica recibió 3.016.667 turistas, lo que significó un incremento del 1,9% en

relación con 2017. El ingreso de divisas por turismo fue de US\$ 3.823,7 millones en 2018.

De cara a la recuperación de la pandemia, las autoridades de turismo aseguran que el sector ya está en camino a mejorar: en junio de 2021 se logró una visitación del 93% de la recibida un año antes y en el escenario optimista, se espera cerrar el año con 1.580.000 visitas. El turismo con Estados Unidos se ha venido reactivando con el regreso de los vuelos de las aerolíneas, aunque el europeo está aún deprimido.

El país impulsa desde ya la llegada de nómadas digitales aprovechando la conectividad que marcó la pandemia y que podría generar un importante ingreso económico. Adicionalmente, se impulsarán las marinas turísticas y el turismo náutico, así como estrategias regionales que permitan aprovechar con inteligencia y sentido verde esta industria.

1.3.3.4. AGROPECUARIO

La actividad agropecuaria ha sido tradicionalmente importante para la economía costarricense, no obstante, ha perdido peso en la economía nacional y en el uso del territorio a través de los años. El área ocupada disminuyó 21,6% de 1984 a 2014 (PEN 2016c).

El subsector que tiene mayor peso en la actualidad es el agrícola, seguido por el pecuario, la pesca y por último la madera.

Según el Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) realizado en 2014, el 47,1% del territorio nacional es de uso agropecuario y algunas de esas fincas incluyen árboles forestales, manejo y protección de bosque natural, entre otras actividades. Las actividades productivas del sector son muy diversas, e incluyen cultivo de frutas, cultivos de ciclo corto y permanente, ganadería de leche, carne y doble propósito, especies menores y acuicultura. De acuerdo al Cenagro, el área sembrada en cultivos permanentes y anuales alcanza 23% de la superficie en uso agropecuario, de la cual un

52,8% corresponde a cultivos industriales, 26% a frutas frescas, 15,8% a granos básicos, 2,1% hortalizas, 3,2 % a raíces tropicales y 0,2% a plantas, flores y follajes.

Costa Rica es un exportador neto de productos agropecuarios. Según la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, en 2018, los productos agropecuarios aportaron un 43,7% del total de las exportaciones nacionales. Dichas colocaciones alcanzaron US\$4.918,3 millones y registraron un crecimiento del 0,8% (US\$40,1 millones) en comparación con 2017. En ese entonces el banano era el primer rubro de exportación, seguido por la piña, los jarabes y concentrados, y aceite de palma. En conjunto las colocaciones en el exterior de estos productos representaban un 57,2% de las exportaciones agropecuarias.

En 2020, la balanza comercial agropecuaria alcanzó US\$ 2.321,5 millones, incrementando 5,2% con respecto al mismo período del año anterior. Este aumento fue provocado por las exportaciones de la industria alimentaria que registraron un incremento de un 6,6%, resultado principalmente del comportamiento de las exportaciones de aceite de palma y de jugos de frutas; así como de las colocaciones en el exterior del sector agrícola con un crecimiento del 2,7%.

Pese a la crisis sanitaria y económica causada por COVID-19, las exportaciones agropecuarias en 2020 ascendieron a US\$4.911,9 millones, monto 2,7% superior a las ventas al exterior del 2019, lo que significó en términos absolutos US\$130,4 millones más. El desempeño de la industria alimentaria y del sector agrícola fueron los que aportaron más al crecimiento de dichas exportaciones, principalmente el aumento del 6,6% de la industria alimentaria (de US\$1.491,7 millones a US\$1.590,8 millones) con respecto al año anterior; mientras que, las colocaciones del sector agrícola crecieron en 2,4% (US\$ 2.783,2 millones a US\$ 2.849,7 millones).

Las políticas implementadas en la producción agropecuaria hacen que la actividad se sustente

Cuadro 1.8 Superficie total y por tipo de bosque en Costa Rica, según el INF 2014-2015.

Tipo de bosque	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Bosque maduro	15.485,83	40,05
Bosque secundario	9.408,20	24,33
Rodales de mangle	362,50	0,94
Bosque de palmas	472,19	1,22
Pasto con árboles	12.194,26	31,54
Plantaciones forestales	745,97	1,93
Total	38.668,95	100,00

Fuente: Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC 2015.

en principios de manejo sostenible de los recursos naturales, viabilidad ambiental y protección de cuencas acuíferas (Secretaría Técnica ODS 2016), por lo que es vital hacerlas crecer con ese enfoque.

1.3.3.5. FORESTAL

Durante los últimos 30 años en Costa Rica se ha gestado un proceso de recuperación de la cobertura forestal, que ha resultado en el incremento a más del 50%, equivalente a 2.677.640 ha. Esto se debe en gran medida a la legislación ambiental, como es el caso de la Ley Forestal 7575 de 1996, que prohíbe el cambio de uso de suelo; así como a la implementación, desde 1997, del PSA. Otro factor a considerar es el cambio en el patrón cultural sobre el uso de suelo para producción ganadera y agrícola, que favoreció la regeneración de bosques secundarios en terrenos agropecuarios, el establecimiento de sistemas agroforestales (SAF) y la siembra de plantaciones forestales (Ruiz 2015 citado por Hernández *et al.* 2017).

El Inventario Nacional Forestal (INF) 2014-2015 señaló que los bosques de mayor superficie en Costa Rica son el maduro y el secundario, con 64,38% de la superficie boscosa del país; la tercera superficie en importancia es pasto con árboles, con un 31,54% (cuadro 1.8), consistentes con el nivel de referencia de la Reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal (REDD+) (Programa REDD/Comisión Centroamericana de

Ambiente y Desarrollo (CCAD)-GIZ - SINAC 2015). En el desglose presentado se considera el estrato de pastos arbolados como adicional a los bosques y plantaciones forestales, por lo que la cobertura forestal del país pasaría de un 51,8 % a un 75,6% (Programa REDD/CCAD-GIZ- SINAC 2015 citado por Hernández *et al.*).

Si bien la recuperación de cobertura forestal es un logro excepcional del país, los recursos forestales siguen siendo afectados, se pierden bosques maduros e incluso hay presión y deforestación en zonas que ya habían sido recuperadas (PEN 2016c).

Según el PEN 2016c, la cobertura de bosque maduro disminuyó en alrededor de 600.000 hectáreas entre 1987 y 2013, aunque hubo recuperación de bosque secundario. Se estimó la degradación en las áreas que mantuvieron su condición de bosque entre los años 2000 y 2012, encontrándose un 8,5% levemente degradado y un 1,2% muy degradado; es decir, que en zonas donde se mantiene la cobertura, la afectación no es significativa. Otra investigación señala que el uso principal de las áreas deforestadas entre 1987 y 2013 fue de pastos: cada año, entre 6 y 8 hectáreas de cada 10 fueron incorporadas a actividades ganaderas. Por su parte, los cultivos para mercados domésticos y para exportación captaron 2 de cada 10 hectáreas deforestadas, mientras que en las plantaciones forestales la relación fue de 1 a 10 y en los usos urbanos y de infraestructura de 3 de cada 100 (Sierra *et al.* 2016 citado por PEN 2016c).

En términos de distribución espacial de las áreas deforestadas, en el Valle Central el mayor porcentaje de deforestación se relaciona con la expansión de las áreas metropolitanas de San José, Heredia y Alajuela, mientras que en la costa del Caribe centro y sur, y en la parte sur de la cordillera de Talamanca los cultivos son la principal causa de deforestación. En la península de Nicoya, las plantaciones forestales afectan la cobertura (la disminuyen y la aumentan de acuerdo a

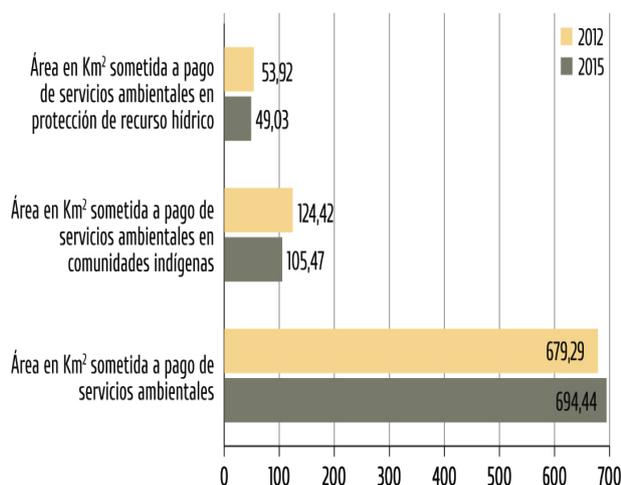


Figura 1.22 Área sometida a PSA según modalidad, años 2012 y 2015.

Fuente: SINAC, 2017.

las circunstancias) y la ganadería explica la mayor parte del cambio en el resto del país. (PEN 2016c).

El PSA implementado es un mecanismo para promover la conservación de bosques primarios y secundarios. El PEN 2018 reporta 848,94 km² en 2015 sometidos a alguna modalidad de PSA, como se aprecia en el figura 1.21 La superficie total destinada a PSA en los años 2012 y 2015 no difieren significativamente, representando alrededor del 2,2% de la superficie total de bosques.

El SINAC, en el Reporte Estadístico Forestal 2014-2015 presentó el comportamiento del aprovechamiento forestal para el quinquenio 2011-2015 e indicó que no hubo oscilación importante entre los volúmenes autorizados en ese periodo, siendo el promedio anual 517.181,34 m³ (figura 1.22) (SINAC 2017). Durante 2015 se contabilizaron 580.036 m³ aprovechados bajo diferentes modalidades de permisos otorgados por las oficinas subregionales de SINAC (4.380 permisos) y 8.834 m³ aprovechados mediante planes de manejo forestal. Del total de volumen aprovechado, 72,84% correspondió a permisos de corta en plantaciones forestales, el 12,05% a permisos de corta en sistemas agroforestales, autorizaciones por razones de inventario forestal (6,8%), permisos pequeños (4,04%), el resto correspondería a solicitudes

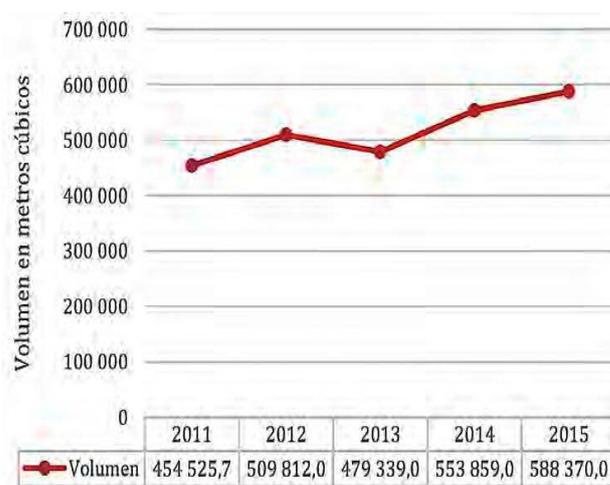


Figura 1.23 Comportamiento del aprovechamiento forestal en el quinquenio 2011-2015.

Fuente: SINAC 2017.

especiales contempladas en la legislación ambiental (2,86%) y el 1,4% a planes de manejo forestal (SINAC 2017).

El mayor porcentaje de volumen aprovechado procede de fuentes sostenibles de producción forestal, que representan un 86,3% del volumen total aprovechado en el país y que son las fuentes de materia prima que generan el mayor aporte económico (SINAC, 2017).

1.4. Institucionalidad enfocada al cambio climático

A lo largo de los años, el cambio climático ha evolucionado y de esta forma han cambiado sus necesidades de abordaje. Como resultado, se requiere de particulares avances y estructuraciones desde la Administración Pública para liderar su manejo en el país mediante políticas innovadoras y una institucionalidad diligente.

Costa Rica concibe la descarbonización y la resiliencia como medios para transformar su modelo de desarrollo y alcanzar un futuro más justo y próspero. El avance en el diseño de estrategias y planes nacionales de adaptación, así como en la introducción de este concepto en las políticas

nacionales, se ha acelerado en los países desarrollados y en los países en desarrollo y Costa Rica no se ha quedado atrás. El país lleva años fortaleciendo sus capacidades de planificación y desarrolló un nuevo marco legal e institucional para la acción climática luego de la firma del Acuerdo de París, en 2015. En la última década, se han realizado avances significativos para establecer un marco jurídico y una institucionalidad que permita la adecuada gestión del cambio climático en el país.

Costa Rica ha construido sus acciones de cambio climático sobre los pilares de la adaptación y la mitigación. A ellos, respectivamente, responden la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, presentada en 2018, y el Plan Nacional de Descarbonización (PND), lanzado en 2019 y presentado ese mismo año ante la CMNUCC como la estrategia de largo plazo (ELP) del país bajo el Acuerdo de París. Estos dos pilares se integran de manera sectorial y territorial a un tercero que es la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) 2020, el documento que comunica los esfuerzos climáticos del país ante la comunidad internacional. La NDC integra la descarbonización, la adaptación y la resiliencia; en ella, las principales políticas públicas en cada área de acción buscan aportar a la reducción de emisiones y a la disminución de la vulnerabilidad. Los tres anteriores instrumentos de política pública son los tres pilares de la acción climática costarricense.

Complementariamente, otros instrumentos de política pública han sido vitales para la agenda climática. Entre ellos están el PNDIP 2019-2022, que es un instrumento cuatrienal enfocado en la articulación intersectorial y la territorialización del desarrollo país. A él se suma el Plan Estratégico Nacional Costa Rica 2050, que está en desarrollo y se presentará en 2021.

Sobre los tres pilares de la política climática costarricense y la institucionalidad en la que se apoyan se detalla a continuación.

1.4.1. Política Nacional de Adaptación

La Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático es el marco rector que orienta las acciones de Costa Rica en materia de adaptación. Su orientación es lograr que, en 2030, Costa Rica sea un país que transforma las amenazas en oportunidades y fortalece las capacidades y condiciones de resiliencia social, ambiental y económica, mediante procesos de innovación y gobernanza participativa, que permitan prevenir y recuperarse de los efectos adversos del cambio climático.

La política está operativizada con tres ejes instrumentales y tres ejes sustantivos:

Ejes instrumentales

- Eje 1. Gestión del conocimiento sobre los efectos del cambio climático, servicios climáticos y desarrollo de capacidades locales e institucionales.
- Eje 2. Fomento de las condiciones para la resiliencia de los sistemas humanos y naturales mediante la planificación territorial, marina y costera.
- Eje 3. Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marinos y costeros para la adaptación.

Ejes sustantivos

- Eje 4. Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente.
- Eje 5. Sistemas productivos adaptados y eco-competitivos.
- Eje 6. Inversión y seguridad financiera para la acción climática.

El MINAE en alianza con el MIDEPLAN y la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) formuló esta política como parte de un conjunto de instrumentos de planificación estratégica, en el marco del proceso de formulación de su Plan Nacional de Adaptación.

La formulación se realizó tras conformar seis mesas de trabajo temáticas (agropecuario y pesca, biodiversidad, infraestructura, recursos hídricos, salud y turismo) con una amplia participación de instituciones y actores de dichos sectores.

La Política Nacional de Adaptación se sometió a consulta pública en octubre 2017 y 140 personas enviaron sus insumos e intereses. El documento final fue oficializado a través del Decreto Ejecutivo N° 41091-MINAE en abril de 2018.

1.4.2. Plan Nacional de Descarbonización

En el campo de la mitigación, el Plan Nacional de Descarbonización (PND) articula las acciones que Costa Rica toma para reducir las emisiones de GEI.

Su nombre se origina justamente en que el plan busca descarbonizar todos los sectores de la economía, con la meta de que el país tenga emisiones netas cero en 2050. Eso significa que, para entonces, el país habrá reducido gradualmente todas sus emisiones y quedará solo una fracción de las actuales, que podrán ser capturadas con sumideros de carbono. Se espera que la mayoría de las emisiones que ahora asociamos a los sectores transporte, agropecuario y residuos se reducirán casi hasta cero y los bosques y otros ecosistemas capturarán el restante.

Para hacerlo, el país articuló el plan en 10 ejes de descarbonización: tres para transporte, uno para energía, uno para sector construcción, uno para industrias, uno para residuos, dos para el sector agropecuario y uno para ecosistemas. El plan tiene metas claras en tres períodos: 2022, 2035 y 2050. Cada año, en el aniversario de su lanzamiento, en febrero, la DCC publica un reporte de avance de resultados.

Ejes estratégicos

Los diez ejes estratégicos combinan todas las acciones del país en materia de mitigación.

- Eje 1. Desarrollo de un sistema de movilidad basado en el transporte público, seguro, eficiente y renovable, así como en esquemas de movilidad activa.
- Eje 2. Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.
- Eje 3. Fomento de un transporte de carga de energía cero emisiones o las más bajas posibles.
- Eje 4. Consolidación del sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad, inteligencia y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.
- Eje 5. Desarrollo de edificaciones de bajas emisiones.
- Eje 6. Modernización del sector industrial.
- Eje 7. Desarrollo de un sistema de gestión integrada de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de GEI.
- Eje 8. Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono.
- Eje 9. Consolidación del modelo ganadero eco-competitivo.
- Eje 10. Soluciones basadas en la naturaleza.

Ejes transversales

El PND también establece ocho ejes transversales necesarios para desarrollar las acciones y los ejes estratégicos. Estos ejes son:

- Eje 1. Reforma integral para la nueva institucionalidad del bicentenario.
- Eje 2. Reforma fiscal verde: los cambios fiscales deben considerar el sistema tributario nacional y las políticas públicas de la descarbonización.

- Eje 3. Estrategia de financiamiento y atracción de inversiones para la transformación: se requiere movilizar fondos públicos y privados para lograr la descarbonización.
- Eje 4. Estrategia de digitalización y economía basada en el conocimiento.
- Eje 5. Estrategias laborales de transición justa.
- Eje 6. Inclusión, derechos humanos y promoción de la igualdad de género.
- Eje 7. Estrategia de transparencia, métrica y datos abiertos.
- Eje 8. Estrategia en educación y cultura.

1.4.3. Contribución Nacionalmente Determinada

Con los insumos claros de mitigación y de adaptación, Costa Rica se planteó en 2020 actualizar su NDC que es el documento oficial con que un país comunica a la comunidad internacional sus planes climáticos. Las NDCs fueron creadas en el marco del Acuerdo de París y deben ser renovadas cada cinco años. Costa Rica presentó la primera en 2015 y cinco años después presentó una versión actualizada.

La NDC 2020 compromete a Costa Rica a reducir sus emisiones de manera rápida desde 2021 hasta 2030 (el período de implementación de esta NDC). Esta reducción empezaría una trayectoria decreciente, consistente con la meta de emisiones netas cero al año 2050 del PND. Estas acciones están también alineadas con una trayectoria consistente con la meta global de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1,5 °C. La NDC anterior estaba alineada con la meta de 2 °C.

Esta NDC tiene un enfoque de transición justa y justicia social y climática, dado que Costa Rica reconoce que, si bien la transformación de su economía y sociedad son urgentes e impostergables, nadie puede quedarse atrás por atender tal sentido de urgencia. Hasta los procesos más rápidos deben considerar las necesidades y

oportunidades de todas las personas, sin desatender el sentido de urgencia. Por esto, una transición justa y una perspectiva de justicia social y climática son centrales, para no ampliar las brechas sociales existentes, sino reducirlas.

Al mismo tiempo, las acciones resultantes de las contribuciones planteadas en este documento aumentan la capacidad de adaptación del país, fortalecen la resiliencia y reducen su vulnerabilidad al cambio climático.

El proceso de actualización de la NDC de Costa Rica 2020 se llevó a cabo combinando elementos cuantitativos de modelos de acción climática, desarrollados principalmente por personal académico de la Universidad de Costa Rica, bajo el liderazgo del equipo técnico de la DCC y elementos cualitativos desarrollados por medio de un proceso de planificación basada en escenarios futuros explorativos. Mientras que los modelos permitieron explorar las robustez de las medidas y los diferentes escenarios que las políticas podrían generar, las sesiones de planificación permitieron analizar futuras incertidumbres que podrían impactar Costa Rica al 2050 e influir sobre la posibilidad de alcanzar las metas climáticas.

Las acciones de la NDC integran mitigación y adaptación. En total, el país planteó 103 acciones divididas en 13 áreas temáticas, a las que se suman cuatro contribuciones sobre justicia climática y social. Las áreas temáticas son:

- 1) Movilidad y transporte
- 2) Desarrollo y ordenamiento territorial
- 3) Energía
- 4) Infraestructura y construcción
- 5) Industria, comercio y servicios
- 6) Gestión integrada de residuos
- 7) Agropecuario
- 8) Bosques y biodiversidad terrestre
- 9) Océanos, recurso hídrico y biodiversidad azul
- 10) Acción para el empoderamiento climático

- 11) Transparencia y mejora continua
- 12) Finanzas
- 13) Políticas, estrategias y planes de cambio climático

Un primer borrador de la NDC fue puesto a conocimiento y consulta de las instituciones y público en general por dos semanas, en busca de concretizar un proceso de construcción participativo, lo que dio como resultado más de 165 comentarios. En este proceso también se realizaron talleres de consulta con quienes se definió como grupos vulnerables (población afro, mujeres, indígenas, jóvenes, adultos mayores).

El Consejo de Gobierno aprobó las metas titulares y la versión de consulta de esta NDC 2020 en diciembre de 2020. Las metas titulares fueron presentadas a la CMNUCC y un documento ampliado fue presentado el 28 de diciembre de ese mismo año.

1.4.4. Institucionalidad e instancias de coordinación

Los avances del país en materia de políticas y normativa sobre cambio climático han provisto de lineamientos para la gestión institucional integral del cambio climático, principalmente en el ámbito sectorial y con miras a estimular el orden público y privado. La madurez del país, al entender que la gestión del cambio climático es una oportunidad de transformación para el desarrollo económico y social, ha facilitado la integración del tema dentro de los procesos de planificación, los cuales implican una fuerte institucionalidad que permita articular:

La institucionalidad que gestiona los temas de cambio climático en Costa Rica se divide en sector político y sector técnico.

La responsabilidad política está a cargo de:

- **Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE)** es el ministerio encargado

de emitir políticas ambientales en materia de protección ambiental, manejo y uso sostenible de los recursos naturales y de la promoción del uso de las fuentes de energía renovables, para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas propuestas en los planes y programas ministeriales y en el plan nacional de desarrollo del país. En materia climática, es el ministerio rector.

- **Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN)**, complementariamente con el MINAE, asume las funciones de planificación a largo plazo de la política climática, concretamente mediante la elaboración del Plan Estratégico Nacional (PEN) que estará listo en 2021. Este plan tendrá al cambio climático como un pilar para formular el desarrollo económico de Costa Rica. El PEN será un instrumento de planificación a largo plazo, al horizonte del 2050, con metas a corto plazo (2022), mediano plazo (2030) y largo plazo (2050), para orientar los planes nacionales de desarrollo y para asegurar, entre otros, el logro de los compromisos del país en materia de cambio climático, alineando la NDC y con los ODS.
- **Dirección de Cambio Climático (DCC)**, creada en 2011 como parte del MINAE, tiene la responsabilidad de coordinar y conducir las políticas nacionales de cambio climático, supervisar su implementación y tiene la focalía ante la CMNUCC. Esta entidad trabaja de la mano del Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático, el Consejo Científico de Cambio Climático, el Consejo Consultivo Ciudadano de Cambio Climático y el Sistema Nacional de Métrica al Cambio Climático. De esta manera, se creó un brazo fuerte que lidera los procesos institucionales sobre el tema y organiza la institucionalidad existente. El trabajo de la DCC y de las otras estructuras del denominado Sistema de Cambio Climático se desarrolla

en forma articulada para lograr procesos de seguimiento, estimulación y transformacionales orientados a alcanzar las metas de largo plazo.

- **Consejo Consultivo Ciudadano de Cambio Climático**, creado en 2017, es una plataforma de participación ciudadana que se enmarca en la política nacional de gobierno abierto y procura reforzar los mecanismos de rendición de cuentas, de disposición y acceso a la información.

La responsabilidad técnica está a cargo de:

- **El Instituto Meteorológico Nacional (IMN)**, es una institución adscrita al MINAE, el ente científico nacional a cargo de coordinar las actividades meteorológicas y climatológicas del país. El IMN vigila sistemáticamente el estado del tiempo, recopila, estudia y analiza la información meteorológica y climatológica que registra la red de estaciones nacional, así como información necesaria para preparar estudios e investigaciones en campos como la agrometeorología, climatología, variabilidad climática, contaminación atmosférica, interacción océano-atmósfera, gases con efecto invernadero, cambio climático y otros; con el fin de apoyar desde el punto de vista de las competencias institucionales, el desarrollo nacional. El IMN produce informes oficiales técnico-científicos ante la CMNUCC. Desde el año 2000, el país ha presentado tres Comunicaciones Nacionales (2000, 2010, 2014) ante la CMNUCC, seis inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y dos informes bienales de actualización (2015 y 2019). El IMN ejerce también la focalía del país ante el IPCC.
- **Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático**, que es un órgano a nivel de

ministros creado en 2011 y que funge como asesor y apoyo al MINAE para el seguimiento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, tiene carácter permanente y tiene por sede la DCC. Está integrado por un titular y un suplente de las siguientes instituciones: MINAE, MAG, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT), Ministerio de Hacienda y MIDEPLAN.

- **Consejo Científico de Cambio Climático**, que fue creado en 2017 como órgano independiente, de carácter consultivo, compuesto por nueve personas académicas, investigadoras y expertas, para asesorar al Gobierno de Costa Rica en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico en el área del cambio climático.
- **El Sistema Nacional de Métrica al Cambio Climático (SINAMECC)** que es una plataforma oficial de coordinación y vinculación institucional y sectorial para facilitar la gestión y distribución de la información en materia de cambio climático.

Junto con la institucionalidad mencionada, un nutrido grupo de actores juega diferentes roles en relación con avances de la gestión del cambio climático y en especial de la mitigación, la generación de datos, referencias y evidencias, sistemas y control de calidad (lista completa en el cuadro 1.9). Mecanismos para el intercambio de información son bastante maduros para el INGEI, aunque se requiere establecer convenios en algunos casos, para mejorar. La información sobre acciones de mitigación es recopilada por la DCC entre los actores implementadores.

A partir de las directrices, el IMN con el apoyo del PNUD gestiona colaboración necesaria para la preparación en general de reportes a la CMNUCC.

Cuadro 1. 9 Entidades proveedoras de información sobre cambio climático en Costa Rica

Entidades proveedoras de información sobre cambio climático en Costa Rica	Entidades proveedoras de información sobre cambio climático en Costa Rica
• Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA)	• Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
• Adaptation Fund	• Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)
• Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	• Ministerio de Educación Pública (MEP)
• CGIAR	• Ministerio de Hacienda (MH)
• Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA)	• Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)
• Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO)	• Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN)
• Consultores privados incorporados	• Ministerio de Relaciones Exteriores (RREE)
• Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	• Ministerio de Salud
• Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA)	• Naciones Unidas (UN)
• Dirección de Agua (DA)	• NAMA Café
• Dirección de Cambio Climático (DCC)	• NAMA Facility
• Dirección para la Gestión de la Calidad del Aire (DIGE)	• Oficina Nacional Forestal (ONF)
• Dirección Sectorial de Energía (DSE)	• Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD)
• Empresa privada como informante	• Organizaciones no gubernamentales
• Fondo de Biodiversidad Sostenible (FBS)	• Programa del Estado de la Nación (PEN). Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (varios años).
• Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO)	• Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE)
• Food and Agriculture Organization (FAO)	• Secretaría de Planificación del Sector Agropecuarios (SEPSA)
• Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible	• Secretaría de Planificación del Sub-sector Energía (SEPSE)
• Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Brazo ejecutivo de la Cooperación Alemana	• Secretaría Técnica de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)
• Global Environment Facility (GEF)	• Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD)
• Global Water Partnership (GWP)	• Sistema Iberoamericano de Información del Agua (SIAGUA)
• Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA)	• Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
• Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)	• The World Bank (WB)
• Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE)	• UN Environment
• Instituto Meteorológico Nacional (IMN)	• United Nations Climate Change Secretariat (UNFCCC-CMNUCC)
• Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	• Universidad nacional (UNA)
• Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	• Universidad de Costa Rica (UCR)
• Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	
• International Finance Corporation (IFC)	
• Laboratorio de Gestión de Desechos (LAGEDE)	

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 2

INVENTARIO DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO

Los países firmantes de la CMNUCC están comprometidos a realizar inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero (INGEI). Razón por la cual, desde 1994 Costa Rica ha realizado siete. Para ello, se siguen las metodologías que ha establecido el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC).

El presente INGEI estima las emisiones y absorciones de GEI en Costa Rica para 2017; además, revisa y actualiza ediciones anteriores, recalculando las emisiones de los años 1990 a

2016. Se consideran cinco gases con efecto invernadero directo: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), **óxido nitroso (N₂O)**, hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). En el caso de los perfluorocarbonos (PFC) y del trifluoruro de nitrógeno (NF₃) no se ha hallado evidencia de su emisión en el país. Por otro lado, también se incluyen las emisiones de cuatro gases con efecto invernadero indirecto: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), **óxidos de nitrógeno (NO_x)**, **óxidos de azufre (SO_x)** y carbono negro (BC).

Para 2017, las emisiones netas fueron de 11.509,2 Gg de CO₂ equivalente. En el cuadro 2.1 se muestra el detalle por sector y por gas. El sector que más contribuye con las emisiones brutas es energía con el 55,1%; mientras que el sector de procesos industriales y uso de otros productos (IPPU, por sus siglas en inglés) es el que menos aporta con 9,6 %.

El INGEI excluye las categorías que se muestran en el cuadro 2.2, que están presentes en el país, pero cuya estimación está pendiente.

A lo largo de este capítulo se detallará la formulación y los resultados del INGEI de Costa Rica elaborado para esta Cuarta Comunicación a la CMNUCC. Se conocerá primero el detalle de su formulación, los responsables y el proceso, la metodología seguida, las fuentes de datos, la estimación

Cuadro 2.1 Emisiones de GEI para 2017.

Sector	Gas	Emisiones (Gg)
Energía	CO₂ eq	7981,6
IPPU	CO₂ eq	1394,7
Agricultura	CO₂ eq	2962,8
FOLU	CO₂ eq	-2968,4
Residuos	CO₂ eq	2138,5
Total sin FOLU	CO ₂	8655,8
	CH ₄	200,3
	N ₂ O	3,15
	HFC	0,36
	SF ₆	0,00002
	CO₂ eq	14477,6
Total con FOLU	CO ₂	5582,6
	CH ₄	204,5
	N ₂ O	3,21
	HFC	0,36
	SF ₆	0,00002
	CO₂ eq	11509,2

Cuadro 2.2 Categorías no estimadas (NE) en INGEI 2017.

Sector	Categoría del IPCC
IPPU	2.F.2 Agentes espumantes
	2.G.3a Uso de N ₂ O en aplicaciones médicas
Agricultura	3.C.5 Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados
	3.C.6 Emisiones indirectas de N ₂ O de la gestión de estiércol
	Carbono orgánico del suelo
FOLU	3.B.4 Humedales
	3.B.5 Asentamientos
	3.B.6 Otras tierras
	Carbono orgánico del suelo
	Productos de madera recolecta provenientes de bosques, tierras de cultivo y pastizales
	Pastizales y tierras de cultivo que permanecen como tales
	Remoción de madera y leña en pastizales, tierras de cultivo y bosques
	Tierras convertidas en tierras de cultivos y pastizales que no son tierras forestales

de la incertidumbre y su exhaustividad. Posteriormente, se abordarán las tendencias de cada uno de los cinco sectores analizados: energía, IPPU,

agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU) y residuos. Finalmente, se conocerán los recálculos. Con estos insumos se evidenciará el desarrollo del país en emisión de GEI y los retos que tal panorama plantea.

2.1. Formulación del INGEI de Costa Rica

La elaboración del INGEI en Costa Rica es responsabilidad del MINAE, que lo delega al IMN. El equipo gestor del INGEI cuenta con una coordinadora encargada del control, de la garantía de calidad y del archivo del inventario y con un grupo de líderes técnicos responsables de cada sector del inventario.

Los datos de actividad se obtienen de una amplia evaluación y de diferentes fuentes que incluyen instituciones públicas y empresa privada. Los expertos técnicos apoyan la recolección y generación de información, así como la escogencia de factores de emisión. La revisión y validación externa la realizan expertos que en muchos casos corresponde a autores de las *Directrices del IPCC*. La figura 2.1 presenta la estructura para la elaboración del INGEI.

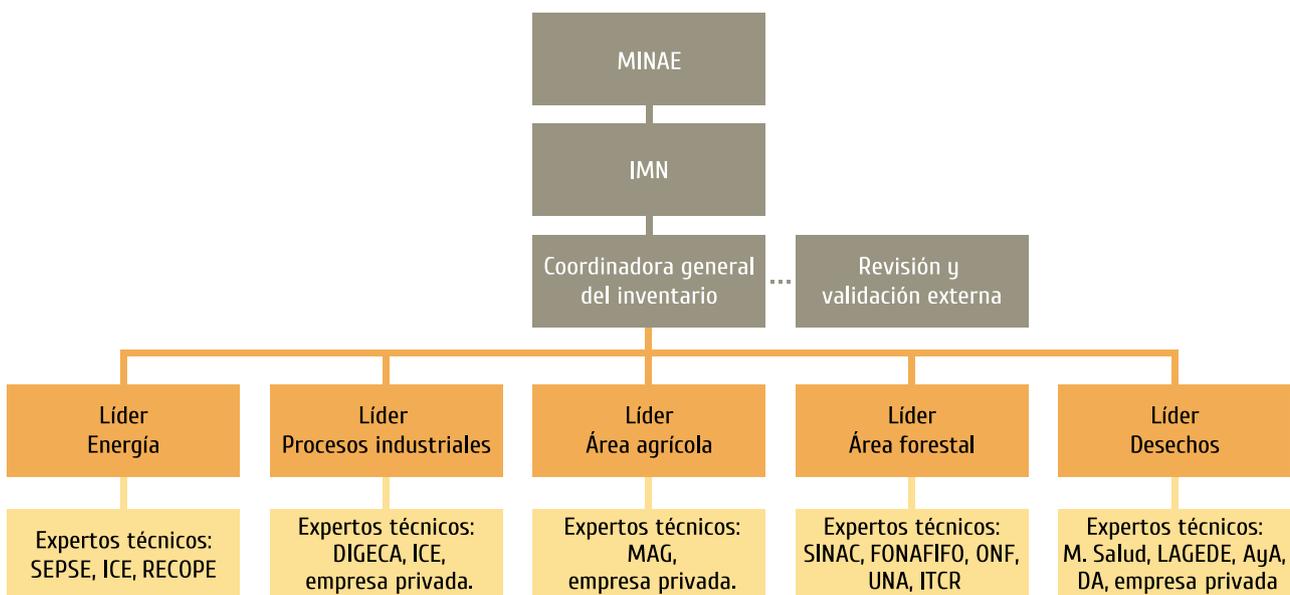


Figura 2.1 Estructura de los arreglos institucionales para elaboración del INGEI.



Figura 2.2 Ciclo de inventario de Costa Rica.

La elaboración del INGEI sigue un proceso que se repite en cada edición y está detallado en la figura 2.2.

2.1.1. Metodología

El presente INGEI sigue las bases metodológicas planteadas por las *Directrices del IPCC de 2006* para elaboración de INGEIs y el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*. Las emisiones se evaluaron para los cuatro sectores de emisión definidos por el IPCC: energía, IPPU, AFOLU y residuos.

Cuadro 2.3 Potenciales de calentamiento global usados en el inventario 2017.

Gas de efecto invernadero	Potencial de calentamiento global (PCG)
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-32	650
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-143a	3.800
HFC-152	140
HFC 23	11.700
SF ₆	23.900

En este inventario se contabilizaron las emisiones por cada GEI y en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) para compararlas entre sí y medir la contribución de cada fuente al total nacional de emisiones. Los potenciales de calentamiento global utilizados fueron los indicados en el *Segundo Informe de Evaluación del IPCC* para un horizonte de 100 años (cuadro 2.3).

2.1.2. Principales fuentes de datos

Este INGEI está nutrido de diversas fuentes de datos por sector, según se indica a continuación:

- **Sector energía:** datos del balance nacional de energía, datos de consumo de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) y datos de producción eléctrica del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).
- **Sector IPPU:** datos de empresas privadas, estadísticas nacionales y datos de importaciones del Ministerio de Hacienda.
- **Sector agricultura:** datos provenientes de corporaciones agrícolas, del MAG y del MINAE.
- **Sector FOLU:** datos de diferentes direcciones del MINAE y de corporaciones forestales.
- **Sector residuos:** datos del Ministerio de Salud (MINS), municipalidades, empresas gestoras de residuos privadas, AyA, entre otros.

2.1.3. Categorías principales

Las fuentes de emisiones de GEI que más aportan a las emisiones nacionales son las que se denominan categorías principales. Además, se puede denominar así a las que, con el tiempo, adquieren mayor influencia en las tendencias de emisiones. Costa Rica ha identificado 25 categorías principales de fuente y sumideros que se presentan en el cuadro 2.4.

2.1.4. Control de la calidad y archivo

La documentación de los datos se hizo en formato impreso y electrónico y se archivan en el IMN. Por su parte, el análisis de tendencias permite determinar incongruencias en las estimaciones, posibles errores o bien, actividades con un patrón de uso variable.

Adicionalmente, el inventario se verificó con expertos de cada sector. Se omitió realizar una

Cuadro 2.4 Fuentes principales de emisión de GEI para Costa Rica de acuerdo con la evaluación de nivel y tendencia.

Código IPCC	Categoría del IPCC	GEI	Criterio de identificación
1.A.2	Industrias de manufactura y construcción	CO ₂	N1, T1
1.A.3b	Transporte terrestre	CO ₂	N1, T1
1.A.3e	Otro transporte	CO ₂	N1
1.A.4 ^a	Comercial e institucional	CO ₂	N1
1.A.4b	Residencial	CO ₂	N1
1.A.4c	Agricultura, silvicultura y pesca	CO ₂	N1
2.A.1	Producción de cemento	CO ₂	N1, T1
2.F.1	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	N1, T1
3.A.1	Fermentación entérica	CH ₄	N1, T1
3.A.2	Gestión del estiércol	N ₂ O	N1
3.B.1 ^a	Tierras forestales que permanecen como tales: crecimiento de bosques secundarios	CO ₂	N1, T1
3.B.1 ^a	Tierras forestales que permanecen como tales: crecimiento de plantaciones forestales	CO ₂	N1
3.B.1 ^a	Tierras forestales que permanecen como tales: pérdidas por disturbios naturales	CO ₂	N1, T1
3.B.1 ^a	Tierras forestales que permanecen como tales: pérdidas por remoción de madera	CO ₂	N1, T1
3.B.1b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	N1, T1
3.B.2bi	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: bosques primarios convertidos en cultivos anuales	CO ₂	N1, T1
3.B.2bi	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: bosques secundarios convertidos en cultivos anuales	CO ₂	N1
3.B.2bi	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: bosques primarios convertidos en cultivos permanentes	CO ₂	T1
3.B.3bi	Tierras forestales convertidas en pastizales: bosques primarios convertidos en pastizales	CO ₂	N1, T1
3.B.3bi	Tierras forestales convertidas en pastizales: bosques secundarios convertidos en pastizales	CO ₂	T1
3.C.4	Emisiones de N ₂ O en suelos	N ₂ O	N1
3.C.7	Cultivo de arroz	CH ₄	N1
3.D.1	Productos de madera	CO ₂	N1, T1
4.A	Eliminación de desechos sólidos	CH ₄	N1, T1
4.D.1	Tratamiento de aguas residuales domésticas	CH ₄	N1, T1

verificación por parte de un tercero independiente; no obstante, las consideraciones y recomendaciones realizadas en verificaciones anteriores fueron implementadas con el fin de mejorar y afinar la calidad del inventario.

2.1.5. Incertidumbre

La estimación y el reporte de las incertidumbres permiten priorizar los esfuerzos para mejorar los inventarios futuros, definir las áreas que requieren investigación y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología.

En este INGEI, las incertidumbres están asociadas a los factores de emisión elegidos para cada fuente y a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

Para el análisis de incertidumbre en el inventario se siguió el método 1 y, por primera vez, el método 2 de las *Directrices del IPCC 2006*, los cuales

Cuadro 2.5 Análisis de incertidumbre del inventario 2017.

	Incertidumbre del inventario total	Incertidumbre de la tendencia
Incluyendo FOLU	20,9 %	14,6 %
Excluyendo FOLU	6,3 %	12,0 %

consisten en aplicar la propagación del error y la estimación, mediante simulaciones de Monte Carlo, respectivamente. En el cuadro 2.5 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre del inventario con propagación de error incluyendo y excluyendo el sector FOLU. Los datos obtenidos en la simulación de la incertidumbre utilizando el método de Monte Carlo por gas total para el 2017 se resumen en la figura 2.3.

2.2. Resultados y tendencias de las emisiones y absorciones del GEI

En 2017, el total de emisiones excluyendo FOLU fue de 14.477,6 Gg de CO₂ eq. Las estimaciones netas del sector FOLU son absorciones y equivalen a un 20,5 % del total bruto de emisiones. De esta forma, las emisiones netas, contabilizando el FOLU, fueron de 11.509,2 Gg de CO₂ eq. El sector que más contribuyó con las emisiones fue energía, con 55,1%; mientras que IPPU fue el que menos aportó con 9,6 % del total, excluyendo FOLU (cuadro 2.6).

Casi el 60% de las emisiones totales (excluyendo FOLU) son de CO₂, seguido de CH₄ con 29,1%. El gas menos emitido es el SF₆ con 0,003% (figura 2.4).

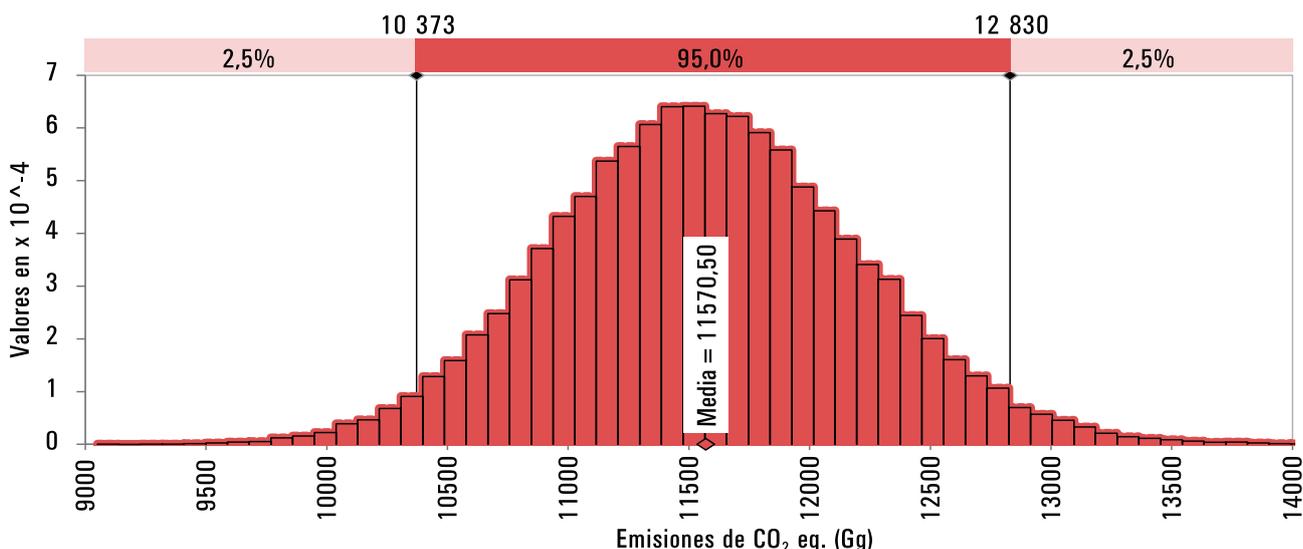
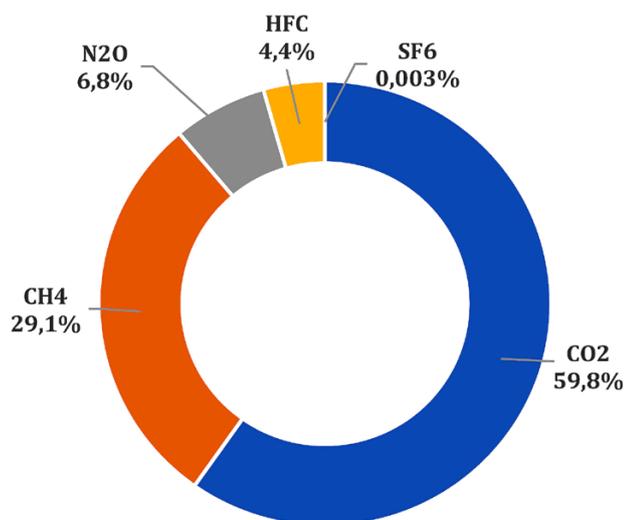


Figura 2.3 Simulación de Monte Carlo para las emisiones totales de CO₂ equivalente de Costa Rica en 2017.

Cuadro 2.6 Emisiones por gas y sector de Costa Rica en 2017.

Sector	Emisiones por gas (Gg)					CO ₂ eq	Contribución (%)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆		
Energía	7762,9	3,841	0,445			7981,6	55,1
IPPU	757,9	NO	NO	0,357	0,00002	1394,7	9,6
Agricultura	65,95	101,04	2,500			2962,8	20,5
Residuos	69,09	95,46	0,209			2138,5	14,8
Total sin FOLU	8655,8	200,3	3,15	0,36	0,00002	14477,6	100,0
FOLU	-3073,23	4,18	0,055			-2968,4	-20,5
Total con FOLU	5582,6	204,5	3,21	0,36	0,00002	11509,2	79,5
Transporte aéreo internacional	654,0	0,00623	0,0189			660,0	
Navegación marítima internacional	325,3	0,0294	0,00841			328,5	

**Figura 2.4** Contribución relativa por gas en el total de emisiones de 2017 excluyendo FOLU.

Al analizar la contribución de emisiones por gas que tiene cada sector (excepto FOLU), se encuentra que la mayor parte (89,7%) del CO₂ proviene del sector energía. En el caso del CH₄, la emisión proviene de manera similar del sector agricultura (50,4%) y del sector residuos (47,6%), mientras que la mayor cantidad de N₂O emitido proviene del sector agricultura (79,2%). En el caso de los HFC y el SF₆ provienen exclusivamente del sector IPPU.

Se estima que, por cada habitante, en 2017 se emitieron 2,33 toneladas de CO₂ eq netas y aproximadamente 225,2 toneladas de CO₂ eq por km². Además, se emitieron 196,8 toneladas de CO₂ eq por cada millón de dólares del PIB nominal.

2.2.1. Tendencia por gas

Desde 1990 hasta 2017, las emisiones totales (sin FOLU) aumentaron un 76,6%. No obstante, tras incluir el FOLU, las emisiones netas han disminuido 69,1% desde 1990.

Al analizar la tendencia de las emisiones netas por gas, desde 1990 a 2017, se encuentra lo siguiente:

- **Las de CO₂** disminuyeron (-82,6%), principalmente por reducción de la deforestación y aumento de las absorciones (figura 2.5).
- **Las de CH₄** crecieron 9,2% debido al aumento de emisiones en el sector residuos (figura 2.5).
- **Las de N₂O** disminuyeron (-17,5%) entre 1996 y 1997 debido al cierre de una planta productora de ácido nítrico. Fuera de ese acontecimiento, han tenido un comportamiento bastante regular (figura 2.5).
- **Las de HFCs** crecieron más que los otros gases. Este gas se introdujo en 1995 y las emisiones más altas se alcanzaron en 2015, debido a que ese año se liberaron gases almacenados en equipos que salieron de funcionamiento (figura 2.6).
- **Las de SF₆** disminuyeron (-37,6%), a pesar de haber tenido un aumento sostenido durante varios años (figura 2.7).

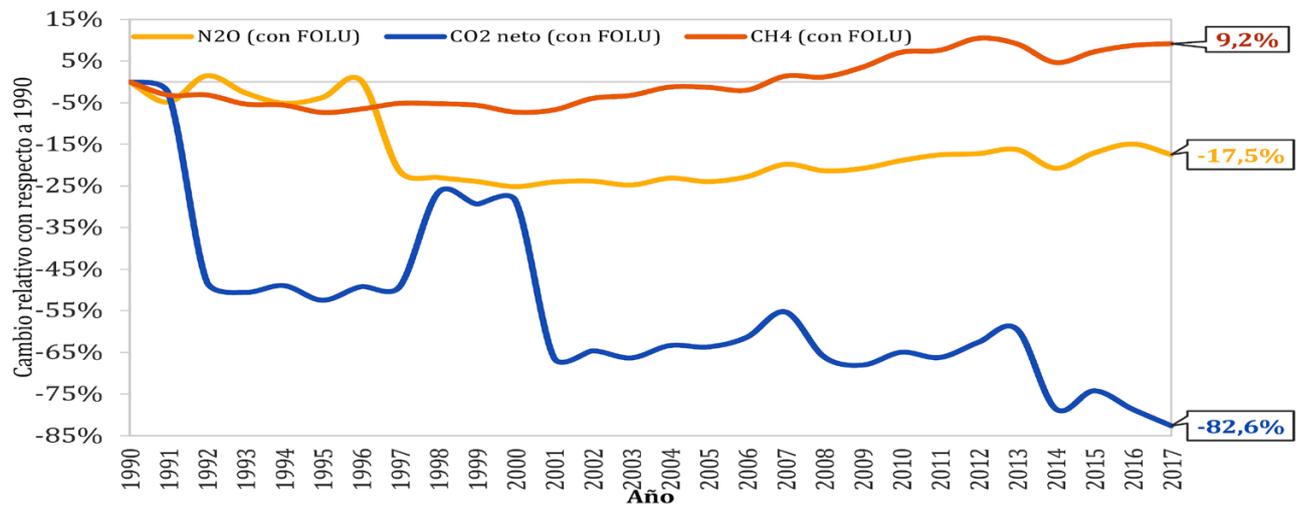


Figura 2.5 Tendencia de las emisiones de GEI neto (incluyendo FOLU).

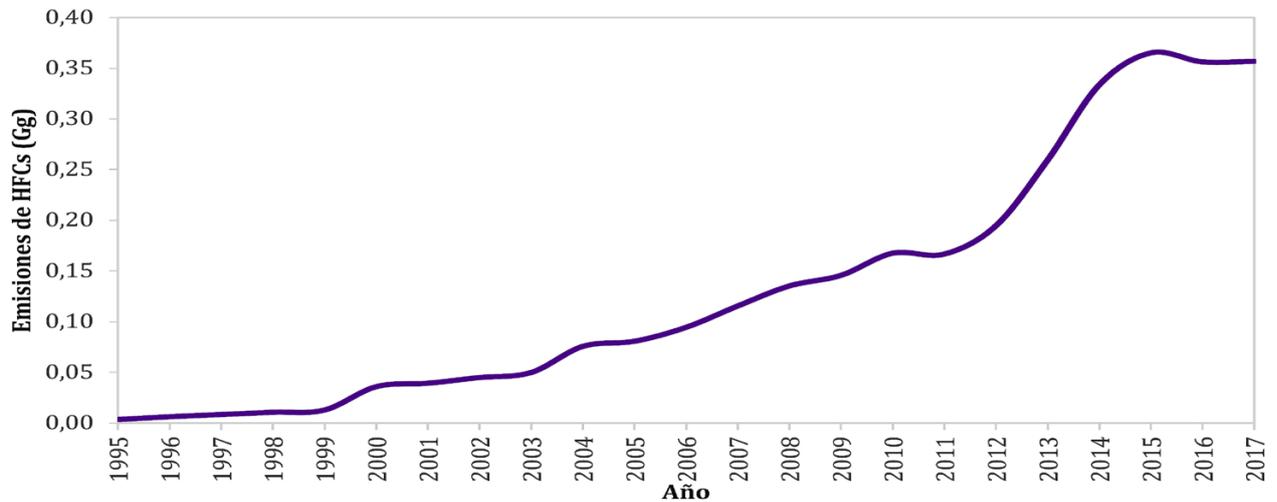


Figura 2.6 Tendencia de las emisiones de HFCs en Costa Rica, 1995-2017.

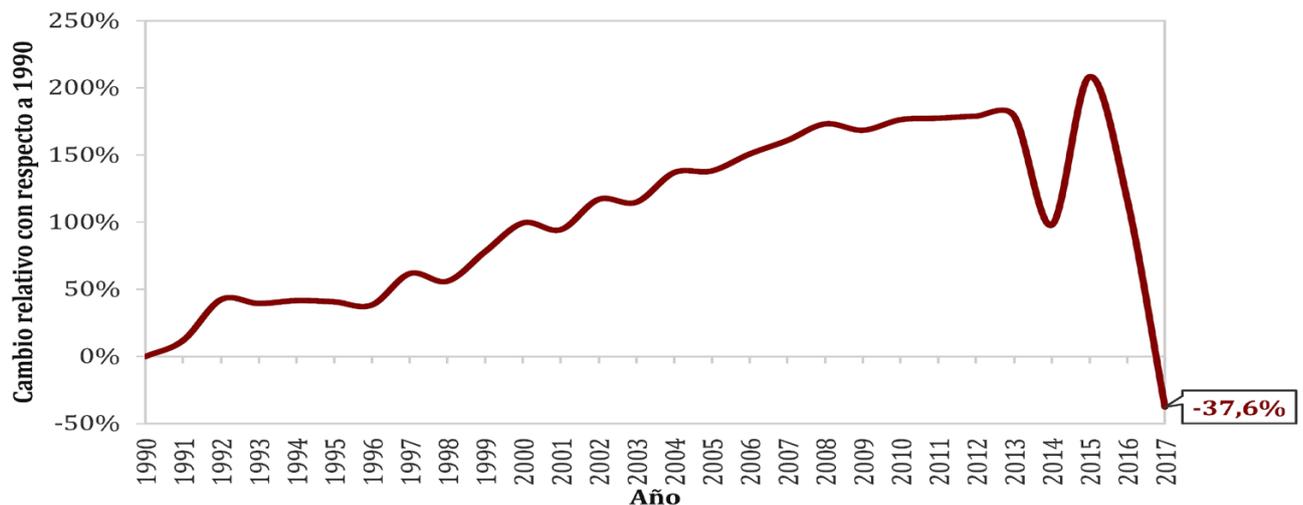


Figura 2.7 Tendencia relativa con respecto a 1990 de las emisiones de SF6.

En el cuadro 2.7 se observan los datos de la tendencia de las emisiones por gas, desde 1990 a 2017, con FOLU y sin FOLU.

Cuadro 2.7 Tendencia relativa de las emisiones por gas (%).

Gas	1990 vs 2017	2015 vs 2017	2016 vs 2017
CO₂ (sin FOLU)	176,1	8,8	1,8
CO ₂ neto (con FOLU)	-82,6	-32,6	-18,6
CH₄ (sin FOLU)	8,8	3,1	1,7
CH ₄ (con FOLU)	9,2	1,8	0,4
N₂O (sin FOLU)	-18,0	1,9	-0,6
N ₂ O (con FOLU)	-17,5	-0,5	-3,0
HFC	--	-2,3	0,2
SF₆	-37,6	-79,8	-71,2
CO₂ eq (sin FOLU)	76,6	6,4	1,7
CO ₂ eq (con FOLU)	-69,1	-18,4	-9,9

2.2.2. Tendencia por sector

Al analizar las tendencias de las emisiones por sector, se encuentra que las emisiones de FOLU marcan la tendencia de los totales y que estas emisiones netas, con algunas excepciones, han disminuido desde 1990. Al excluir FOLU, se observa que las emisiones han crecido con una tendencia marcada por el sector energía.

Respecto al aporte de todas las emisiones de cada sector al total sin FOLU, energía pasó de representar 35,3% en 1990 a un 55,3% en 2016. IPPU y residuos aumentaron su proporción, pero no tanto como energía. Por su parte, el sector agricultura pasó de representar 45,7% de las emisiones (excluyendo FOLU) en 1990 a 20,5% en 2016, esto debido a reducciones en el hato ganadero.

En los sectores energía, residuos e IPPU las emisiones han ido creciendo, mientras que en el sector agricultura las emisiones se redujeron (ver figura 2.8).

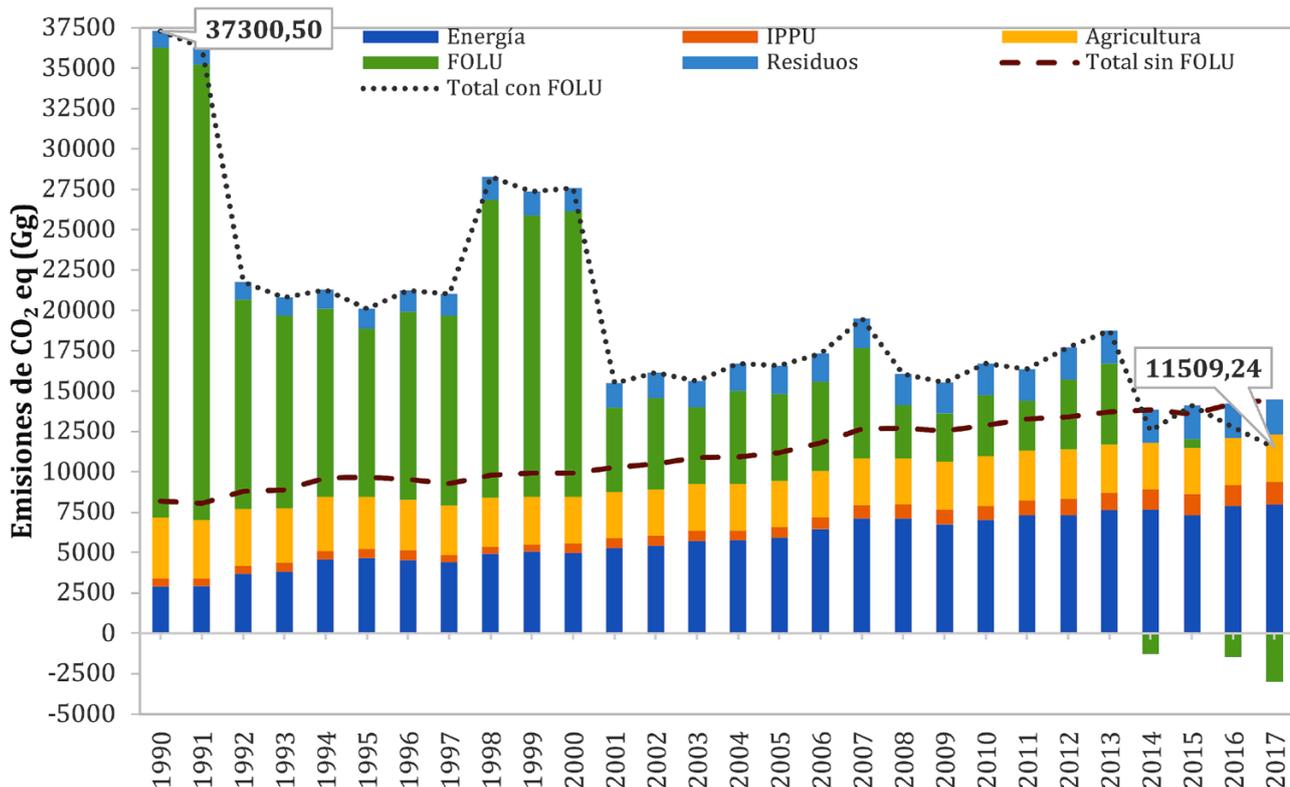


Figura 2.8 Tendencia de las emisiones totales de Costa Rica entre 1990-2017 por sector.

2.2.3. Tendencia de otros gases precursores y carbono negro

Las emisiones de gases precursores incrementaron considerablemente desde 1990. Entre 1990 y 2017 el que más se emitió fue el CO y el que menos se emitió fue el carbono negro. Los compuestos orgánicos diferentes del metano (COVDM) fueron los que más aumentaron (276,6

%), mientras que el monóxido de carbono fue el que creció menos con 168,4%. El aumento de la emisión de SOx entre 2011 y 2014 se debió a mayor consumo de combustibles pesados con mayor contenido de azufre como diésel, fuel oil y bunker (figura 2.9). Adicionalmente, en este INGEI se contabiliza el carbono negro, que ha fluctuado, pero, en general, tuvo un crecimiento de 60,2% (figura 2.10).

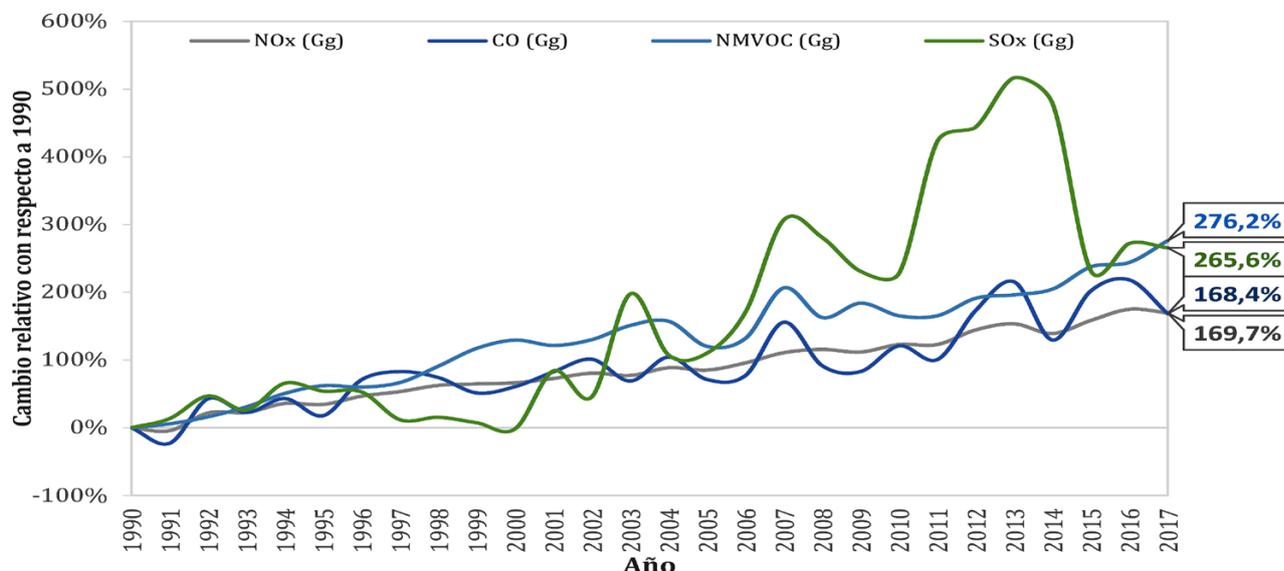


Figura 2.9 Variación de las emisiones de gases precursores entre 1990 y 2017.

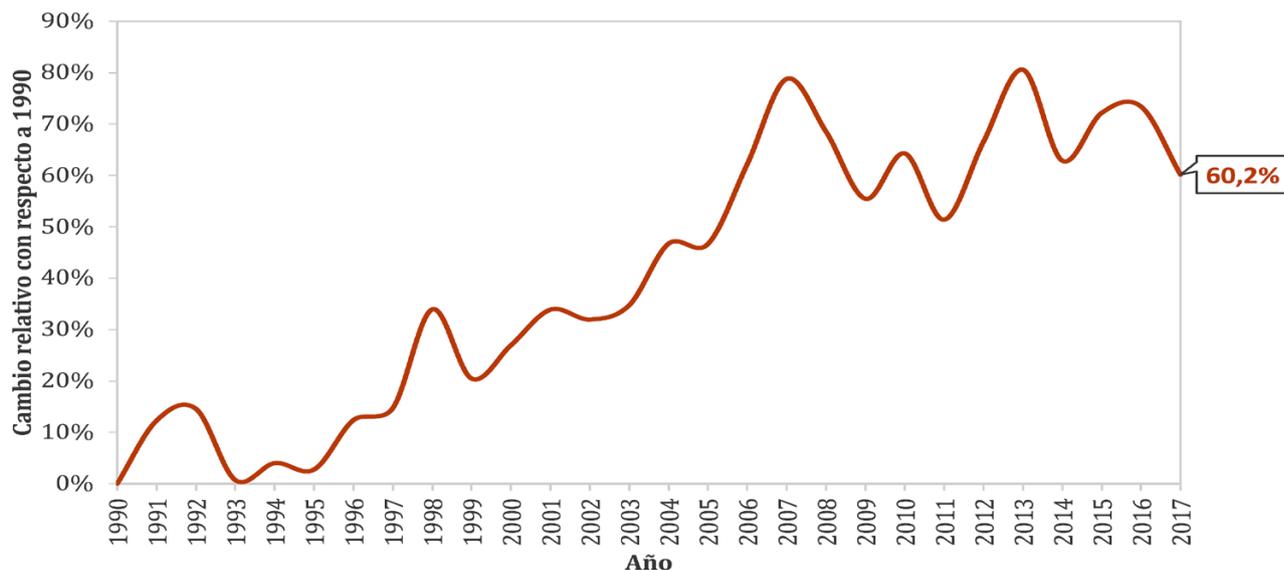


Figura 2.10 Variación de las emisiones de carbono negro con respecto a 1990.

2.3. Sector Energía

En el sector energía se contabilizan emisiones de GEI provenientes de combustibles y de sus correspondientes emisiones fugitivas en Costa Rica. En el país, los combustibles liberan GEI como el CO₂, CH₄ y el N₂O, que se contabilizan en este informe y otros como los NO_x, CO y COVDM que se incluyen en el

anexo donde está el informe completo. Las categorías y subcategorías estimadas, así como los gases emitidos se muestran en la cuadro 2.8.

Las emisiones totales del sector para 2017 fueron 7.981,6 Gg de CO₂ eq, lo que corresponde a un aumento de 1,4 % respecto a 2016. Desde 1990, las emisiones aumentaron 176,2% y la mayoría proviene del sector transporte y de CO₂.

Cuadro 2. 8 Categorías de GEI estimadas en el sector energía.

Categorías de fuentes de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A. Actividades de la quema de combustibles			
1.A.1 Industrias de la energía	X	X	X
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	X	X	X
1.A.3 Transporte	X	X	X
1.A.4 Otros sectores	X	X	X
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles			
1.B.2 Petróleo y gas natural	X	X	
1.B.3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	X		

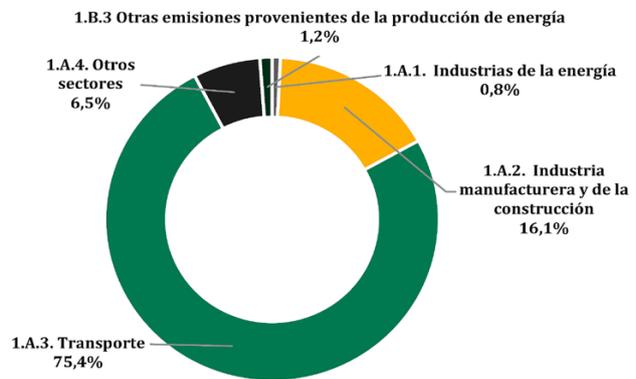


Figura 2.11 Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector energía en 2017.

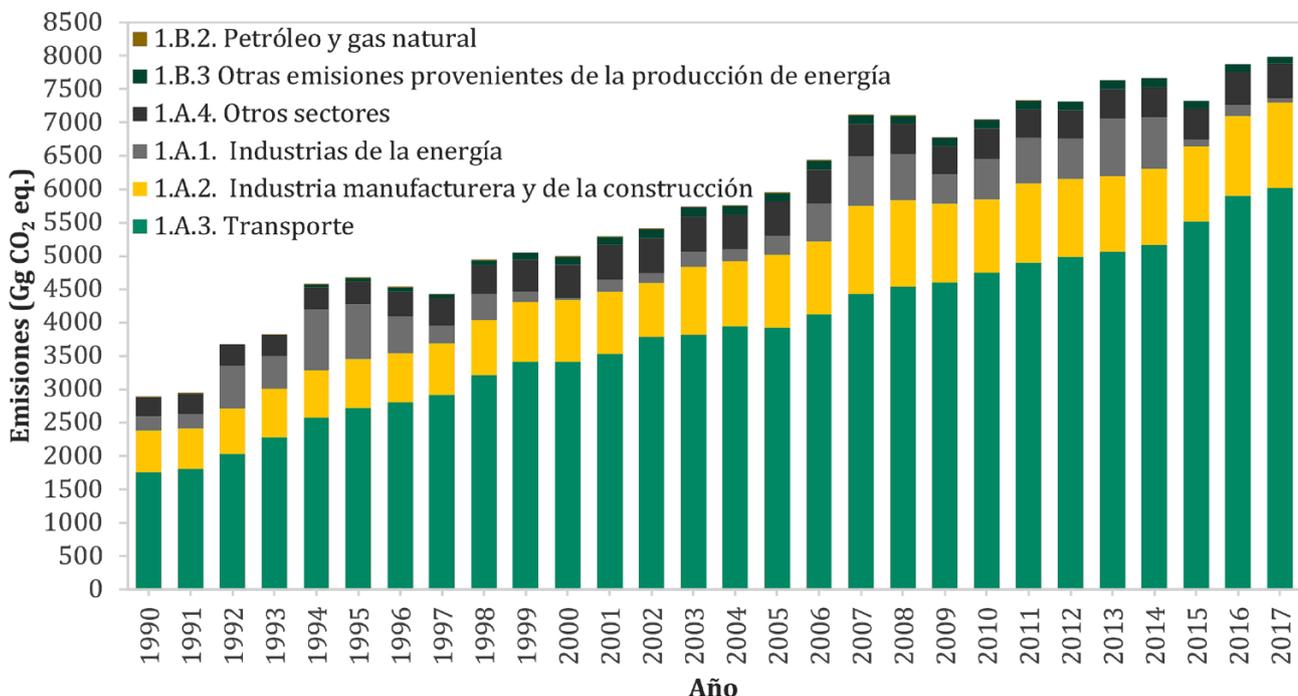


Figura 2.12 Emisiones por categoría de fuente del sector Energía de Costa Rica de 1990 a 2017.

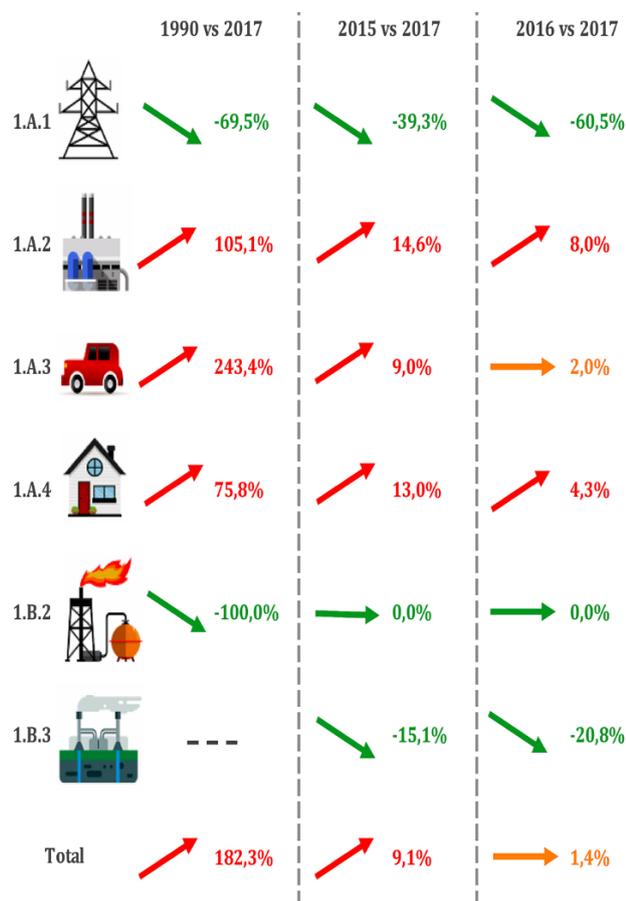


Figura 2.13 Tendencia de las emisiones del sector energía.

Por tipo de gas, en 2017 se emitieron 7.762,89 Gg de CO₂, 3,84 Gg de CH₄ y 0,45 Gg de N₂O. La figura 2.11 muestra la distribución relativa de las emisiones por fuente para 2017. El transporte generó un 75,4% de las emisiones del sector. Por su parte, la figura 2.12 muestra la evolución temporal de las emisiones de GEI del sector energía desde 1990 hasta 2017.

Desde 1990, la categoría con mayor aumento en sus emisiones fue transporte con 243%, seguida por las industrias de manufactura y construcción. Las mayores disminuciones fueron en petróleo (debido a la no operación de la refinería) y en industrias de la (figura 2.13).

Asimismo, se analizó la variación de las emisiones del último año inventario reportado (2015) a 2017. Para este caso, las emisiones de la industria

de la energía bajaron 39,3 %, mientras que la industria manufacturera, el transporte y otros sectores incrementaron.

La incertidumbre estimada para el sector energía en 2017 fue de ±3,95 % y se realizó con propagación del error. Complementariamente, se realizó una simulación de Monte Carlo para las emisiones totales del sector energía para CO₂, CH₄, N₂O y CO₂ eq. Los resultados que mostraron fueron 7.724,73 Gg de CO₂ y un 95 % de confianza, se encuentran entre 7.569 y 7.882 Gg de CO₂.

A continuación, se detallan los hallazgos en las actividades con quema de combustible y las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, que son las principales fuentes de emisión en el sector energía.

2.3.1. Actividades con quema de combustible

En el sector energía se contabilizan las emisiones de GEI por combustión de combustibles como fuel oil, nafta, keroseno, gasóleo, carbón vegetal, biogás, residuos vegetales, carbón mineral, coque, gasolina de avión, diesel, gasolina súper, gasolina regular, LGP, jet fuel, etanol, madera, bagazo de caña y otros. Básicamente, estas emisiones se originan en el transporte, las industrias de la energía, manufactureras y de la construcción. Sobre ellas se detalla a continuación.

- **Industrias de la energía (1.A.1).** Las emisiones provienen de la refinación de petróleo, la producción de electricidad y calor y la manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía. En 2017, las emisiones totales fueron de 64,41 Gg de CO₂ eq, eso significa 60,5% menos que en 2016 y 69,5 % menos que en 1990. Entre 1990 y 2017, la mayor parte de las emisiones de esta categoría provenían de la producción de electricidad y calor y en los últimos tres años las emisiones fueron menores que en 1990. Las emisiones de GEI de la producción

de electricidad y calor en Costa Rica se atribuyen al uso de combustibles en las plantas termoeléctricas y a la generación a partir de biomasa, que se utilizan como respaldo de las plantas que trabajan con energía renovable. Respecto a la refinación de petróleo, entre 1990 y 2011, el país importó y refinó petróleo, e importó productos derivados, luego importó el 100% de los productos refinados, por lo que hubo un cambio en las emisiones.

- **Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2).** Estas emisiones provienen de la generación de electricidad y calor y han representado la segunda fuente de emisiones del sector, siendo en 2017 un 16,2% (1.288,1 Gg CO₂ eq). El mayor aporte corresponde a las emisiones de industrias de minerales no metálicos, plásticos, caucho, metales, fabricación de maquinaria. En esta industria, las emisiones crecieron 105% desde 1990. El diesel y el fuel oil son los combustibles que más se consumen; también el LPG y el coque han ido en aumento. Las emisiones incluyen CO₂, CH₄ y N₂O.
- **Transporte (1.A.3).** Contabiliza emisiones por quema de combustible para aviación, transporte terrestre, automóviles, camiones para servicio ligero, camiones para servicio pesado y autobuses, motocicletas, ferrocarriles y navegación marítima y fluvial. Históricamente, es la principal fuente neta de emisiones del sector energía y del INGEI de Costa Rica. Las emisiones para el 2017 fueron de 6.017,16 Gg de CO₂ eq, representando el 75,4 %. De esas emisiones, 95,8 % fueron de transporte terrestre y los automóviles generaron 48,7%. El transporte terrestre, en 2017, alcanzó un máximo histórico de emisiones. Los combustibles más consumidos son las dos gasolinas y el diesel. En

general, las emisiones de cada combustible quemado en transporte han ido en aumento sostenido desde 1990. En todos los años se han emitido más GEI que 1990 y que ese crecimiento ha ido en aumento hasta llegar al casi 244 % actual.

- **Otros sectores.** Se trata de otros sectores que emplean combustibles de manera estacionaria. Para 2017, las emisiones totales de esta categoría fueron de 518,9 Gg de CO₂. Las emisiones crecieron 75,8 % desde 1990, lo que la hace la categoría con menor crecimiento histórico. En esta categoría, las emisiones principales son debidas al diésel y al LPG.
- **Depósitos internacionales de combustible.** El transporte aéreo internacional y la navegación marítima internacional generan emisiones asociadas a depósitos internacionales de combustibles, que se contabilizan, pero no se suman al total nacional del INGEI. El transporte aéreo internacional contabiliza emisiones de vuelos que salen de un país y llegan a otro, incluyendo despegues y aterrizajes. Para 2017, las emisiones de esta categoría alcanzaron 660 Gg de CO₂ eq; desde 1990, estas emisiones han crecido 402%. Las emisiones de navegación marítima internacional provienen de quema de combustibles de naves que realizan navegación internacional marítima y fluvial. Tales emisiones en 2017 fueron 328,5 Gg de CO₂ eq, 0,38 % mayores al 2016 y 74,5 % mayores a 1990.

2.3.2. Emisiones fugitivas de combustibles

Acá se incluyen emisiones fugitivas provenientes de las actividades de petróleo, pero también de otras emisiones surgidas en la producción de energía. En Costa Rica no hay ni exploración ni

Cuadro 2.9 Emisiones fugitivas debidas al petróleo (1.B.2a).

Subcategorías de fuentes de GEI	Emisiones (Gg CO ₂ eq) excluye emisiones biogénicas											
	1990	1996	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1.B.2aiii transporte de petróleo	0,055	0,082	0,006	0,071	0,066	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
1.B.2aiv Refinación de petróleo	3,140	4,668	0,347	4,035	3,781	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
1.B.2a Petróleo	3,196	4,751	0,353	4,106	3,847	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Cuadro 2.10 Emisiones fugitivas de CO₂ provenientes de la producción de energía geotérmica (1.B.3).

Subcategorías de fuentes de GEI	1990	1996	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1.B.3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO	62,2	119,1	126,0	129,3	120,9	133,1	137,6	117,0	118,6	93,2

producción de petróleo, por lo cual solo se analizó la transmisión de petróleo en tuberías y las emisiones durante la refinación de los productos para los años en los que se importó y refinó petróleo, que fue entre 1990-2011, (cuadro 2.9).

Las emisiones fugitivas de la producción de energía se dan en la geotermia, en donde varios gases son arrastrados por el vapor utilizado en las plantas geotérmicas y el más abundante es el CO₂. En el país, la operación geotérmica inició en 1994. Las emisiones para el 2017 fueron de 93,2 Gg CO₂, eso fue 21,4 % menos que el 2016. Con respecto a 1990, las emisiones de 2017 fueron 123,6 % mayores (cuadro 2.10).

2.4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Este sector contabiliza las emisiones de GEI surgidas en el sector de procesos industriales y uso de productos (IPPU). Las categorías y subcategorías estimadas, así como los gases emitidos se muestran en el cuadro 2.11.

Para 2017, las emisiones de este sector fueron 1.394,7 Gg de CO₂ eq, con un aumento de 5,8% respecto al INGEI 2015. Las emisiones incrementaron 157,04% desde 1990. Los principales aportes han sido de la industria de los minerales. En la figura 2.14 se observan las emisiones del sector

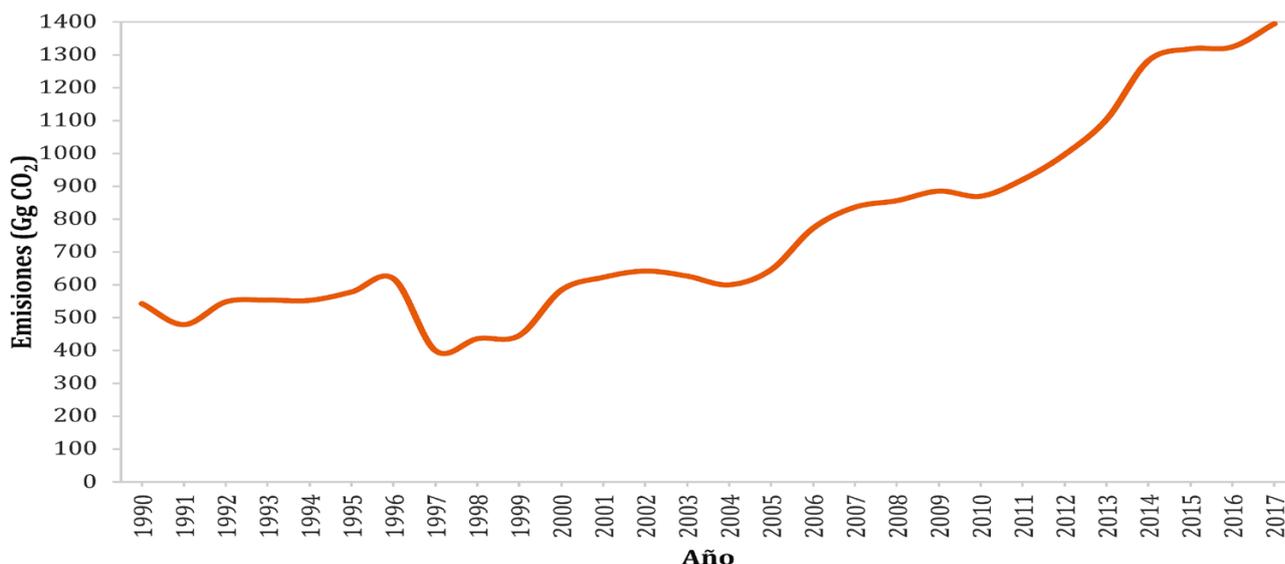


Figura 2.14 Tendencia de las emisiones del sector IPPU de Costa Rica.

Cuadro 2.11 Categorías estimadas en el sector procesos industriales y uso de productos.

Categorías de fuentes de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	NF ₃
2.A. Industria de los minerales							
2.A.1. Producción de cemento	X						
2.A.2. Producción de cal	X						
2.A.3. Producción de vidrio	X						
2.A.4. Otros usos de carbonatos 2.A.4b Otros usos de carbonatos de sodio	X						
2.B. Industria química							
2.B.2. Producción de ácido nítrico			X				
2.B.5. Producción de carburo	X						
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes							
2.D.1. Uso de lubricantes	X						
2.D.2. Uso de ceras de parafina	X						
2.F. Emisiones de los sustitutos fluorados para las ODS							
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado				X			
2.F.3. Protección contra incendios				X			
2.F.4. Aerosoles				X			
2.F.6. Otras Aplicaciones: Transferencia de flúor al vidrio				X			
2.G. Manufactura y utilización de otros productos							
2.G.1. Equipos eléctricos						X	

desde 1990. El año que presentó más emisiones fue 2017 y una reducción ocurrió entre 1996 y 1997 porque se dejó de producir ácido nítrico en el país. Históricamente, la industria de los minerales ha sido la que más ha emitido, pero ha disminuido en los últimos años.

En cuanto a la tendencia, tal como muestra la figura 2.15, la categoría con mayor crecimiento desde 1990 es la industria de los minerales, con un 121 %, mientras que la industria química fue la que más bajó. Con respecto a 2016, las emisiones que más crecieron fueron las de la categoría 2.A con un 6,6 % lo que combinado con las otras categorías generó un aumento de 5,3 % en las emisiones del sector.

La incertidumbre por el método de propagación del error para el sector IPPU en 2017 fue de ±24,5 %. Por medio del análisis de Monte Carlo para todo el sector, se obtuvo que las emisiones estimadas fueron de 1.405,3Gg de CO₂ eq,

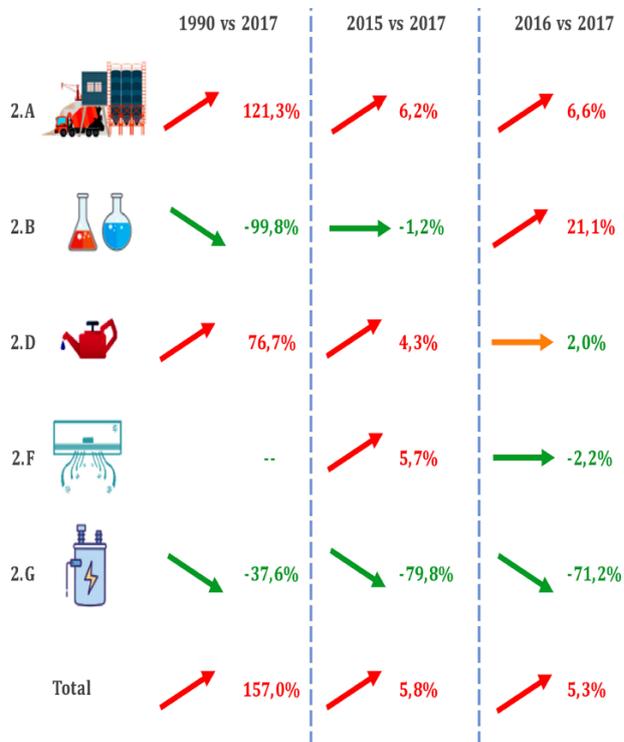


Figura 2.15 Tendencia de las emisiones del sector IPPU.

generando una diferencia de 0,07 % con respecto a los Gg estimados. Las emisiones se encuentran en el intervalo de 1.363,4 Gg de CO₂ eq y 1.510,4 Gg de CO₂ eq.

2.4.1. Industria de los minerales

En esta categoría se estiman las emisiones de CO₂ resultantes del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de productos minerales industriales, como cemento, cal y vidrio.

- **Producción de cemento.** Las emisiones resultan de la calcinación de minerales como CaCO₃ y MgCO₃ en la fabricación de clinker, materia base en la producción de cemento. En 2017, las emisiones en esta categoría alcanzaron un máximo histórico de 718,65 Gg de CO₂ y, en general, han crecido con altibajos desde 1990.
- **Producción de cal.** Se cuantifican las emisiones debidas la descarbonatación del carbonato de calcio (CaCO₃) y carbonato de magnesio (MgCO₃) contenidos en la piedra caliza y en la dolomita respectivamente. Las emisiones estimadas para esta categoría para 2017 fueron de 1,96 Gg de CO₂. Las emisiones empezaron a decrecer desde 2010, cuando una de las fábricas redujo su producción hasta su cierre en 2017.
- **Producción de vidrio.** En esta industria, varios carbonatos se emplean como materias primas y en su conversión emiten GEI. Entre los principales se encuentra el carbonato de calcio (CaCO₃), arena, dolomita (CaMg(CO₃)₂) y carbonato de sodio (Na₂CO₃). Otra materia prima importante es el vidrio reciclado y cuanto mayor proporción presente más reduce las emisiones de GEI. Para 2017 las emisiones fueron de 16,67 Gg de CO₂. El crecimiento total de

las emisiones desde 1990 al 2017 fue de 101,63%.

- **Otros procesos.** Otros que utilizan carbonato de sodio (Na₂CO₃) que resultan en la liberación de CO₂ son la producción de jabones y de detergentes, la desulfuración de gases de combustión por vía húmeda; los productos químicos; la pulpa y el papel y otros productos de consumo común. Tanto su producción como consumo liberan CO₂. Para el 2017 las emisiones de estas actividades fueron de 4,15 Gg de CO₂. Entre 1990 y 2017 estas emisiones crecieron casi 10 veces.

2.4.2. Industria química

En esta área se contabilizan las emisiones de la producción de ácido nítrico (que se dio en el país de 1963 a 1996) y de la producción de carburo para producción de acetileno.

Las emisiones de la primera, entre 1990 y 1996, alcanzaron el máximo en 1996 con 252,52 Gg de CO₂ eq. La producción de carburo para producción de acetileno, en 2017, tuvo emisiones de 0,34 Gg de CO₂, con un crecimiento de 18% respecto a 1990.

2.4.3. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente

En esta categoría se considera el uso de lubricantes (solo sus emisiones en la oxidación durante sus aplicaciones en la industria y el transporte) y de ceras de parafina.

Las emisiones totales de los lubricantes en 2017 fueron 14,55 Gg de CO₂, 1,7 % menores que en 2016, 78,8 % más que en 1990.

En el caso de las ceras parafinas, las emisiones para 2017 fueron 1,57 Gg de CO₂ y, en general, han tenido un crecimiento sostenido. En 2017, decrecieron un 6,2 % respecto al 2016, pero desde 1990 han aumentado 59,4 %.

2.4.4. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Esta es una de las categorías más importantes del sector IPPU de Costa Rica y abarca emisiones de hidrofluorocarbonos (HFCs) en refrigeración y aire acondicionado, aerosoles, protección contra incendios y otros. La refrigeración y el aire acondicionado, en 2017, emitieron 633,7 Gg de CO₂ eq., principalmente provenientes de refrigeración (43,7 %) y de los aires acondicionados móviles (30,9 %). Desde 1999, las emisiones en esta categoría se han multiplicado 28 veces y en el último año crecieron 4,65 %.

Existen sistemas de protección contra incendio que utilizan gases HFC's y PFC's. En esta categoría se contabilizan las emisiones debidas a fugas, uso y disposición final de equipos. Las emisiones en 2017 fueron de 0,58 Gg de CO₂ eq para esta categoría. Este tipo de sustancias se introdujeron al país en 1999 y hasta 2017 sus emisiones crecieron 16 veces.

En algunas ocasiones los HFCs y PFCs son utilizados en aerosoles que provocan emisiones que ocurren en períodos cortos de tiempo después de la producción. Las emisiones alcanzaron 0,226 Gg de CO₂ eq. en 2017. El primer año del que se tiene registro de importaciones de HFC 152a para este propósito fue 2004.

En algunas ocasiones los HFC's son utilizados en aplicaciones diferentes a las descritas en este inventario, y estas emisiones deben ser contabilizadas. En Costa Rica se importa el HFC-152a para emplearlo en procesos de transferencia de fluor al vidrio, brindándole mejoras en algunas de sus propiedades mecánicas. Las emisiones debidas a este proceso se reportan por primera vez en este inventario y alcanzaron en el 2017, 1.974 Gg de CO₂ eq.

2.4.5. Manufactura y uso de otros productos

En Costa Rica, el hexafluoruro de azufre se utiliza en equipos eléctricos como aislante en cajas de interruptores en sistemas de transmisión

y distribución eléctrica. Las emisiones debidas a SF₆, para 2017 correspondieron a 0,392 Gg de CO₂ eq. Las emisiones disminuyeron 71,2 % entre 2016 y 2017 y con respecto a 1990 las emisiones en 2017 son 37,6 % menores.

2.5. Sector Agricultura

En este sector se contabilizan emisiones de GEI por el uso de suelos agrícolas y otros procesos como la fermentación entérica y la combustión de biomasa. Estas actividades afectan los flujos de GEI, especialmente de metano, óxido nitroso y dióxido de carbono. En Costa Rica, en este sector se cuantifican las emisiones de las categorías mostradas en el cuadro 2.12.

Las emisiones en 2017 para el sector fueron de 2.962,8 Gg de CO₂ eq. Por tipo de gas, las emisiones fueron 65,95 Gg de CO₂, 101,04 Gg de CH₄ y 2,50 Gg de N₂O.

Como se observa en la figura 2.16, la emisión total del sector agropecuario en unidades de CO₂ equivalente, se redujo desde 1990 y hasta 2005, año a partir del cual ha mostrado estabilidad con

Cuadro 2.12 Categorías estimadas en el sector agricultura.

Categorías de fuentes de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3.A. Ganado			
3.A.1. Fermentación entérica		X	
3.A.2. Gestión del estiércol		X	
3.C. Fuentes agregadas y fuentes no CO₂ de la tierra			
3.C.1 Emisiones de GEI por quemado de biomasa			
3.C.1.b Emisiones del quemado de biomasa en tierras de cultivo		X	X
3.C.1.c Emisiones del quemado de biomasa en pastizales		X	X
3.C.2 Encalado	X		
3.C.4 Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados			X
3.C.7 Cultivo de arroz		X	

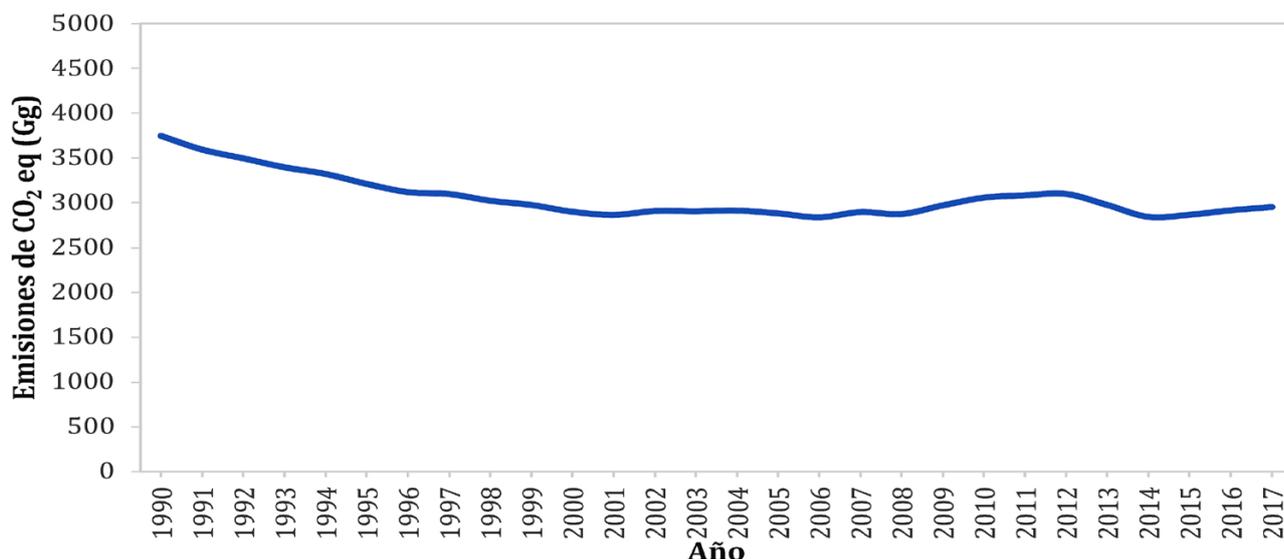


Figura 2.16 Emisiones del sector agricultura en el período 1990-2017.

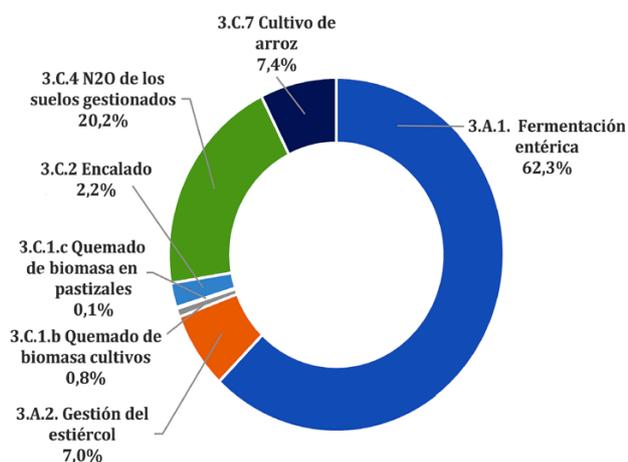


Figura 2.17 Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector agricultura en el 2017.

leves fluctuaciones. Variaciones en las áreas cultivadas, y cambios en la población de las diferentes especies de animales consideradas explican los cambios.

De la emisión total del sector en 2017, expresadas como CO₂ eq, poco más de 62,3% proviene de la fermentación entérica, seguido por el N₂O en suelo con 20%. La menor emisión es del quemado de biomasa en pastizales con 0,1 % del sector, tal como se observa en la figura 2.17.

La tendencia porcentual de las emisiones del sector se muestra en la figura 2.18, en donde se

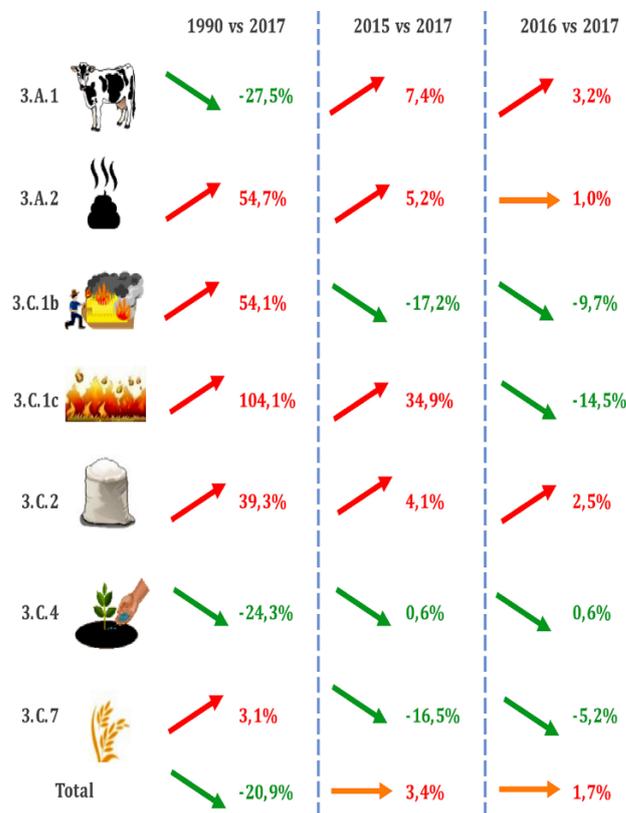


Figura 2.18 Tendencia de las emisiones del sector.

puede observar que disminuyeron 20,9 % desde 1990 y hasta el 2017. Por categoría, el mayor incremento relativo desde 1990 es el de quemas en pasturas con 104%. Esta misma categoría mostró

el mayor cambio en el último año, ya que se redujo 14,5% en 2017. Para el mismo año, en este sector se contabilizaron emisiones de carbono negro debidas a la quema de biomasa y sumaron un total de 0,134 Gg.

La incertidumbre combinada del sector usando propagación del error es de 10,7%. Al combinar los datos por medio de simulaciones de Monte Carlo, se obtuvieron los valores de incertidumbre a un 95% de confianza. Se obtuvo una media de 2.969 Gg de CO₂ eq con valores que pueden ir desde 2.835 Gg de CO₂ eq hasta 3.125 Gg de CO₂ eq.

2.5.1. Ganado

En la categoría de ganado se contabilizan dos tipos de emisiones que se detallan a continuación:

- **Fermentación entérica.** Es el proceso digestivo en el que los rumiantes descomponen carbohidratos complejos como la celulosa, en moléculas simples para favorecer su absorción. Uno de los subproductos es el metano. En Costa Rica, la producción ganadera se basa en el pastoreo, por lo que la emisión de metano en esta categoría se debe a la fermentación anaeróbica del alimento consumido, mayormente: pastos. En esta categoría, los bovinos constituyen la mayor población, con millón y medio de cabezas. En 2017, la emisión de CH₄ proveniente de los bovinos totalizó 84,6 Gg (96,2 % de la categoría) y su máximo histórico fue en 1990 con 119,1 Gg. La emisión de metano entérico estimada para el 2017, fue mayor para la actividad productora de carne, 51,6 % de la categoría. La emisión de metano entérico ha fluctuado como resultado de las variaciones poblacionales de las diferentes especies incluidas en esta categoría.

- **Gestión del estiércol.** En esta categoría se cuantifica la emisión de metano producto de la descomposición anaeróbica del estiércol de ganado y la emisión directa de N₂O por la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno contenido. En el caso del estiércol que produce el ganado bovino, en términos generales, no se le da tratamiento, pues generalmente queda distribuido en los campos de pastoreo. La emisión en 2017 fue de 1,841 Gg de CH₄ con una contribución principal de la ganadería de carne, con un 31,3%. Los valores de la emisión en 2012 y 2017 fueron similares a los de 1990, pero ha habido variaciones por los cambios en la población. Con respecto a la emisión de N₂O, pasó de 0,306 Gg en 1990 a 0,542 Gg en el 2017. La mayoría de las emisiones de este gas se derivan de las excretas de los caballos con 0,27 Gg (49,8% del total) y de los porcinos con 0,184 Gg (33,9 %) del total. Las variaciones de las emisiones se relacionan con la cantidad poblacional de las especies.

2.5.2. Fuentes agregadas y fuentes no CO₂ de la tierra

En esta categoría se analizaron las siguientes seis subcategorías:

- **Emisiones de GEI por la quema de biomasa.** La quema ha sido una práctica común en la agricultura, principalmente para limpiar terrenos. Esta práctica se ha venido desincentivando; sin embargo, buena parte de las quemaduras ocurren de manera accidental en la época seca. En esta categoría se deben declarar las emisiones de CH₄ y N₂O únicamente. Para el CH₄ las emisiones del 2017 fueron de 0,872 Gg, 17,1% menores que en 2016 y 57,7 % mayores que las de 1990. La menor emisión de CH₄ se presentó en 1990 y la mayor en 2013. En el caso del N₂O, la

emisión del 2017 fue de 0,0281 Gg, 7,6% mayor que en 2016 y 65,3% mayor que en 1990. En general, la emisión de ambos gases originados en las quemas de pasturas y residuos agrícolas es baja.

- Emisiones de CO₂ por encalado.** El encalado se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos. Agregar carbonatos a los suelos, en forma de cal o dolomita, emite CO₂. En 2017, se emitieron 65,9 Gg de CO₂, que es el valor más alto reportado desde 1990. En términos generales, la tendencia de la emisión es el aumento.
- Emisiones directas de N₂O en los suelos gestionados.** La emisión de óxido nitroso se produce como resultado de: la aplicación de fertilizantes nitrogenados, la descomposición de materia orgánica, el fijado por las leguminosas y el incorporado en las excretas de los animales. En 2017, la emisión total de esta categoría fue de 1,930 Gg de N₂O (560,8 Gg de CO₂ eq). De manera general, la mayor emisión de este gas se presentó en 1990 y la menor en 2017; pero se ha dado una disminución histórica de las emisiones de N₂O.
- Cultivo de arroz.** El cultivo del arroz emite metano por la fermentación anaeróbica de la materia orgánica. El cultivo permanece inundado por un largo periodo del ciclo de crecimiento y durante esta etapa se genera y libera el metano. En Costa Rica, el área de siembra de arroz inundado no es constante. En 2017 las emisiones de CH₄ en esta categoría fueron 10,41 Gg. La emisión más baja fue en 2008, mientras que la mayor se observó en el 1999; esos fueron los años con la menor y mayor área sembrada en el período.

2.6. Sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

En el sector silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU, por sus siglas en inglés) se reportan emisiones positivas (fuentes) y negativas (sumideros) de CO₂ producto del uso, gestión y cambio de uso de la tierra. De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, estas se dividen en seis usos de la tierra: forestales, de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras.

Se incluyeron de este INGEI, las emisiones y las absorciones presentes en los asentamientos y otras tierras, dentro del cual se incluye el páramo y las tierras descubiertas. Además de los diferentes usos de la tierra, las siguientes fuentes de emisión y absorción también son incluidas en el inventario: emisiones por quemado de biomasa en tierras forestales (plantaciones forestales y bosques secundarios) y absorciones y emisiones de CO₂ generadas en productos de madera recolectada. En el cuadro 2.13 se resumen las categorías incluidas en este inventario y los gases cuantificados.

Los reservorios de carbono considerados en este inventario incluyeron: biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta y hojarasca. En 2017, el sector FOLU resultó en un sumidero neto de CO₂ al absorber de manera neta -2.968,35

Cuadro 2.13 Categorías estimadas en el sector FOLU.

Categorías de fuentes de GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3.B. Tierra			
3.B.1. Tierras forestales	X		
3.B.2 Tierras de cultivo	X		
3.B.3 Pastizales	X		
3.B.4 Humedales		X	
3.B.5 Asentamientos	NE		
3.B.6 Otras tierras	NE/NO		
3.C. Fuentes agregadas y fuentes no CO₂ de la tierra			
3.C.1 Emisiones de GHG por quemado de biomasa		X	X
3.D.1 Productos de madera recolectada	X		

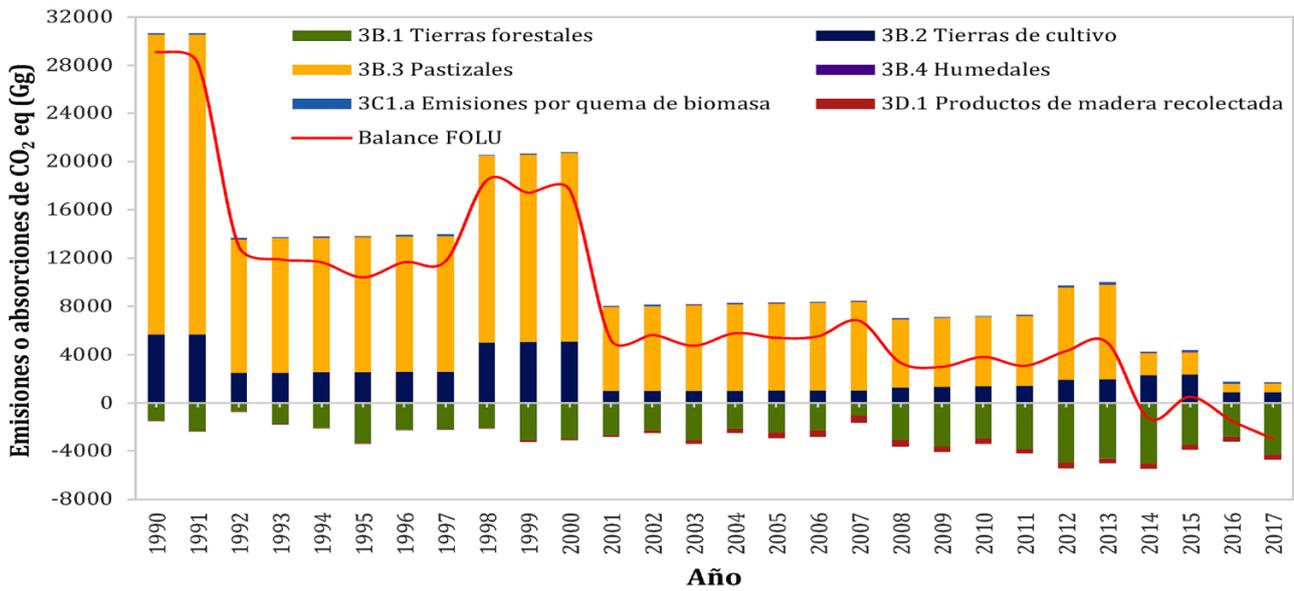


Figura 2.19 Emisiones (+) y absorciones (-) netas de CO₂ eq para el sector FOLU por categoría de uso de la tierra para el periodo 1990-2017.

Gg CO₂ eq, debido a que la cantidad de emisiones producidas en el sector fueron menores que las remociones. Además, el sector disminuyó las emisiones 110% respecto a 1990 y un 688% respecto a 2015. Las emisiones de otros gases (NO_x, CO y carbono negro) se dan únicamente en la categoría de quemas de biomasa forestal.

Desde 1990, las emisiones producto de la deforestación para abrir paso a pastizales y tierras de cultivos ha disminuido en el país, mientras que las absorciones por regeneración de bosques secundarios han aumentado (figura 2.19). Dicho comportamiento, ha sido producto de las políticas forestales que el país ha implementado, en especial a partir de la entrada en vigor de la Ley Forestal 7575 en 1997, que prohibió el cambio de uso de bosques hacia otros usos y dio origen al Programa Pago por Servicios Ambientales como mecanismo para la protección y regeneración del bosque y la promoción de la reforestación. A pesar de dichas medidas, entre 1998 y 2000, el país experimentó un incremento en las emisiones producto de la ampliación de tierras de cultivo y pastizales. Esto motivó la ejecución de la Estrategia Nacional para el Control de la Deforestación y Tala Ilegal que en

el primer lustro de los 2000 permitió la reducción de hasta un 65 % de las emisiones estimadas en FOLU.

En cuanto a las emisiones y absorciones de GEI de 2017 por categoría, el 64% corresponde a tierras forestales, el 14% a tierras de cultivo, el 11% a pastizales y 6% a productos de madera recolectada. El restante 2% se distribuye equitativamente entre las quemas de biomasa forestal y humedales (figura 2.20).

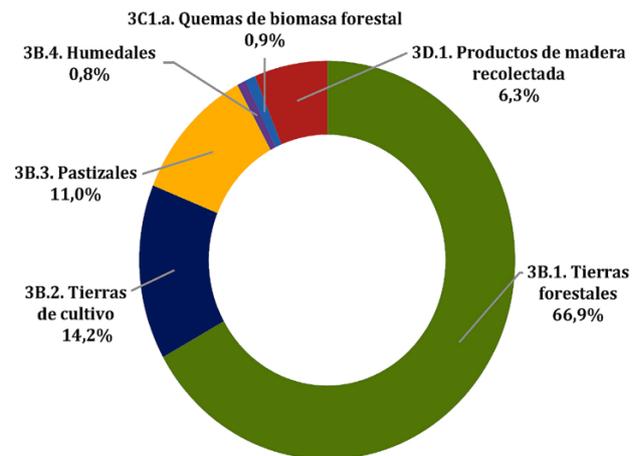


Figura 2.20 Distribución relativa por categoría de uso de la tierra de las emisiones y absorciones absolutas del sector silvicultura y otros usos de la tierra en 2017.

Para el INGEI en todo el sector FOLU, se obtuvo una incertidumbre por propagación del error de 75,13 %. Aplicando el método de Monte Carlo, se obtuvo una media en el total de las emisiones de CO₂ eq para el 2017 del sector FOLU de -2.957,48 Gg. Los valores fluctúan entre los -3.958 Gg CO₂ eq y -1.928 Gg CO₂ eq al 95 % de confianza.

2.6.1. Tierras

Para el inventario de GEI, las tierras gestionadas y no gestionadas de Costa Rica incluidas fueron las siguientes:

- **Tierras forestales.** Se analizaron bosques primarios y secundarios en los estratos de muy húmedo y pluvial, húmedo, seco, manglar, yolillal. Además, se analizaron plantaciones forestales de teca, melina, pino, ciprés, acacia, ceibo, jaúl, eucalipto, laurel, pochote y otras. En 2017, las tierras forestales abarcaron 3.104.814,73 ha, el 70,81% correspondió a bosques primarios, el 26,19% a bosques secundarios y el 3% a plantaciones forestales. En esta categoría se contabilizan las emisiones y absorciones de CO₂ y no-CO₂ generadas por cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo. En 2017, el balance de GEI registró una absorción neta de -4.280,88 Gg de CO₂ eq, de las cuales 97 % correspondió a tierras forestales que permanecen como tales. Las absorciones aumentaron respecto a 1990, principalmente por el crecimiento de los bosques secundarios. Actualmente, las tierras forestales son la única categoría de uso de la tierra que presenta condición de sumidero, el resto son emisores netos de GEI.
- **Tierras de cultivo.** Se incluyeron tierras de cultivos anuales y de cultivos permanentes. En 2017, abarcaron una superficie de 50.571,8 ha, donde 51% correspondió a cultivos anuales, 42% a cultivos permanentes y 4% a tierras convertidas en tierras de cultivo. Dichas conversiones ocasionaron pérdida de cobertura forestal de bosques primarios y secundarios. Usualmente, las conversiones desde otros usos de la tierra (principalmente tierras forestales) resultan en la pérdida del contenido de carbono existente, aunque, las conversiones dentro de las mismas tierras de cultivo también presentan cambios en las existencias de carbono. Para este INGEI 2017, solo se contabilizaron los cambios en las existencias de carbono debidas a la conversión de tierras forestales en tierras de cultivo. El balance registró una emisión neta de 909,12 Gg CO₂ eq, producto de tierras convertidas en tierras de cultivo. Hubo una disminución de 84% y 61% respecto a 1990 y 2015. Dicho comportamiento ha sido influenciado por las políticas ambientales que el país ha implementados desde los 90.
- **Pastizales.** Generalmente se trata de tierras dedicadas a la ganadería. Para este INGEI, solo se contabilizaron los cambios debidos a la conversión de tierras forestales hacia pastizales, propiamente, bosques secundarios y primarios. En 2017, los pastizales abarcaron una superficie de 1.226.677,35 ha, 97% correspondió a pastizales que permanecieron como tales. El 3% restante correspondió a tierras convertidas en pastizales. En 2017, se registró una emisión neta de 700,91 Gg CO₂ e, producto de tierras convertidas en pastizales. Desde 1990 las emisiones disminuyeron debido a las políticas ambientales que el país ha implementados desde los años 90.
- **Humedales.** Solo se contabilizaron las emisiones de esta subcategoría que consiste en áreas cubiertas o saturadas de agua

durante todo el año o parte de este y que no son tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales o asentamientos. En 2017, hubo una emisión neta de 49,3 Gg CO₂ eq. Eso constituyó un aumento de 12% y 7% respecto a 1990 y 2015.

2.6.2. Fuentes agregadas y fuentes no CO₂ de la tierra

En esta categoría se contabilizaron emisiones en dos subcategorías:

- Quema de biomasa en tierras forestales.** En esta categoría se incluyen emisiones de CH₄, N₂O de incendios ocurridos en bosques secundarios y plantaciones forestales, cuya área es variable durante todo el periodo analizado. Se excluyen los incendios en los bosques primarios, humedales y yolillales. En 2017, 4.255,51ha sufrieron incendios forestales, 96% en bosques secundarios. En total, se contabilizaron de 1,84 Gg CH₄ y 0,05 Gg N₂O. Estas emisiones aumentaron entre un 9 % y 81 % respecto a 1990.
- Productos de madera recolectada.** Los productos de madera recolectada (PMR) abarcan toda la madera que se extrae de los sitios de recolección y que puede comportarse como fuente o sumidero de CO₂. En este INGEI, los PMR incluidos provienen de plantaciones forestales. Asimismo, se consideran como usos de esta madera la construcción, el embalaje, la mueblería, la exportación en bruto y aserrada y otros usos vinculados, principalmente, a la elaboración de paneles y tableros de madera. El reservorio de los PMR provenientes de plantaciones forestales registró un balance de -402,38 Gg CO₂ eq en 2017. Las absorciones aumentaron 422% desde 1990. Durante la década de 1990, el aporte de los PMR

creció y tuvo su cúspide en 2007, cuando se alcanzaron -649,18 Gg CO₂ eq. Luego, experimentó una reducción debido a la recesión económica de 2009. A partir de 2011, se han presentado fluctuaciones que están lejos de alcanzar los valores registrados en 2007. El componente más importante de los PMR son los embalajes, que concentraron el 50% del aporte en 2017. Le sigue las exportaciones en bruto y aserradas con el 25% y 11% del aporte para ese mismo año, respectivamente.

2.7. Sector Residuos

El sector Residuos emite GEI en diferentes tratamientos de eliminación tanto de residuos sólidos como de aguas residuales. Las categorías estimadas en este INGEI son las indicadas en el cuadro 2.14.

En 2017, las emisiones totales del sector fueron 2.138,5 Gg de CO₂ eq, con un aumento de 0,9% respecto a 2016 y 110,3% desde 1990. Por tipo de gas, en 2017, se emitieron 69,10 Gg de CO₂, 94,60 Gg de CH₄ y 0,209 Gg de N₂O. La figura 2.21 muestra un crecimiento sostenido de las emisiones. Por otra parte, la incineración abierta de residuos produce emisiones de carbono negro, que en 2017 alcanzaron 0,047 Gg.

La figura 2.22 muestra la distribución de emisiones por fuente para 2017. Las de eliminación de desechos son las que contribuyen más, con

Cuadro 2.14 Categorías estimadas en el sector residuos.

Categorías de fuentes de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4.A. Eliminación de residuos sólidos		X	
4.B. Tratamiento biológico de los residuos sólidos		X	X
4.C. Incineración e incineración abierta de residuos			
4.C.2. Incineración abierta de residuos	X	X	X
4.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		X	X

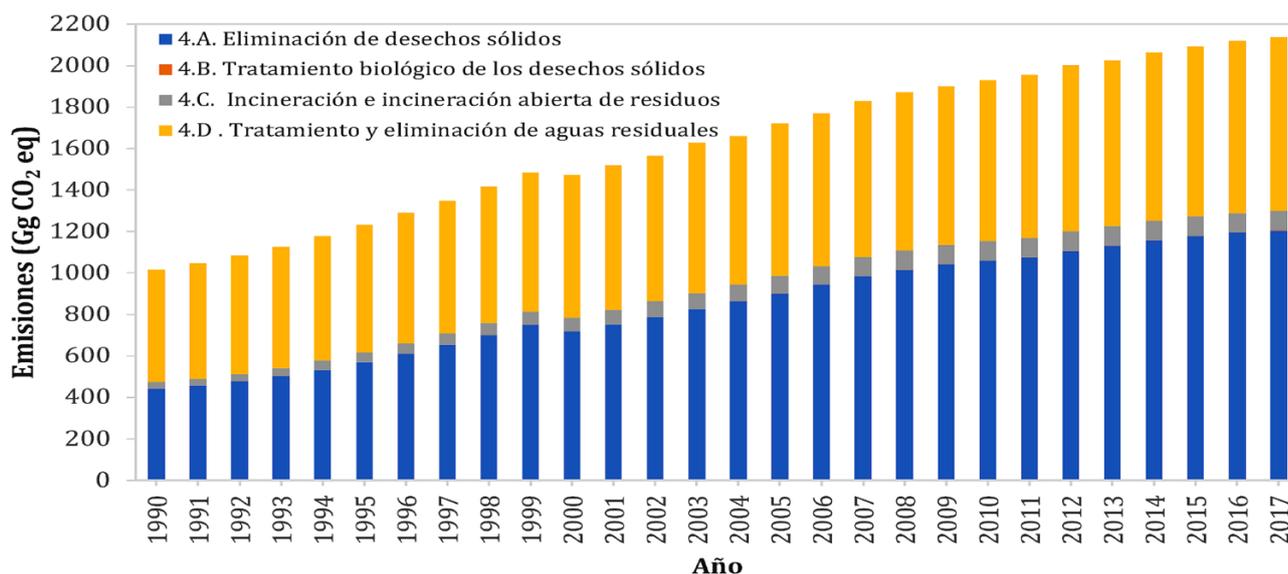


Figura 2.21 Histórico de las emisiones del sector residuos.

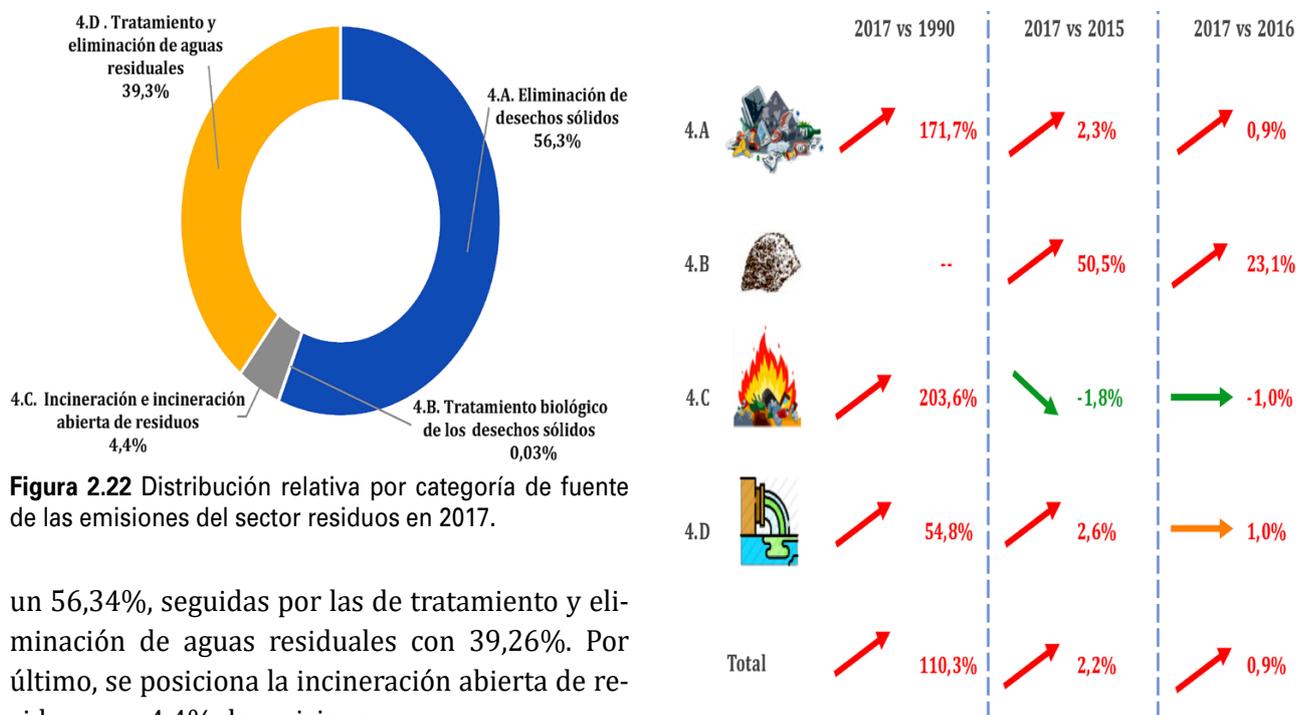


Figura 2.22 Distribución relativa por categoría de fuente de las emisiones del sector residuos en 2017.

Figura 2.23 Tendencia de las emisiones del sector residuos.

un 56,34%, seguidas por las de tratamiento y eliminación de aguas residuales con 39,26%. Por último, se posiciona la incineración abierta de residuos con 4,4% de emisiones.

La categoría con mayor crecimiento de emisiones desde 1990 es la de incineración abierta de residuos, con un 203,6%. Con respecto al año anterior, las emisiones que más crecieron fueron las de la categoría de tratamiento biológico de los residuos sólidos con 23,1%, lo que combinado con las otras categorías generó un aumento de 0,9 % en las emisiones del sector (figura 2.23).

La incertidumbre combinada del sector usando propagación del error es de ±34,5%. Al combinar los datos mediante simulaciones de Monte Carlo, se obtuvieron los valores de emisiones por gas y el total del sector como CO₂ eq con sus respectivos valores de incertidumbre a un 95% de confianza.

En total, se obtuvo una media de 2.141,03 Gg de CO₂ eq con valores que pueden ir desde 1.589 Gg de CO₂ eq hasta 2.794 Gg de CO₂ eq.

2.7.1. Disposición de los residuos sólidos

En esta categoría se contabilizan emisiones de GEI generadas en el tratamiento y eliminación de los desechos sólidos. Los residuos sólidos contienen materia orgánica que en su totalidad o una fracción es capaz de degradarse y cuando esto ocurre, se libera metano a la atmósfera. Las emisiones de metano son de las que más contribuyen en el sector residuos.

En el caso de Costa Rica, las emisiones en 2017 en esta categoría fueron 56,37 Gg de CH₄ de las cuales provienen mayoritariamente del tratamiento de residuos sólidos municipales. En 2017 se estima que se recuperaron 15 Gg de CH₄ en los sitios de disposición de residuos. Con respecto al año 2016, las emisiones crecieron un 0,9 %, y desde 1990 han aumentado más de 171,7%. Al ser la categoría que aporta más en las emisiones es la que marca también la tendencia, tal como se observa en la figura 2.24, el comportamiento es similar al total del sector.

2.7.2. Tratamiento biológico de los residuos sólidos

En Costa Rica algunas de las municipalidades aprovechan los residuos orgánicos recolectados para fabricar abono. Esa fabricación, genera emisiones de CH₄ y de N₂O, las cuales se contabilizan en esta categoría.

Se tiene registro de este tipo de actividad desde 2006, cuando las emisiones fueron 0,068 Gg de CO₂ eq, tomando en cuenta CH₄ y N₂O. Para 2017, las emisiones totales de esta categoría fueron 0,6778 Gg CO₂ eq, creciendo 897% desde 2006. Con respecto al 2016 crecieron 23,1%. La variabilidad en las emisiones responde al cambio en la cantidad de residuos procesados anualmente.

2.7.3. Incineración e incineración abierta de residuos

En esta categoría se contabilizan las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O generadas por incineración abierta de residuos. En 2017, las emisiones fueron de 93,52 Gg CO₂ eq y decrecieron un 1 % con respecto al año anterior (figura 2.25). Debe considerarse que en el país hay una disminución en

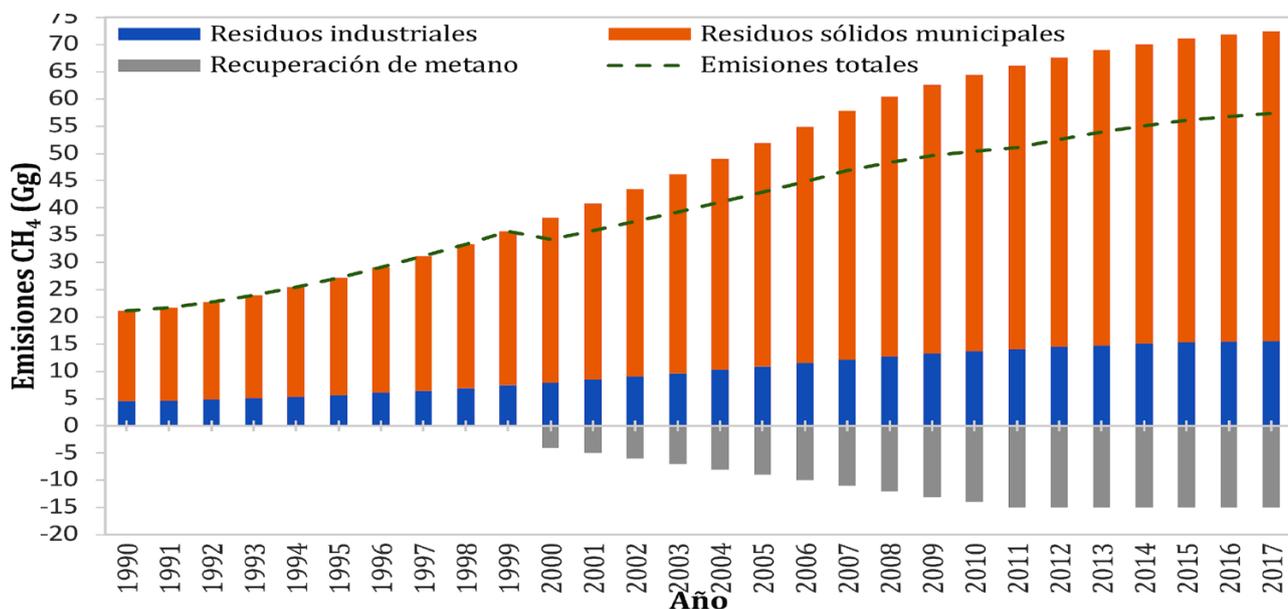


Figura 2.24 Emisiones de CH₄ en el tratamiento de residuos sólidos para el período 1990-2017.

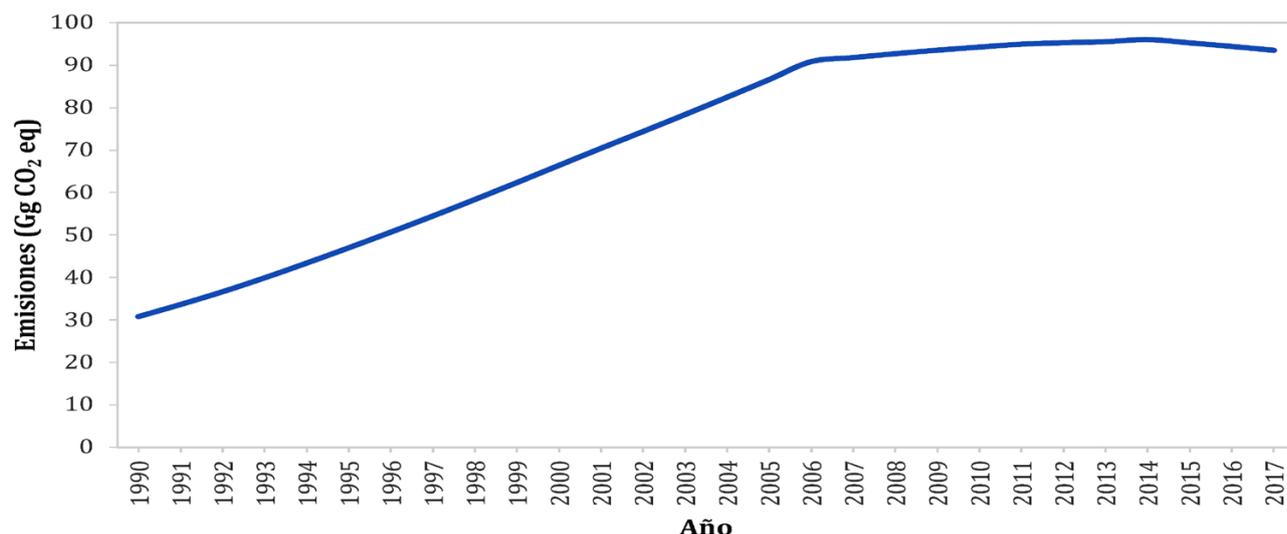


Figura 2.25 Tendencia de las emisiones de la categoría 4.C.

la generación de residuos principalmente en los últimos años a raíz de la entrada en vigor de la Ley de Gestión Integral de Residuos.

2.7.4. Tratamiento y eliminación de aguas residuales

En esta categoría se contabilizan las emisiones de metano y óxido nítrico generadas durante el tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. Esas aguas residuales pueden ser tratadas *in situ*, recolectarse

y trasladarse a una planta centralizada o eliminarse sin tratamiento. El material orgánico contenido en ellas puede descomponerse en metano e incluso parte del nitrógeno se oxida y forma óxido nítrico.

En 2017, las emisiones alcanzaron 839,5 Gg de CO₂ eq. El comportamiento de esta categoría está ligado a la población, por lo que en el caso de Costa Rica las emisiones han ido creciendo. Las emisiones crecieron cerca 54,8 % (figura 2.26) desde 1990. En el caso de las aguas residuales industriales, las variaciones se deben a los cambios en la producción anual de las actividades contempladas.

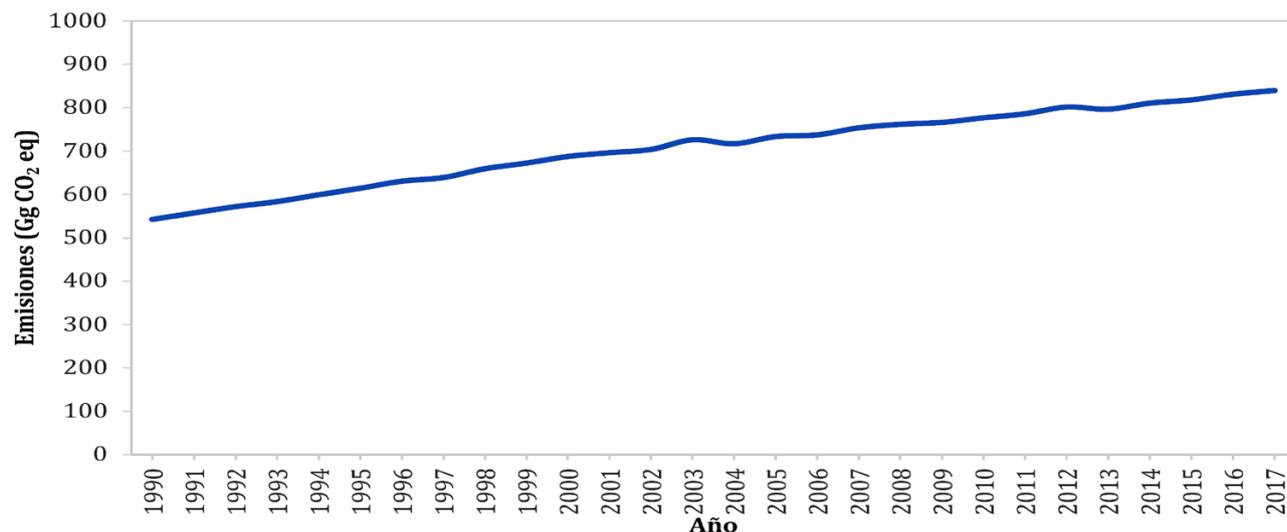


Figura 2.26 Tendencia de las emisiones en el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

2.8. Recálculos

La preparación del INGEI ha demandado hacer recálculos en los diferentes sectores, que se detallan a continuación.

2.8.1. Sector Energía

Cambios en los factores de emisión, en los balances de energía, ajustes y correcciones realizadas, hicieron que se presentaran recálculos para las emisiones de CO₂ biogénicas para los años 2010, 2012 y 2015. Para 2010 las emisiones pasaron de 3.581,2 Gg de CO₂ eq a 3.023,4 Gg de CO₂ eq. En 2012 pasaron de 2.812,2 Gg de CO₂ eq en el inventario presentado para ese año a 2.685,8 Gg de CO₂ eq en este inventario. Para 2015 pasaron de 2.647,7 Gg de CO₂ eq en el inventario anterior a 2.763,0 Gg de CO₂ eq en el recálculo de este inventario.

El impacto de esos recálculos en el sector para inventarios anteriores se muestra en la figura 2.27. Estas diferencias se deben principalmente al recálculo de las emisiones de CO₂ en producción de energía geotérmica y a cambios en los datos de actividad del período 1990-2004. El año 1990 no se presenta debido a que el enfoque utilizado era por consumo aparente. El año con mayor cambio relativo fue 1996, en donde las emisiones recalculadas

(4.533,4 Gg CO₂ eq) fueron 7,81 % mayores que las reportadas anteriormente (4.179,1 Gg CO₂ eq), seguido el año 2005 con 4,34%. El único año en donde los recálculos fueron a la baja es 2010, con un 0,62%. Para el inventario de 2012, la diferencia es de 1,28%. Como se ha indicado, todos los otros años son reportados por primera vez en este inventario.

2.8.2. Sector IPPU

Para el inventario total del sector, se recalculó la serie completa 1990-2017 para todas las categorías indicadas en el cuadro 2.15. El cuadro indica las categorías estimadas en inventarios anteriores y las que no se habían estimado y que están generando los cambios en los valores recalculados en la figura 2.28.

Otra posible fuente de diferencia en las emisiones es el método utilizado. Por ejemplo, las emisiones de sustitutos (HFCs) de las sustancias que agotan la capa de ozono, específicamente en la categoría 2.F.1, pasaron de ser calculadas con un nivel 1 a un nivel 2.

En el INGEI de 2015 se habían presentado, de manera general, recálculos para el sector para los inventarios de 2005, 2010 y 2012. Esos recálculos se muestran en la figura 2.28.

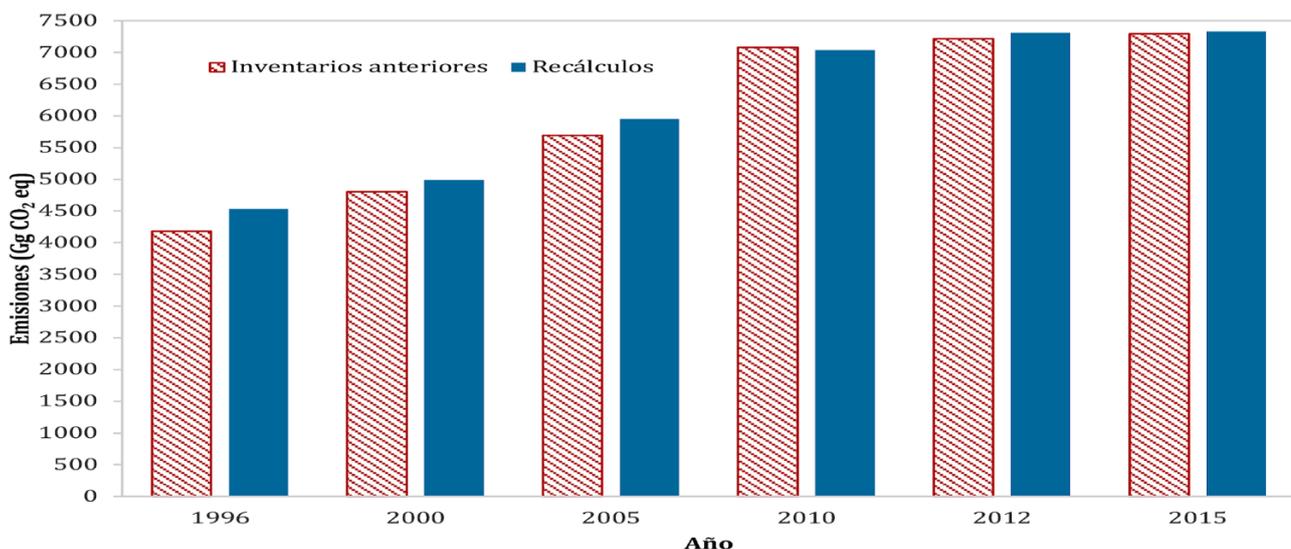


Figura 2.27 Recálculos para el sector energía.

Cuadro 2.15 Categorías de fuentes estimadas en inventarios anteriores.

CATEGORÍAS DE FUENTES DE GEI	1990	1996	2000	2005	2010	2012	2015
2.A. Industria de los Minerales							
2.A.1. Producción de cemento	X	X	X	X	X	X	X
2.A.2. Producción de cal		X	X	X	X	X	X
2.A.3. Producción de vidrio		X		X	X	X	X
2.A.4. Otros usos de carbonatos 2.A.4b Otros usos de carbonatos de sodio		X					X
2.B. Industria Química							
2.B.2. Producción de ácido nítrico		X	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.5. Producción de carburo							X
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes							
2.D.1. Uso de lubricantes							X
2.D.2. Uso de ceras de parafina							X
2.F. Emisiones de los sustitutos fluorados para las ODS							
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado		X *	X *	X	X	X	X
2.F.3. Protección contra incendios					X	X	X
2.F.4. Aerosoles					X		X
2.F.6. Otras aplicaciones: Transferencias de fluor a vidrio							
2.G. Manufactura y utilización de otros productos							
2.G.1. Equipos eléctricos					X	X	X

* Estimadas como emisiones potenciales.

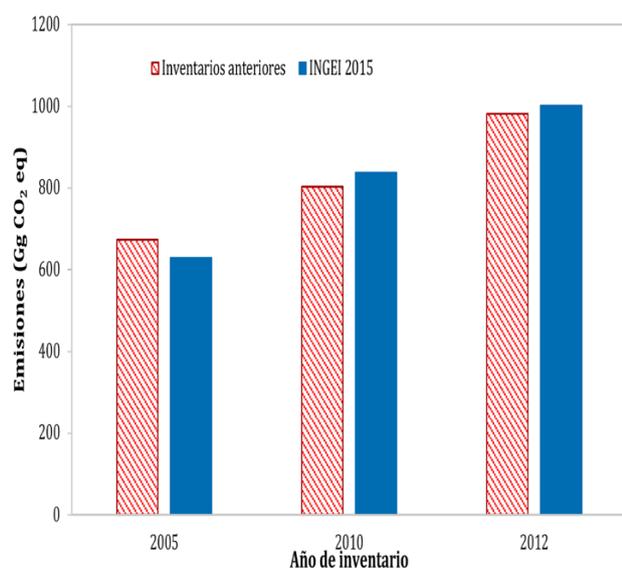


Figura 2.28 Recálculo realizado en el INGEI 2015 de las emisiones del sector IPPU para inventarios anteriores para el sector energía.

Los recálculos del INGEI 2017 mencionados, para los años en que se realizaron inventarios anteriores se muestran la figura 2.29. El resto de los años no mostrados fueron estimados por primera vez en este inventario.

Por último, otro posible generador de diferencia son los potenciales de calentamiento global. Aunque desde 2000 se utilizan los mismos valores, incluidos en el *Segundo Reporte de Evaluación del IPCC*, para 1990 y 1996 se emplearon valores diferentes (cuadro 2.16).

2.8.3. Sector Agricultura

Al agrupar los recálculos de todas las categorías de este sector se observa, en la figura 2.30, que la mayor diferencia fue en 1996, 2000 y 2005, donde los recálculos son 36% menores a los valores

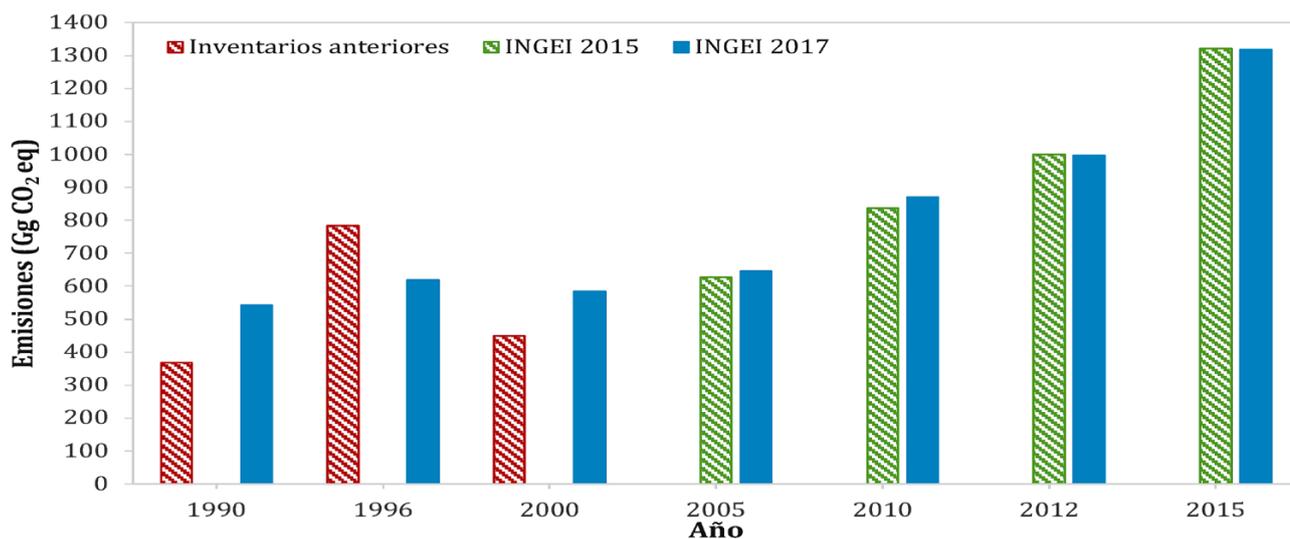


Figura 2.29 Recálculo realizado en el INGEI 2017 de las emisiones del sector IPPU para inventarios anteriores.

Cuadro 2.16 Potenciales de calentamiento global a 100 años utilizados en inventarios anteriores.

Gas	PCG	1990	1996	2000	2005	2010	2012
CO ₂	1	1	1	1	1	1	1
CH ₄	21	21	21	21	21	21	21
N ₂ O	310	290	310	310	310	310	310
HFC-32	650			650	650	650	650
HFC-125	2800			2800	2800	2800	2800
HFC-134a	1300		293	1300	1300	1300	1300
HFC-143a	3800			3800	3800	3800	3800
HFC-152a	140			140	140	140	140
HFC-23	11700			11700	11700	11700	11700
SF ₆	23900			23900	23900	23900	23900

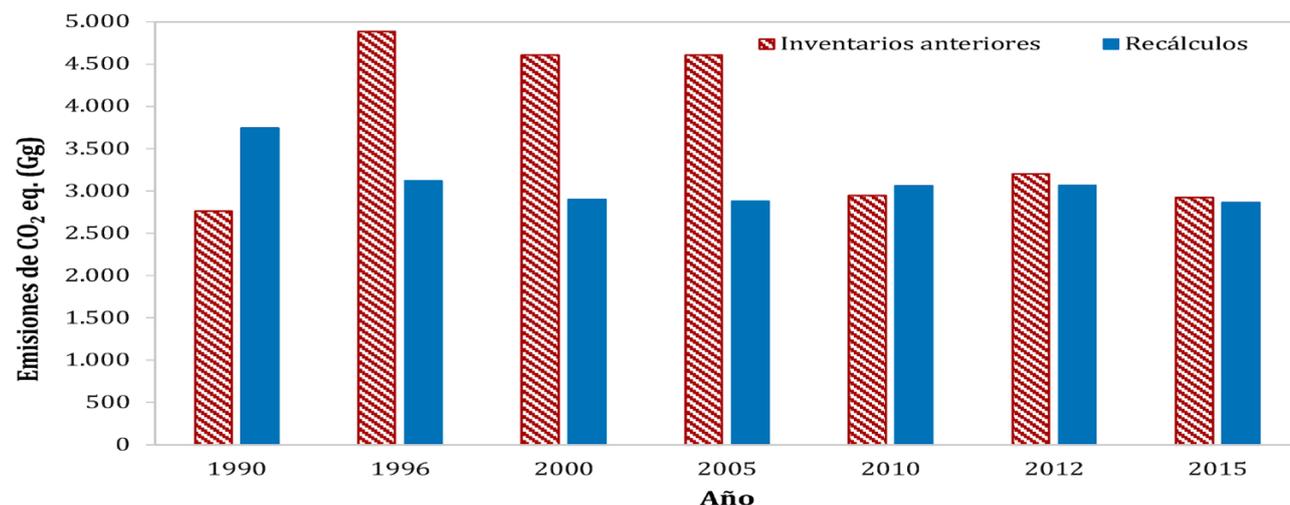


Figura 2.30 Recálculos para el sector agricultura.

reportados anteriormente. A partir de 2010 los valores son similares.

2.8.4. Sector FOLU

Los valores obtenidos en el sector silvicultura y otros usos de la tierra para todos los años de inventarios de GEI anteriores fueron diferentes respecto al recálculo realizado en este INGEI (figura 2.31). Las diferencias se deben, en todos los años, a cambios metodológicos en la obtención de los datos de actividad, así como en los factores de emisión empleados. Cabe destacar que, para los inventarios de 1996, 2000 y 2005 el enfoque

metodológico utilizado fue el sugerido por las *Directrices del IPCC de 1996*.

2.8.5. Sector Residuos

Los recálculos de todas las categorías indican (figura 2.32) que el año con mayor diferencia fue 1990 en el cual los recálculos son 136 % mayores a los valores reportados anteriormente. En el caso de 2012 y 2015 la diferencia es pequeña, 7,4 % en 2012 y 0,27 % en 2015.

El detalle de los recálculos, así como el INGEI 2017 completo, puede ser consultado en los Anexos de este informe.

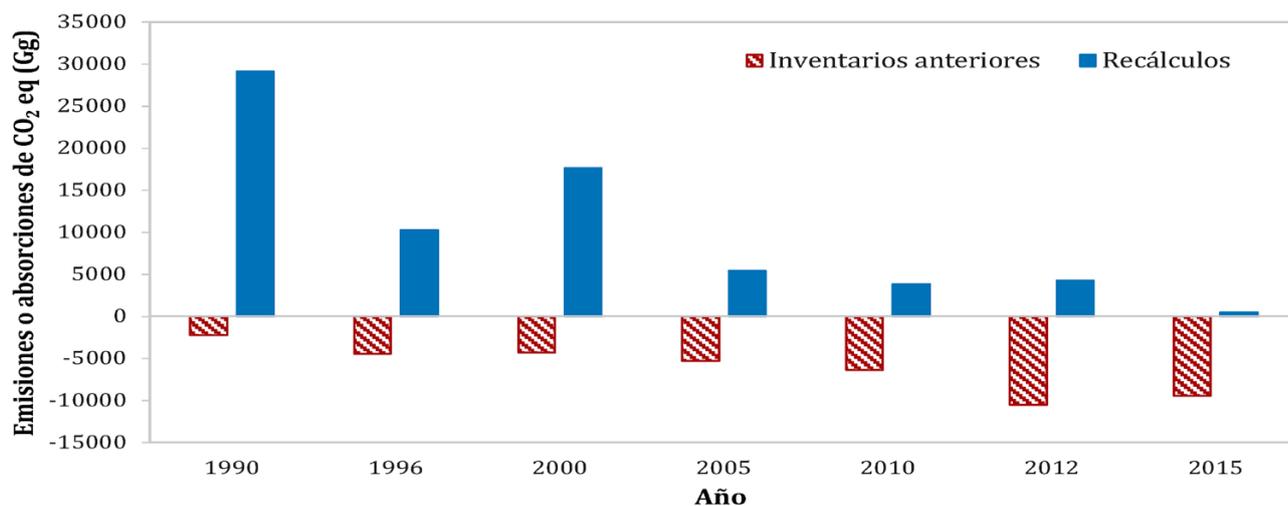


Figura 2.31 Recálculos para el sector silvicultura y otros usos de la tierra.

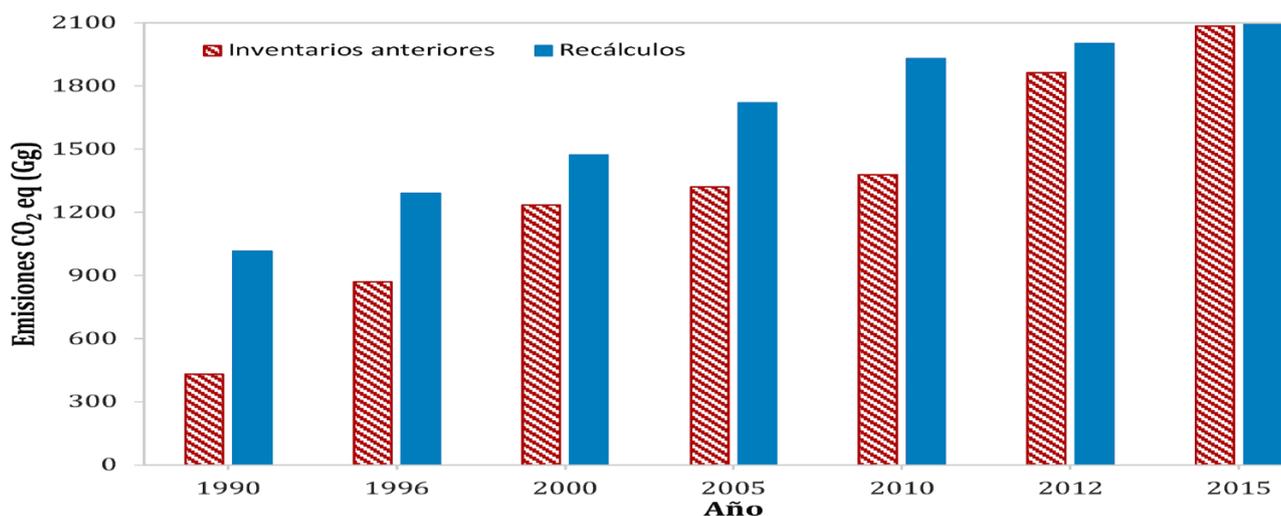


Figura 2.32 Recálculos totales para el sector residuos.

VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

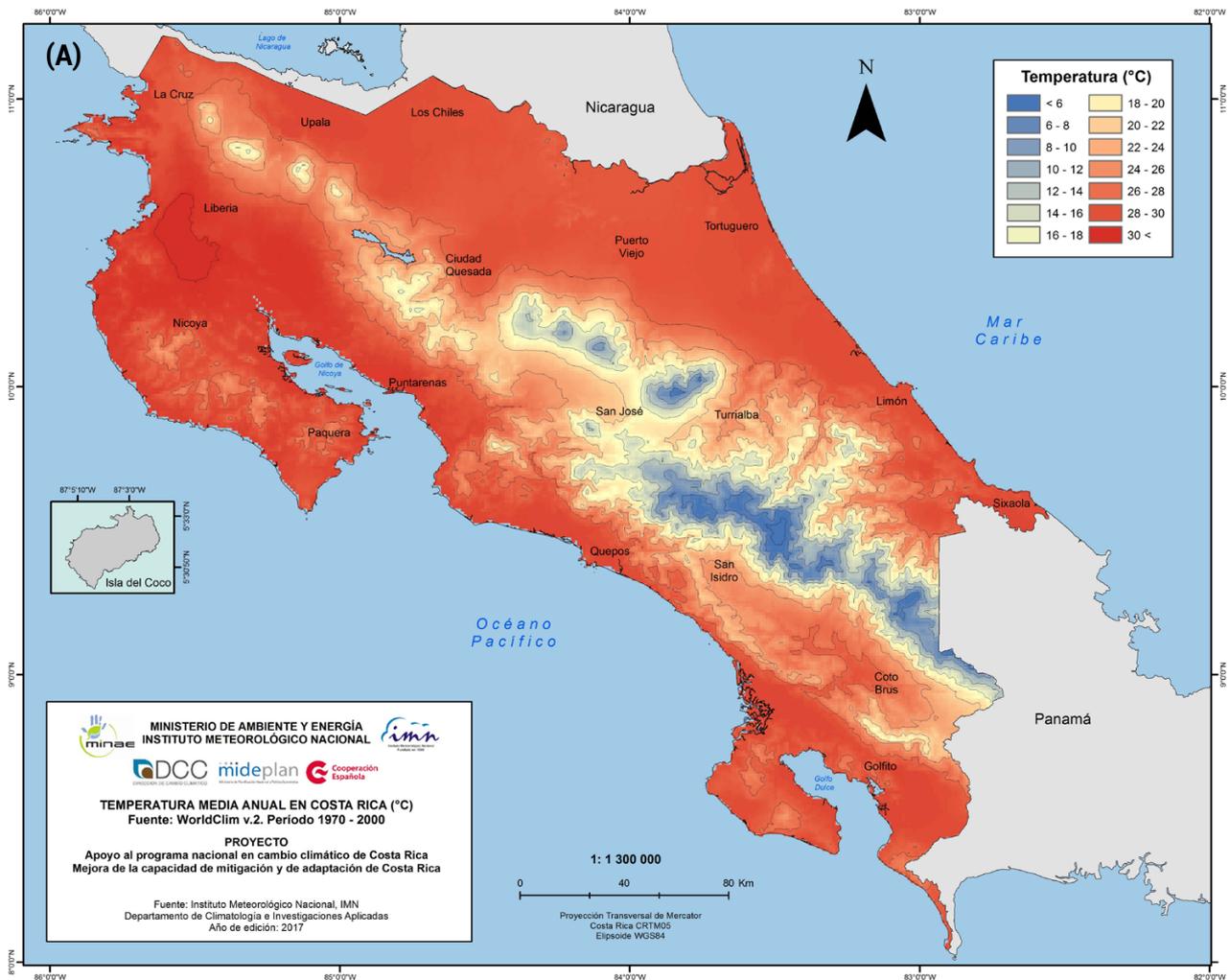
Este capítulo aborda los esfuerzos del país para adaptarse al cambio climático. Inicia con una revisión de sus tendencias y proyecciones climáticas, continúa con una visión de su vulnerabilidad, de los avances y desafíos para la adaptación y finaliza señalando las necesidades de apoyo e implementación.

Para determinar las tendencias y proyecciones climáticas, en este capítulo se realizó una construcción del clima actual a partir del registro de datos observados de 1970 a 2000. Además, el clima actual fue reproducido por modelación considerando el periodo 1961-1990, con el fin de generar un clima de control que se utiliza para calcular el cambio climático, es decir, la diferencia entre el clima actual y un escenario futuro. Las proyecciones climáticas futuras se realizaron con dos escenarios de emisiones (bajo y alto) y tres periodos climáticos (2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099).

En el ámbito de la vulnerabilidad, este capítulo analiza las que tiene el país ante eventos meteorológicos extremos (EME) y de manifestación lenta, en las seis regiones de planificación socioeconómica del país y en cinco sectores prioritarios (agropecuaria y pesca, recurso hídrico, biodiversidad, salud, infraestructura y turismo). Los EME se abordan considerando un aumento en su frecuencia e intensidad y con efectos de corto plazo

(inundaciones, sequías, temperaturas extremas, huracanes y tormentas tropicales y lluvias extremas). Los eventos de manifestación lenta se refieren a cambios o efectos graduales o incrementales en las condiciones climáticas (aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina).

La sección sobre avances y desafíos en Costa Rica para la adaptación al cambio climático revisa la política pública vigente, la integración de prioridades de adaptación en la planificación del desarrollo, los datos y la información climática existentes y por desarrollar, los avances en la implementación de medidas de adaptación y en la formulación del Plan Nacional de Adaptación y su sistema de monitoreo y evaluación. Adicionalmente, se profundiza sobre las estrategias de adaptación y las actividades de gestión del riesgo de desastres, pues el país ya ha reconocido que la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático son transversales a las prácticas del desarrollo. Más relevante que un territorio o una institución pública cuenten con estrategias de gestión del riesgo y de adaptación es que los instrumentos de planificación del desarrollo nacional incorporen ambos asuntos. Al insertar el tema en ellos, con las variables adecuadas, se lograría mayor impacto.



3.1. Tendencias y proyecciones climáticas

Determinar las tendencias y proyecciones climáticas del país requiere un análisis del clima, las temperaturas y las lluvias medias anuales, los mapas de aridez, mapas de lluvias y fenómenos y eventos meteorológicos extremos, sobre los que se amplía en esta sección.

3.1.1. Clima actual

Para conocer las tendencias y proyecciones climáticas se perfiló el clima observado a partir de los datos de la red de estaciones meteorológicas termopluviométricas (46 de temperatura y 300

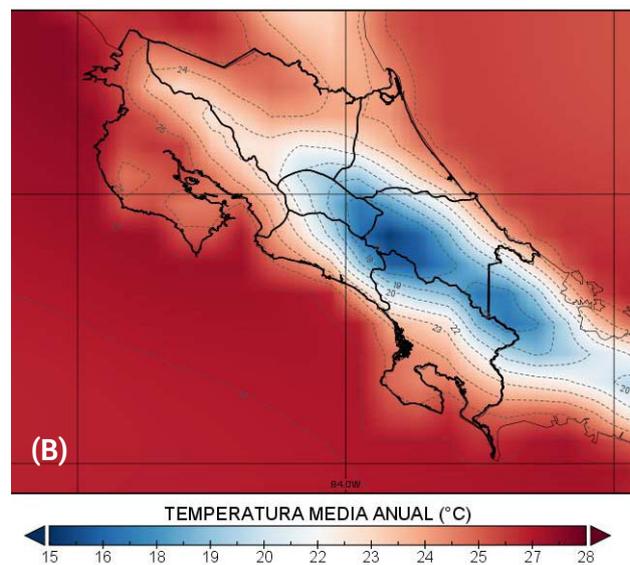


Figura 3.1 Climatologías de la temperatura media anual en °C, (A) observada y (B) simulada.

Fuente: (Alvarado, 2021).

de lluvia) entre 1970 y 2000. La cantidad de estaciones termopluviométricas analizadas equivalen a una estación de lluvia por cada 170 km² y una estación de temperatura por cada 1.110 km², con una distribución espacial relativamente homogénea.

Adicionalmente, el clima actual se reprodujo por modelación para generar el clima de control, que se utiliza para entender el cambio climático, es decir, la diferencia entre el clima actual y un escenario futuro, ambos generados por el mismo modelo climático. El clima de control fue obtenido de la simulación del modelo PRECIS para el periodo 1961-1990 y con una resolución espacial de 25 km. Este modelo fue forzado con las condiciones iniciales y de frontera del modelo global HadGEM2_ES del Centro Hadley de Inglaterra. Cabe destacar que el detalle espacial de las imágenes del WCv2 que recogen el clima actual es más fino que el del modelo PRECIS debido a que la resolución espacial del primero es 25 veces mayor que la del segundo (PRECIS=25 km vs WCv2=1 km).

3.1.1.1. TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Las climatologías de la temperatura media anual, tanto la observada como la simulada (figura 3.1 (A y B)), representaron las magnitudes y

variaciones horizontales conocidas. Esto incluyó la variación con la altitud, al registrar valores medios más altos en Guanacaste (30°C >) y valores medios más bajos en la Cordillera de Talamanca (< 6°C). Adicionalmente, la simulación reprodujo muy bien el ciclo anual de la temperatura en dos regiones distintas del país (figura 3.2, A y B) y ambas coincidieron en que las temperaturas más altas del año se presentan entre marzo y abril: 27°C en el Pacífico Norte y 24°C en el Caribe Norte. Las temperaturas más bajas en el Pacífico Norte (24°C) suceden en octubre y en el Caribe Norte (22,5°C) en enero.

3.1.1.2. LLUVIA MEDIA ANUAL

Respecto a la lluvia media anual, en la climatología observada (figura 3.3 A) destacó el mínimo en el Pacífico Norte, con menos de 2.000 mm anuales, y los valores relativamente bajos en el Valle Central y las cordilleras del país (2.000-3.000mm). Se evidenció también una acentuada variación en ambas vertientes: en el Pacífico las lluvias disminuyen de sur a norte y en el Caribe más bien aumentan de sur a norte. Los máximos (más de 6.000 mm) se presentaron a media montaña a barlovento de la Cordillera de Talamanca y la Cordillera Volcánica Central; igualmente sucedió

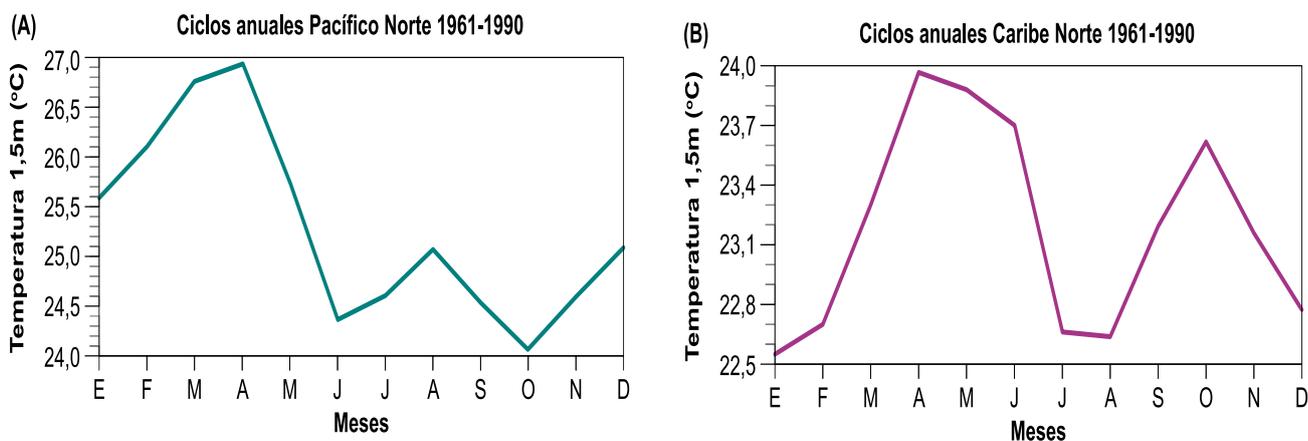
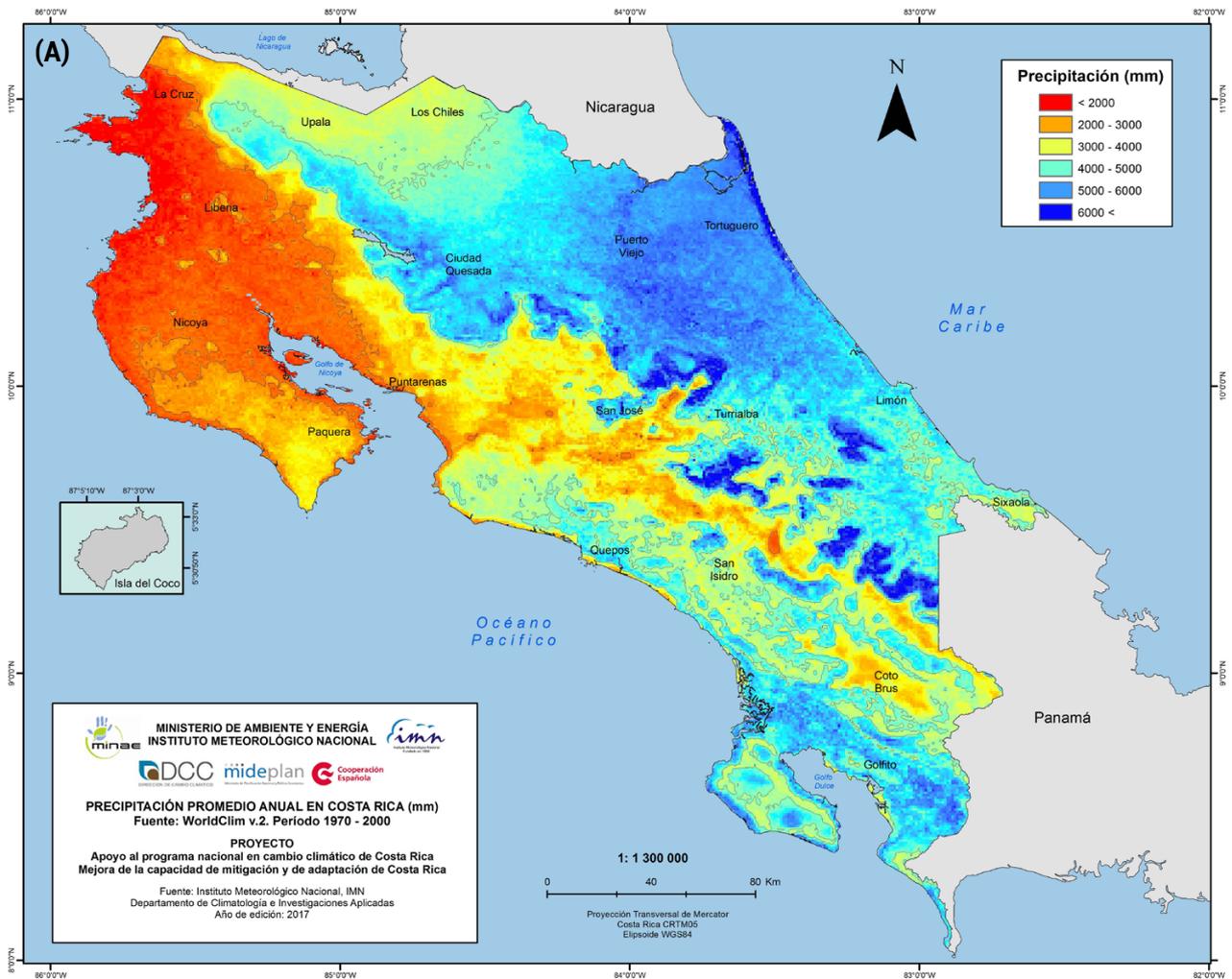


Figura 3.2 Ciclo anual de la temperatura media (°C) de la climatología de control simulada para (A) el Pacífico Norte y (B) Caribe Norte.

Fuente: (Alvarado, 2021).



con los de la llanura de Tortuguero (Caribe Norte) y el Valle de Coto Colorado (Pacífico Sur).

Por otro lado, en la simulación, la lluvia media anual (figura 3.3 B) reprodujo los montos y patrones en el Pacífico Norte, por ejemplo, 2.000 mm o menos en el centro y norte de la región, así como 3.000 mm en la parte sur (Península de Nicoya). No obstante, se observó una significativa subestimación en la Zona Norte, Caribe Norte y el Pacífico Sur, donde no logró capturar el patrón de disminución de la lluvia con la altitud. Por el contrario, en el Caribe Sur y Pacífico Central, si bien el modelo mostró un sesgo hacia montos más altos, logró capturar los máximos de esas regiones, aunque desplazados o cubriendo una mayor área.

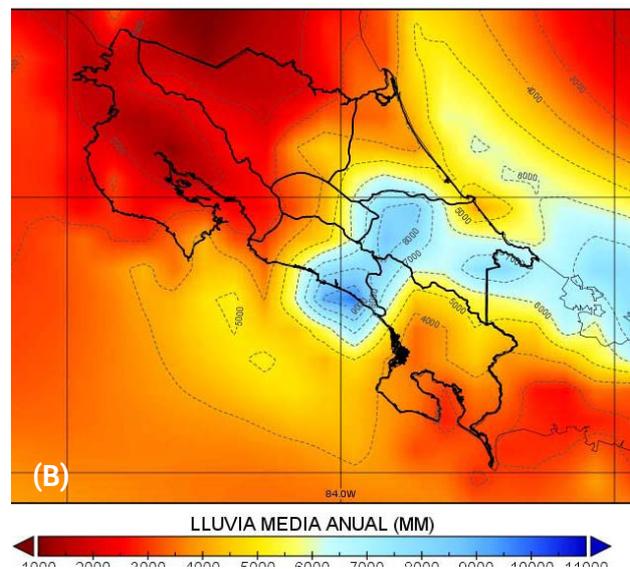


Figura 3.3 Climatologías de la lluvia media anual en mm, (A) observada y (B) simulada.

Fuente: (Alvarado, 2021)

3.1.1.3. MAPAS DE ARIDEZ PROMEDIO Y ARIDEZ EXTREMA, 1982-2019

Los mapas de aridez promedio y aridez extrema en Costa Rica (figura 3.4), elaborados por MINAE-PNUMA-UCR con datos de estaciones meteorológicas del IMN, muestran la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial propias del territorio. Temperaturas elevadas, baja precipitación y alta evapotranspiración potencial generan indicadores elevados de aridez. Para ambos mapas (figura 3.4) se usaron los mismos valores y escala de colores, los valores de mayor aridez se indican en naranja y rojo y los de menor aridez en azul.

Se observa que Guanacaste es la zona más seca, con valores más cercanos a cero del índice de aridez, mientras que el Caribe Norte y las estribaciones de las Cordillera Volcánica Central hacia el Caribe y de Talamanca presentan los valores más

alejados de cero, o sea, son las zonas más húmedas. En el mapa de aridez extrema, la región árida se expande: Guanacaste norte se torna más rojo, mientras que las penínsulas de Osa y Punta Burica (Pacífico Sur) y el sector del Caribe Sur se tornan menos azules o celestes y más amarillos (valores intermedios).

3.1.1.4. MAPAS DE LLUVIAS DE PERCENTIL 10 Y PERCENTIL 90

Los mapas de percentil 10 (figura 3.5) y percentil 90 (figura 3.6), elaborados por el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), contienen valores extremos diarios de lluvia calculados a partir de todos los días lluviosos del año, de 1982 a 2019. Se consideran eventos extremos los que superan el percentil 90 (> P90) o bajan del percentil 10 (< P10).

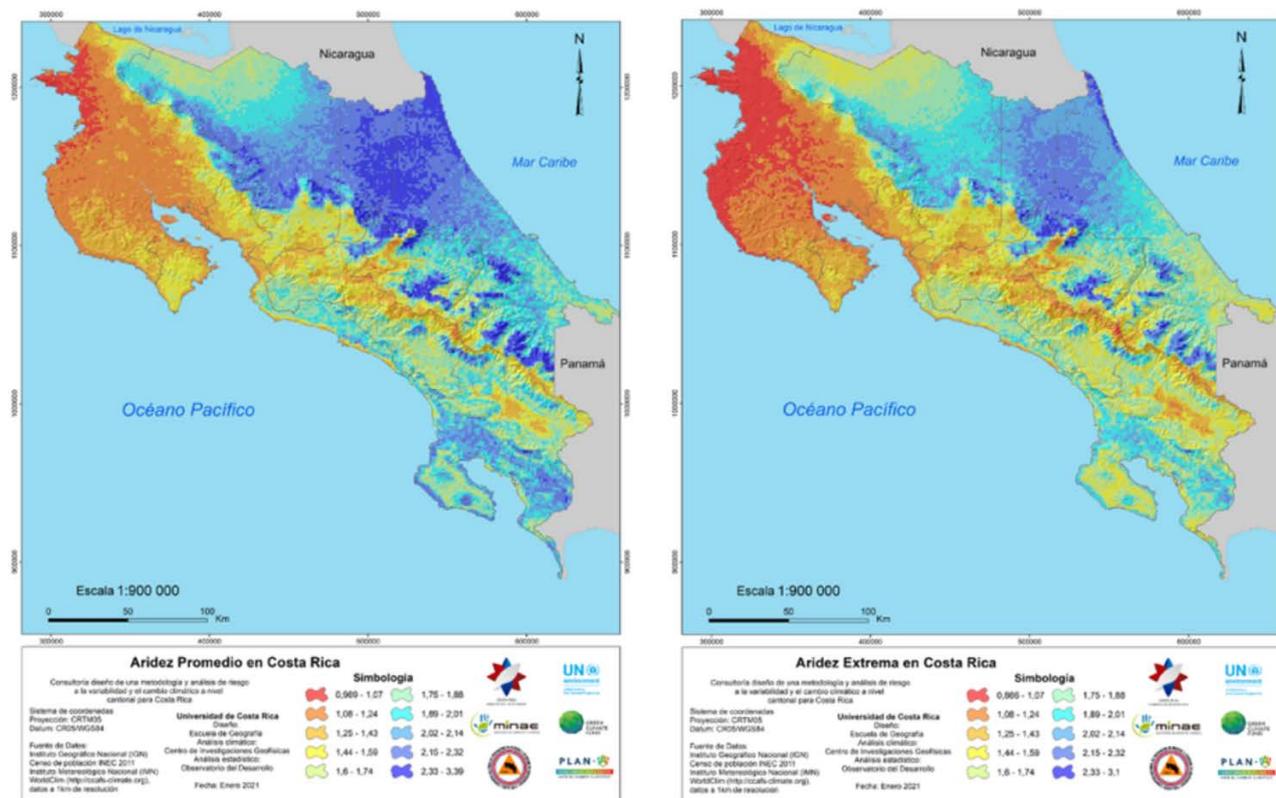


Figura 3.4 Aridez promedio y aridez extrema en Costa Rica, 1982-2019.

Fuente: MINAE-PNUMA-UCR con datos de estaciones meteorológicas del IMN.

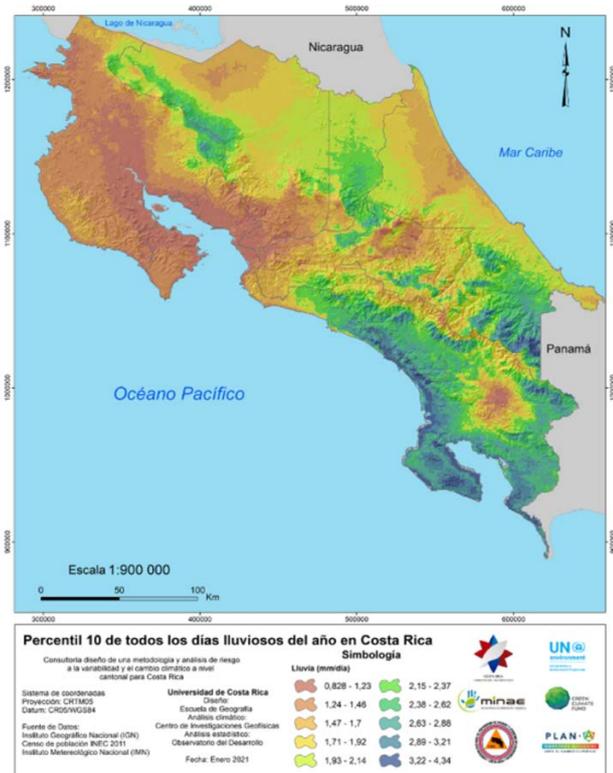


Figura 3.5 Mapa de lluvias, Percentil 10 de todos los días lluviosos en Costa Rica, 1982-2019.

Fuente: MINAE-PNUMA-UCR con datos de estaciones meteorológicas del IMN.

En el mapa de percentil 10 (figura 3.5), los valores de la escala van de 0,828 a 4,34 mm de lluvia por día, que son valores muy bajos y más secos. Los colores más rojizos y naranja indican zonas más secas (entre 0,828 y 1,46 mm de lluvia por día). Por otro lado, los valores más altos, en tonos azules y verdes, indican siempre condiciones secas, pero de menor magnitud. El análisis se realiza solo para los días que climatológicamente pertenecen al período lluvioso.

El P90 es un indicador estadístico relacionado con los eventos lluviosos extremos (figura 3.6). Aunque se usan los mismos colores que en P10, no son mapas comparables, ya que la escala que se emplea es de 12,5 mm por día en el extremo inferior a 67,8 mm por día en el extremo superior. Los valores más bajos del P90 (figura 3.6) se muestran en colores más rojos o anaranjados (entre 12,5 y

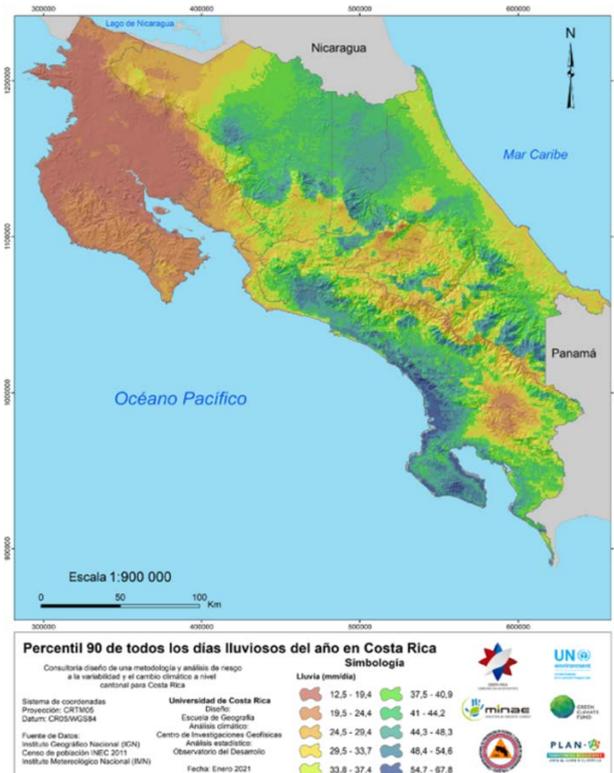


Figura 3.6 Mapa de lluvias, Percentil 90 de todos los días lluviosos en Costa Rica, 1982-2019.

Fuente: MINAE-PNUMA-UCR con datos de estaciones meteorológicas del IMN y del WCV2.

24,4 mm de lluvia por día) e indican que la magnitud de la amenaza es menor que en las zonas azules. Los valores más altos se muestran en colores más azules o verdes oscuros y muestran mayores cantidades lluvia (por encima de 48,4 mm de lluvia por día). A partir de este mapa no se puede concluir que en las regiones del país en color anaranjado no se den eventos particulares con precipitaciones extremas mayores a los del mapa, que recoge promedios.

3.1.1.5. FENÓMENOS Y EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS 1980-2017

Los fenómenos son grandes sistemas meteorológicos de escala espacial sinóptica o global y de escala temporal de semanas a meses (frente frío, tormenta tropical, huracán, otros). Los eventos de los fenómenos abarcan precipitación, temperatura

y viento (por ejemplo, lluvias intensas, granizo, sequía, vendaval, otros).

Los eventos meteorológicos extremos (EME) son parte de la variabilidad climática natural, pero su frecuencia e intensidad podrían aumentar en el futuro a la luz del cambio climático. Los eventos pueden convertirse en extremos según su magnitud, su potencia y los impactos que ocasionen en sectores sociales, productivos y naturales. Aunque pueden darse muchos eventos meteorológicos, solo se da un desastre cuando su impacto es particularmente fuerte en un sistema vulnerable y genera daños cuantiosos.

Fenómenos

Analizando la distribución espacial y temporal en Costa Rica de 1.184 fenómenos meteorológicos registrados entre 1980 y 2017, se identificaron 14 tipos de fenómenos: frente frío, empuje frío, masa de aire polar, línea de cortante frontal, depresión tropical, tormenta tropical, huracán (como efecto indirecto), alta presión o anticiclón, baja presión, El Niño, La Niña, onda tropical u onda del este, vaguada y la Zona de Convergencia Intertropical (o Vaguada Monzónica).

La figura 3.7 presenta la frecuencia anual promedio de 12 fenómenos (se excluyen El Niño y

La Niña ya que su escala temporal es de meses o años). Los cinco tipos más frecuentes fueron: las ondas tropicales o del este, las bajas presiones, los frentes fríos, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI) y las vaguadas. Las ondas tropicales u ondas del este fueron los fenómenos más frecuentes de todos y de todas las que se presentaron por año, al menos siete generaron eventos extremos. Adicionalmente, las bajas presiones crearon algún tipo de incidente y daño con frecuencia, cerca de cinco por año.

Los frentes fríos, que afectan principalmente la Zona Norte y la Región Caribe y se relacionan con la estacionalidad del invierno del hemisferio norte, pueden afectar desde octubre y extenderse a mayo, pero el período crítico va desde noviembre hasta abril.

Los efectos provocados por la cercanía de la ZCI ocurren a lo largo de casi todo el año, aunque abril y mayo son los meses de mayor impacto. En Costa Rica, la cercanía de la ZCI influencia la temporada lluviosa. En junio, julio y agosto, la mayor probabilidad de afectación se debe a ondas tropicales. Las bajas presiones y las vaguadas pueden presentarse en cualquier mes del año; aunque las vaguadas son comunes en mayo, abril, agosto y setiembre; mientras que las bajas presiones son más frecuentes en setiembre y octubre (IMN, 2021).

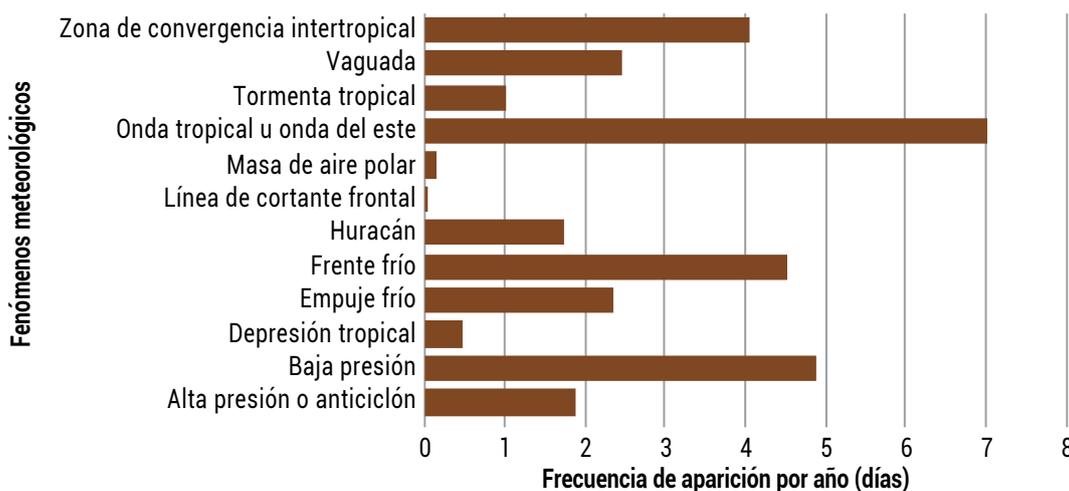


Figura 3.7 Frecuencia anual de fenómenos atmosféricos en Costa Rica. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

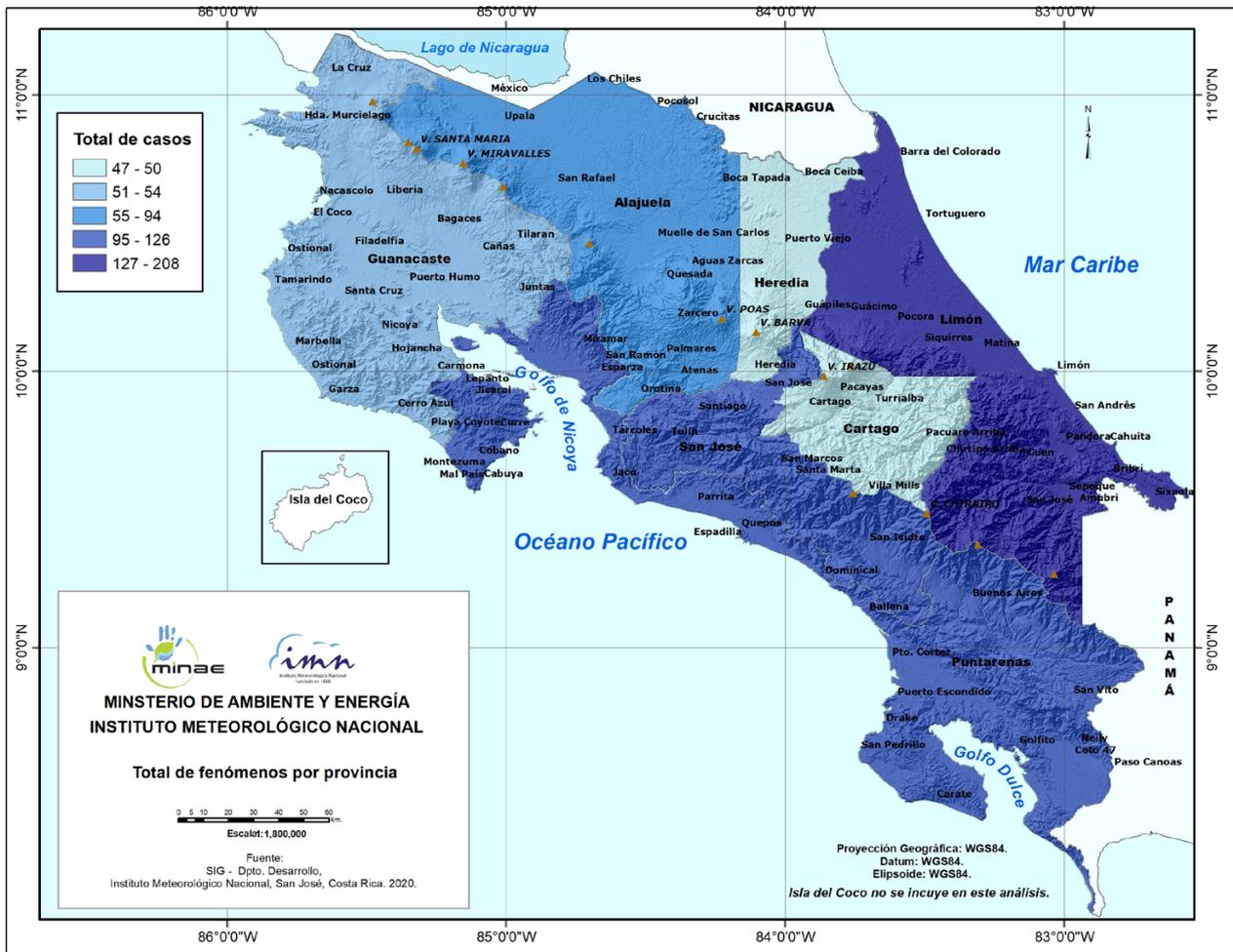


Figura 3.8 Distribución de fenómenos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

Limón es la provincia que concentra la mayor cantidad de fenómenos atmosféricos generadores de impactos, seguida por Puntarenas y San José. Las provincias con menos registros son Heredia y Cartago. Limón es más afectada por frentes fríos y ondas tropicales; Cartago, por ondas tropicales y la ZCI. En San José y Puntarenas, la afectación más común es por ondas tropicales, bajas presiones y la ZCI. En Alajuela, destacan las ondas tropicales y la ZCI, mientras que Heredia se ve más impactada por las ondas tropicales, bajas presiones y vaguadas. Finalmente, en Guanacaste inciden principalmente las bajas presiones y la ZCI (IMN, 2021). La figura 3.8 presenta la distribución por provincias de los 12 fenómenos analizados.

Eventos

Los eventos meteorológicos suelen ser precipitación, temperatura, viento y otros. Entre 1980-2017 se registraron 1.264 y el 72,1% correspondió a lluvias intensas, temporales, tormentas convectivas y granizos, por lo que se consideran los cuatro eventos más frecuentes. Sus impactos son múltiples y según su intensidad pueden ocasionar: damnificados, pérdida de vidas humanas, de cosechas, afectación de vías de tránsito y más.

El 65% de los EME causados por fenómenos atmosféricos cada mes se debe a lluvias intensas y se distribuyen en el país de acuerdo con la temporada lluviosa de cada zona. Limón es la provincia

que registra más eventos, seguida de Puntarenas y San José, Alajuela, Cartago, Heredia y Guanacaste.

En general, las lluvias intensas son el principal evento que puede generar pérdidas o desastres en todas las provincias y en cualquier mes del año. Los temporales afectan principalmente Limón y Guanacaste. En San José, Alajuela y Heredia son notables los reportes de granizo y las tormentas convectivas ocurren de forma similar en todas las provincias (IMN, 2021). La figura 3.9 muestra la distribución de eventos meteorológicos registrados entre 1980 y 2017.

El comportamiento de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos, tiene una tendencia creciente que podría estar ligada a un aumento

en la disponibilidad, calidad y detalle de los registros (figura 3.10). El mayor número se reportó en 2003 (IMN, 2021).

Cada fenómeno meteorológico puede implicar uno o varios eventos (figura 3.11). Los generados más frecuentemente son: 81% lluvias intensas, 12% temporales, 5% tormentas convectivas y 3% granizos (IMN, 2021).

Al desagregar la información de fenómenos y eventos por región climática, se observa mejor la estacionalidad de cada régimen según la zona (figura 3.12 y figura 3.13 (IMN, 2021)). La mayoría de los reportes para los meses de noviembre a febrero pertenecen a la región Caribe, pues son los meses más lluviosos en estas zonas, mientras

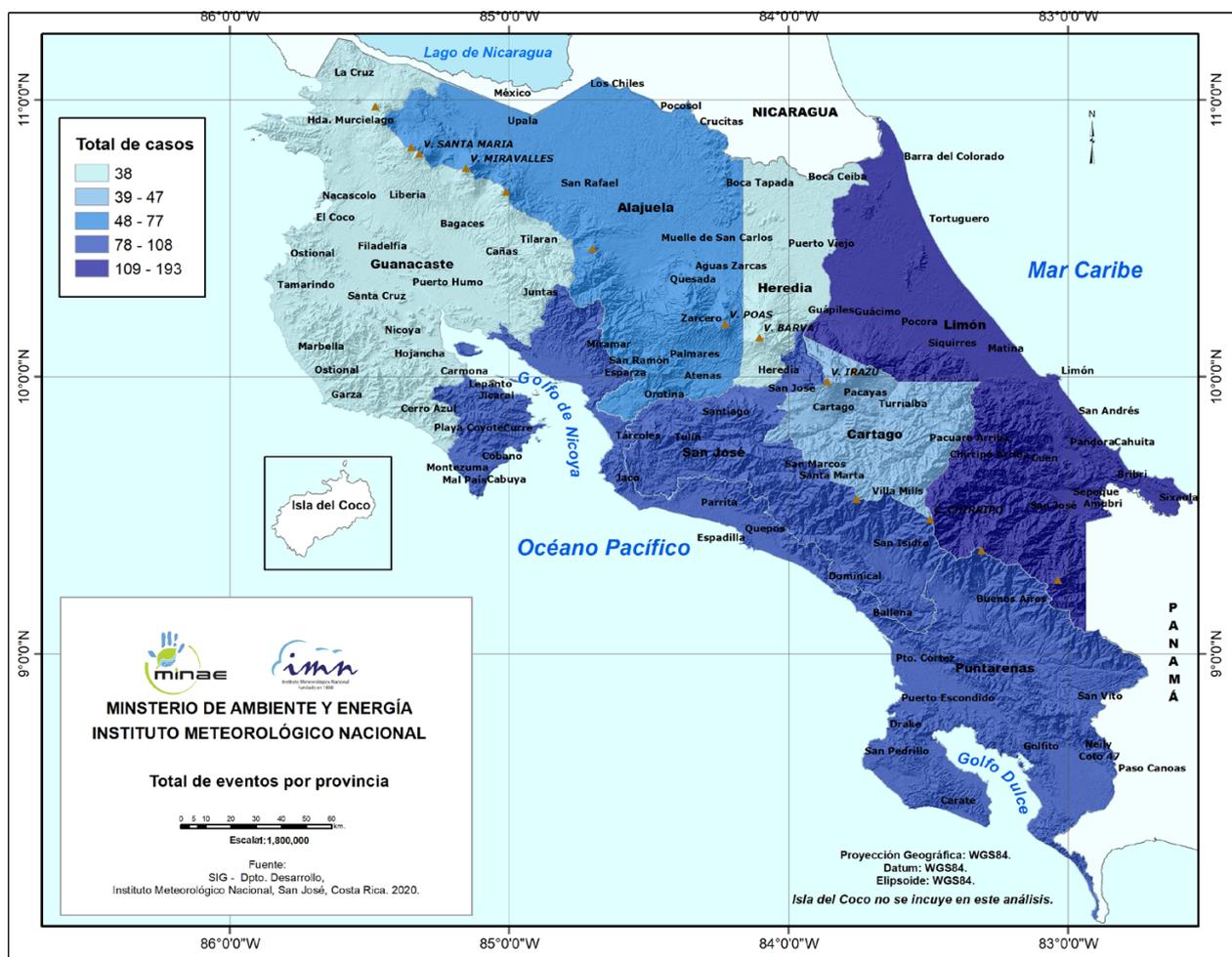


Figura 3.9 Distribución de eventos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

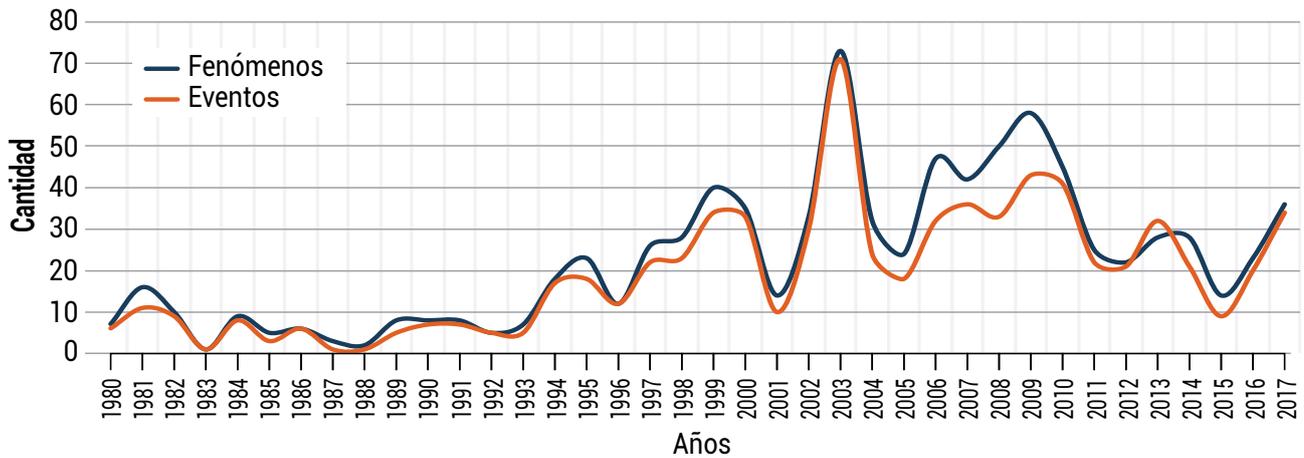


Figura 3.10 Registro de fenómenos y eventos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

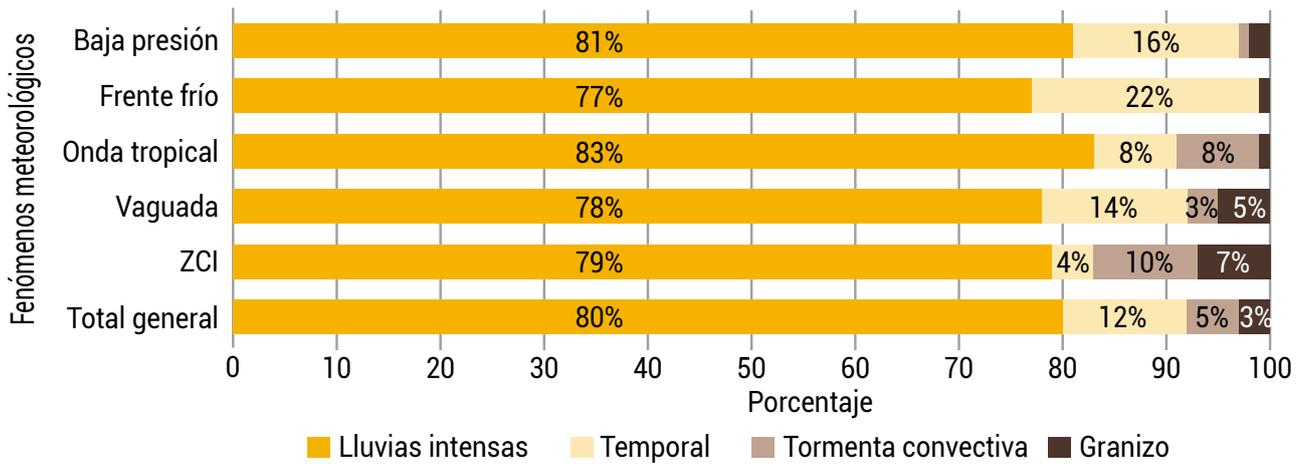


Figura 3.11 Distribución porcentual de tipos de evento según el fenómeno meteorológico.

Fuente: (IMN, 2021).

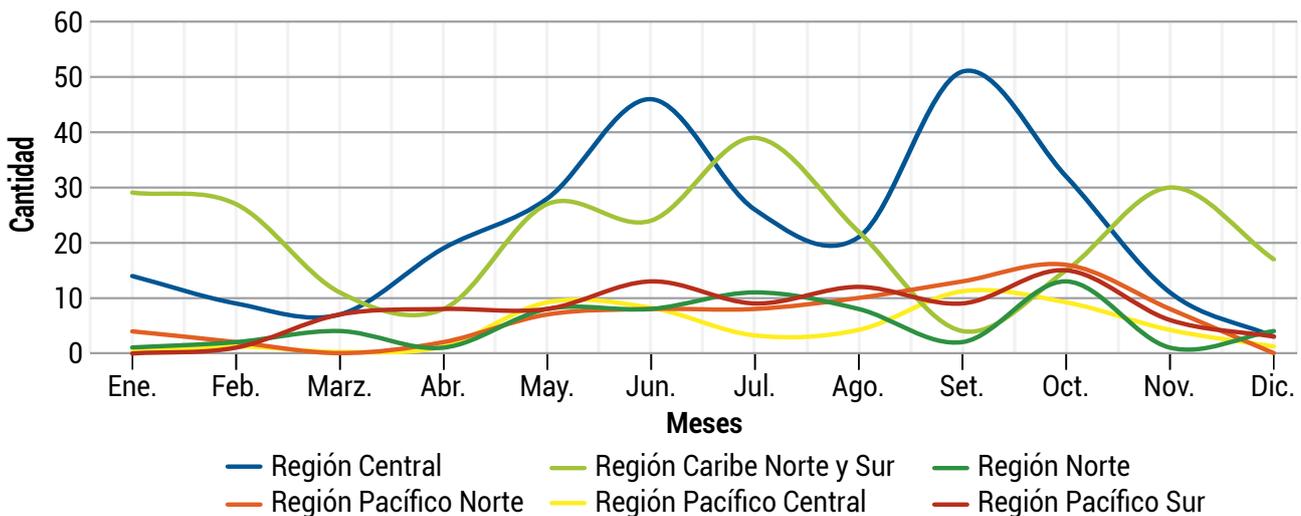


Figura 3.12 Distribución mensual de fenómenos meteorológicos por región climática. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

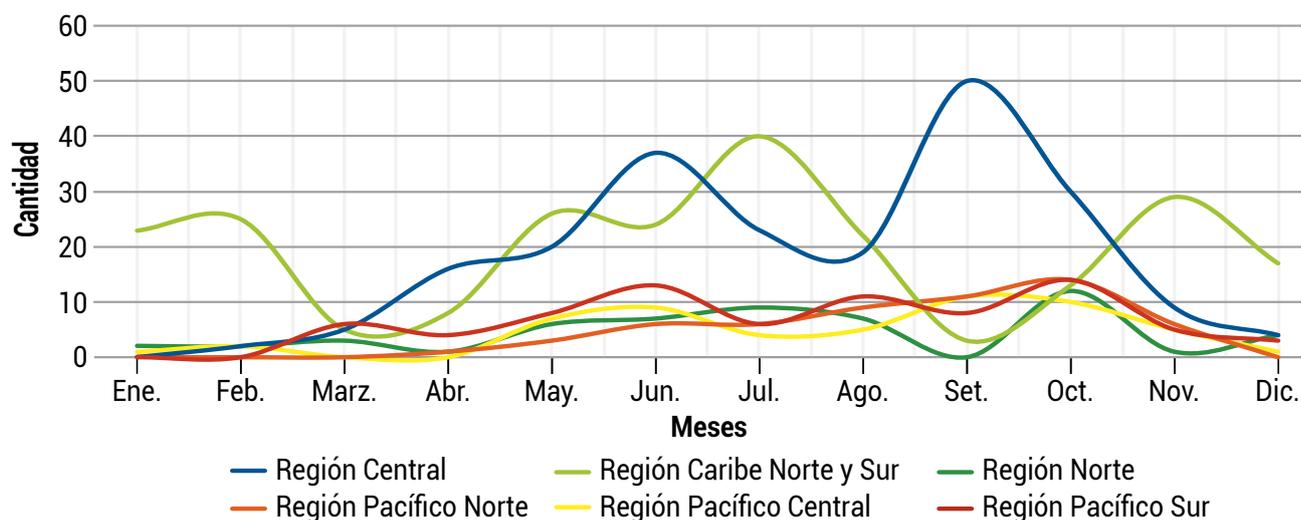


Figura 3.13 Distribución mensual de eventos meteorológicos por región climática. 1980-2017.

Fuente: (IMN, 2021).

que la mayoría de registros en junio y setiembre, se concentran en la región Central, también en los meses más lluviosos.

3.1.2. Clima futuro

Las proyecciones climáticas futuras se presentaron de acuerdo con los dos escenarios de emisiones: RCP2.6 (escenario de más bajas emisiones de GEI) y RCP 8.5 (escenario de más altas emisiones), tres periodos climáticos (2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099) y las siete regiones climáticas del país.

3.1.2.1. ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTUROS RCP-2.6

El escenario RCP2.6 es el de más bajas emisiones de GEI.

La figura 3.14 (A, B, C) muestra las temperaturas medias para tres periodos climáticos: corto plazo (2010-2039), mediano plazo (2040-2069) y largo plazo (2070-2099) bajo el escenario RCP 2.6, de más bajas emisiones de GEI. A corto y largo plazo, las temperaturas tienden a ser más cálidas que a mediano plazo, lo que indica que los incrementos de temperatura son proporcionales a la magnitud de las emisiones de GEI.

Al analizar los cambios de temperatura (escenario futuro menos el clima de control o actual) de los tres horizontes de tiempo (figura 3.15 A, B, C) en todos los casos se halla un aumento de la temperatura de 1°C a 2°C con respecto al clima de control. Para los tres horizontes, los aumentos en la Vertiente del Caribe y la Zona Norte son ligeramente mayores que en el Pacífico. Para todo el país, el aumento de la temperatura con respecto al clima actual es ligeramente menor en el horizonte más próximo (2010-2039).

En este primer escenario, en comparación con el clima actual (figura 3.16 A), hay un incremento de las lluvias en el Caribe Norte y la Zona Norte a corto plazo, el mismo comportamiento, aunque menor, se presenta en la península de Nicoya, en el Pacífico Central y al sur del Pacífico Sur. En el resto de las regiones se observa una disminución de las precipitaciones. Los mayores aumentos (de hasta 700 mm) se presentarían en las laderas orientales de la Cordillera de Guanacaste, mientras que las zonas con disminución tendrían hasta 400 mm menos de lluvia (figura 19A).

En el escenario de mediano plazo (figura 3.16B) se nota una disminución generalizada de las precipitaciones con respecto al periodo anterior.

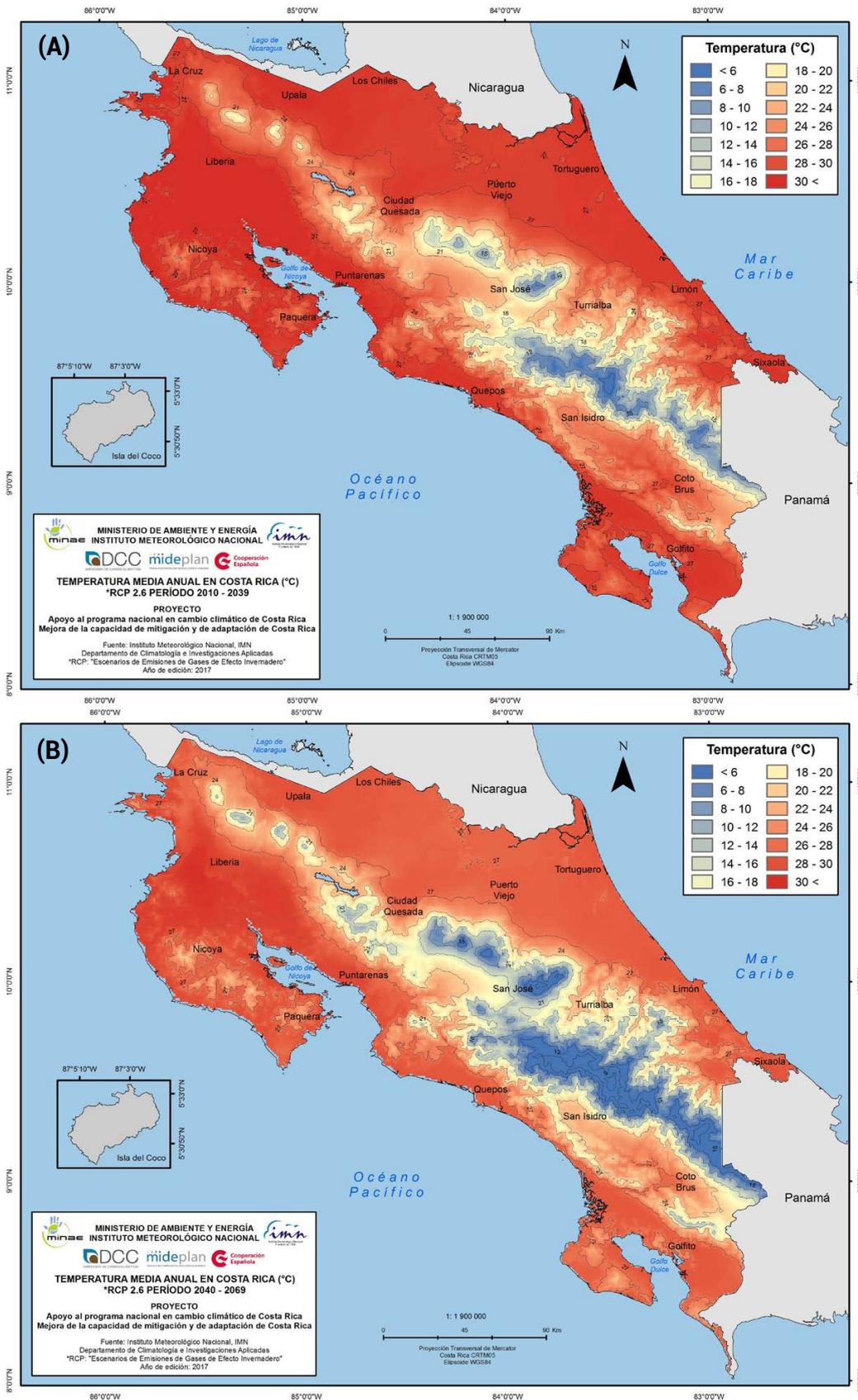


Figura 3.14
 Proyección de (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) de la temperatura (°C) media anual. Escenario RCP2.6.

Fuente: (Alvarado, 2021)

Figura 3.14
Continuación

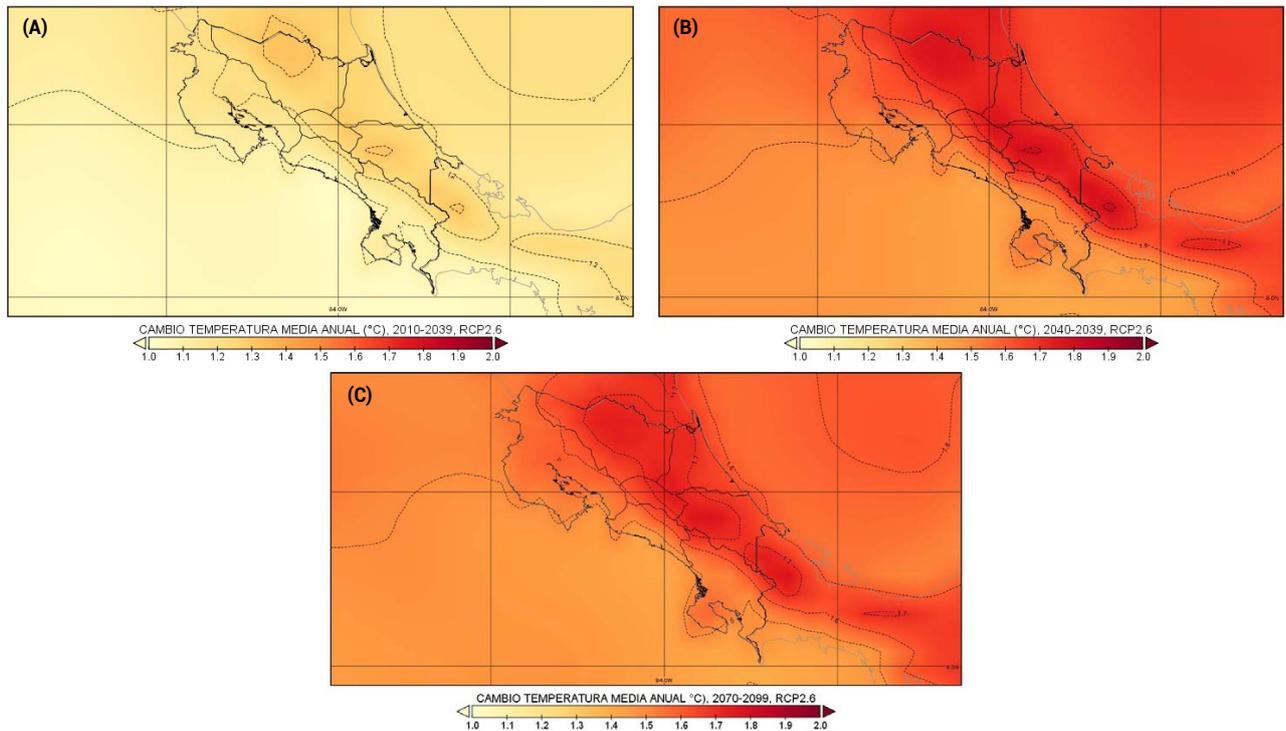
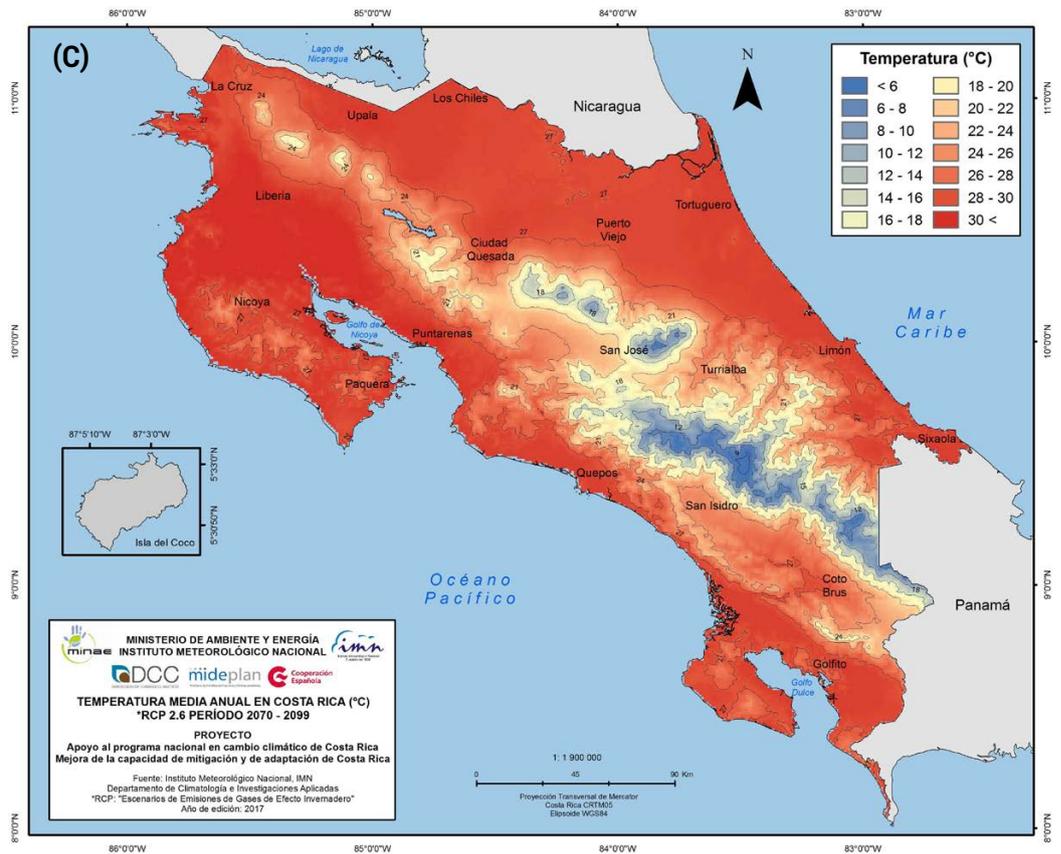


Figura 3.15 Cambio de la temperatura media anual (°C) en los horizontes de tiempo de (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6.

Fuente: (Alvarado, 2021)

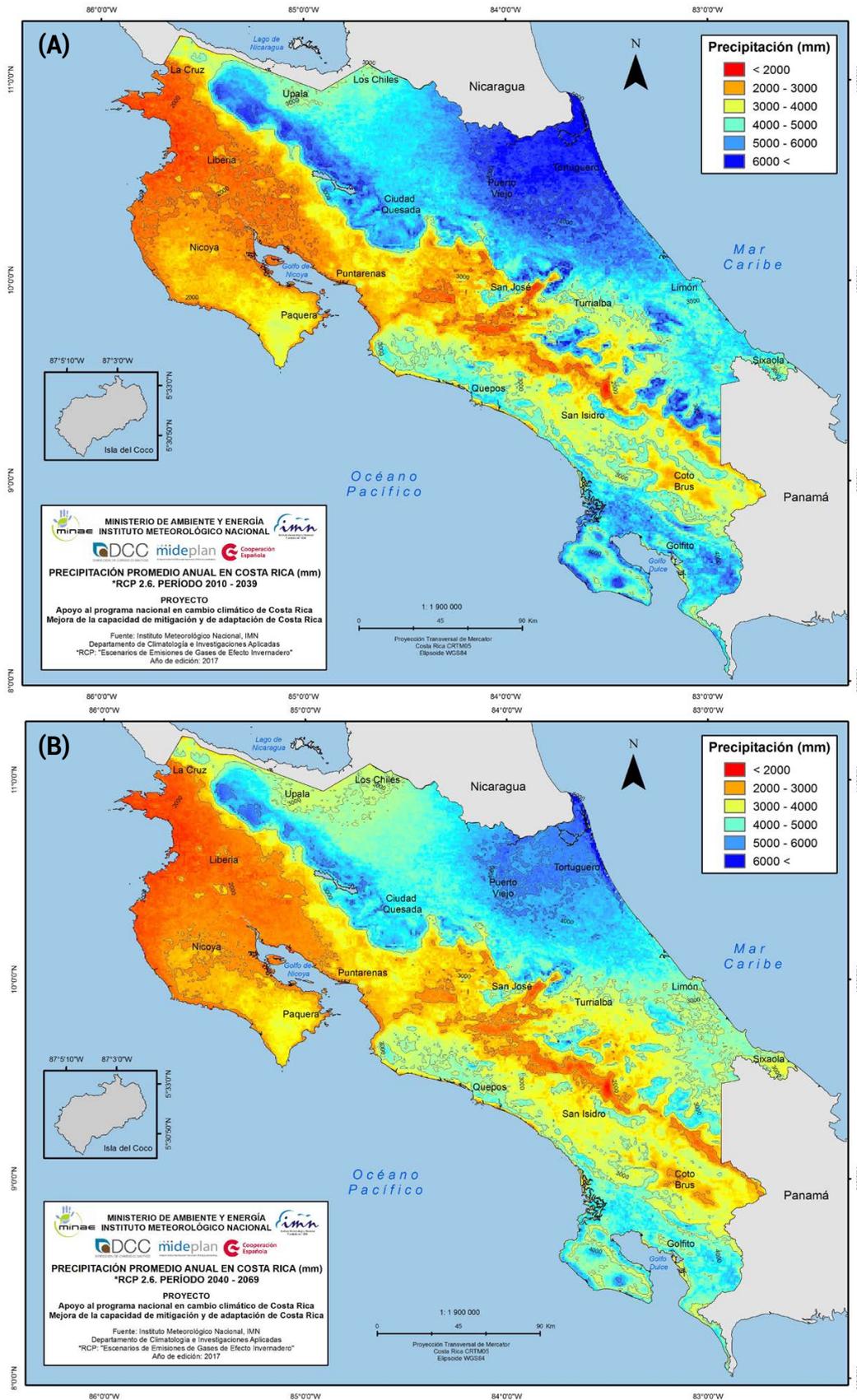


Figura 3.16
Proyección de lluvia (mm) media anual con el escenario RCP.2.6 para: (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) de largo plazo (2070-2099).

Fuente: (Alvarado, 2021).

Figura 3.16
Continuación

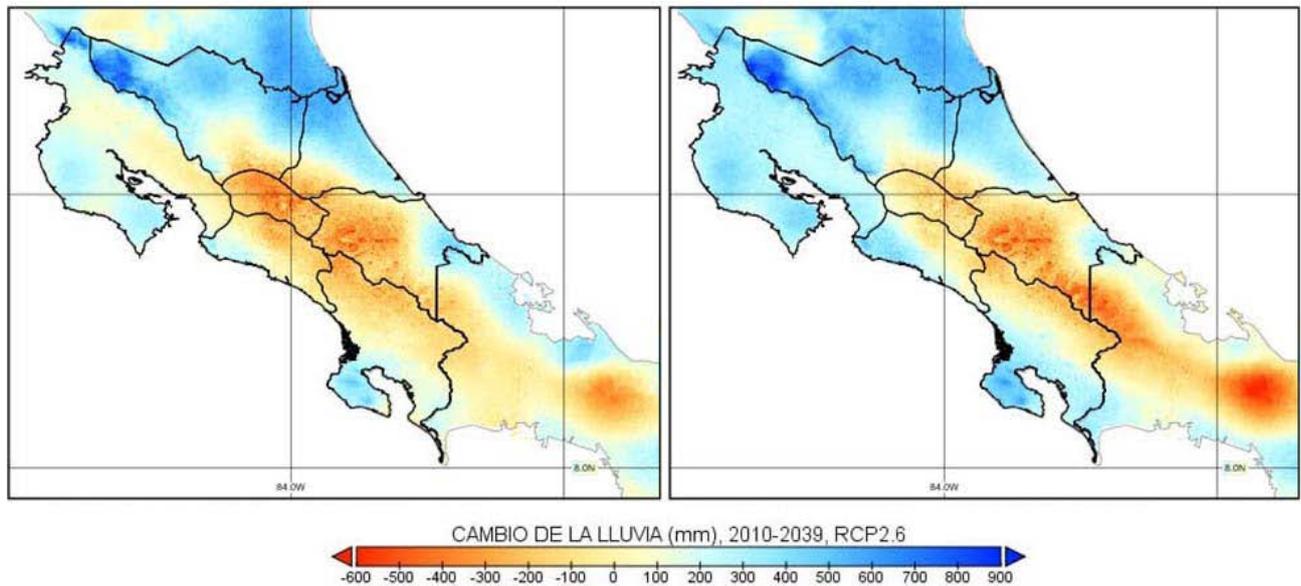
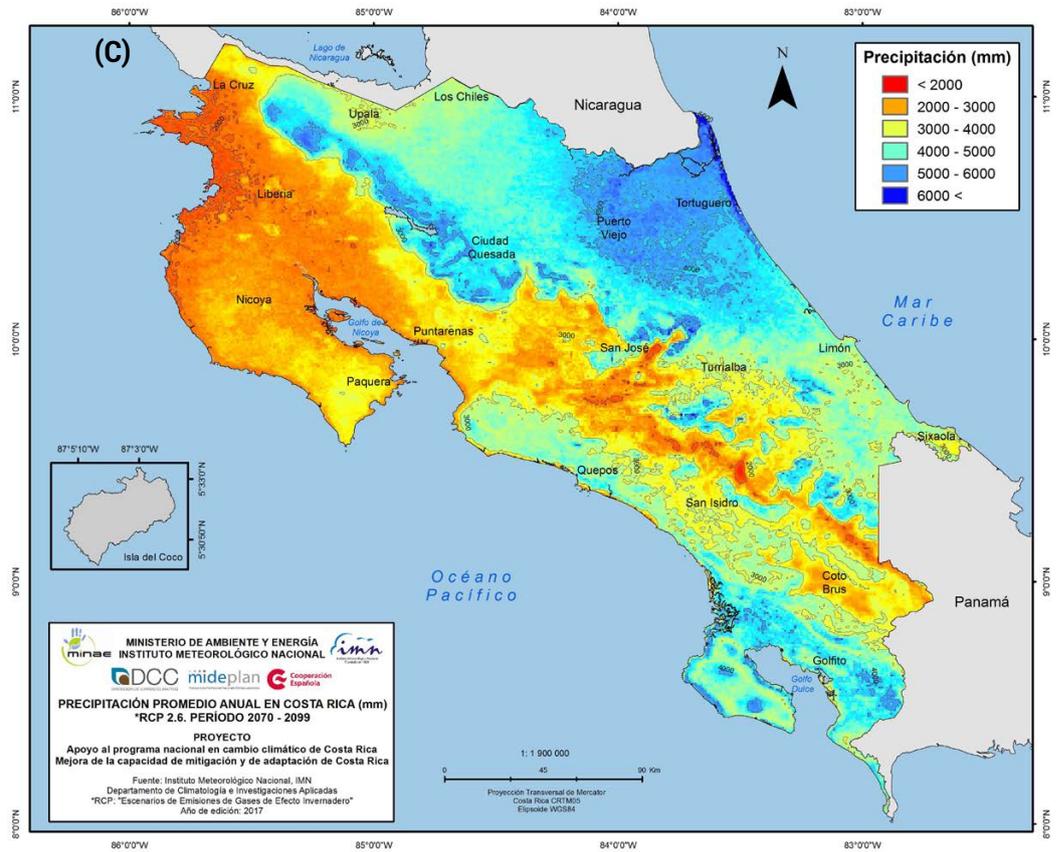


Figura 3.17 Cambio de lluvia (mm) media anual en (A) corto plazo (2010-2039) y (B) largo plazo (2070-2099) con el escenario RCP2.6, respecto al clima control (1961-1990).

Fuente: (Alvarado, 2021)

El horizonte de largo plazo manifiesta un comportamiento particular para cada región, con un aparente aumento en el Pacífico y disminución en el Caribe y la Zona Norte. Sin embargo, al compararlo con el clima actual, también se observa un aumento en el Pacífico Norte, (figura 3.16 C). La Zona Norte y el Caribe Norte presentan montos más altos que el clima actual, entre 200 y 800 mm más (figura 3.17). Las zonas bajas del Pacífico Central y Sur también presentan aumentos de 200 a 500 mm, caso contrario al Valle Central, las zonas altas del Pacífico Central/Sur y el Caribe Sur, donde las cifras disminuirían entre 100 y 400 mm menos.

3.1.2.2. ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTUROS RCP-8.5

El escenario de emisiones RCP-8.5 es el de más altas emisiones de GEI.

En este, las variaciones de temperatura de un periodo al otro parecen muy pequeñas, pero hay tendencia al calentamiento en las cordilleras,

indicando que esas regiones experimentarían cambios más rápidos en comparación. Las figuras 3.18 (A, B, C) muestran el mapeo de las proyecciones de la temperatura media anual para cada uno de los horizontes de tiempo.

En el escenario de corto plazo (2010-2039, figura 3.19 A) el aumento de temperatura varía entre 1.1°C y 1.6°C, con los mayores aumentos en el Caribe y la Zona Norte y los menores en la Vertiente del Pacífico. A mediano plazo (2040-2069, figura 3.19 B) el aumento es mayor al del periodo anterior y oscila entre 2.4°C y 2.8°C, con un corredor de máximo incremento a lo largo de la Cordillera de Talamanca, Cordillera Volcánica Central y la Zona Norte; el menor aumento se presenta en el Pacífico Norte y el Pacífico Central. Para finales de siglo (figura 3.19 C) el aumento es el mayor de los tres periodos, con una variación espacial de 3.8°C a 4.8°C; el corredor de máximo incremento va desde la Cordillera de Talamanca, pasando por el Valle Central y finalizando en el Pacífico Norte. Las figuras 3.19 (A, B y C) mapean los cambios de

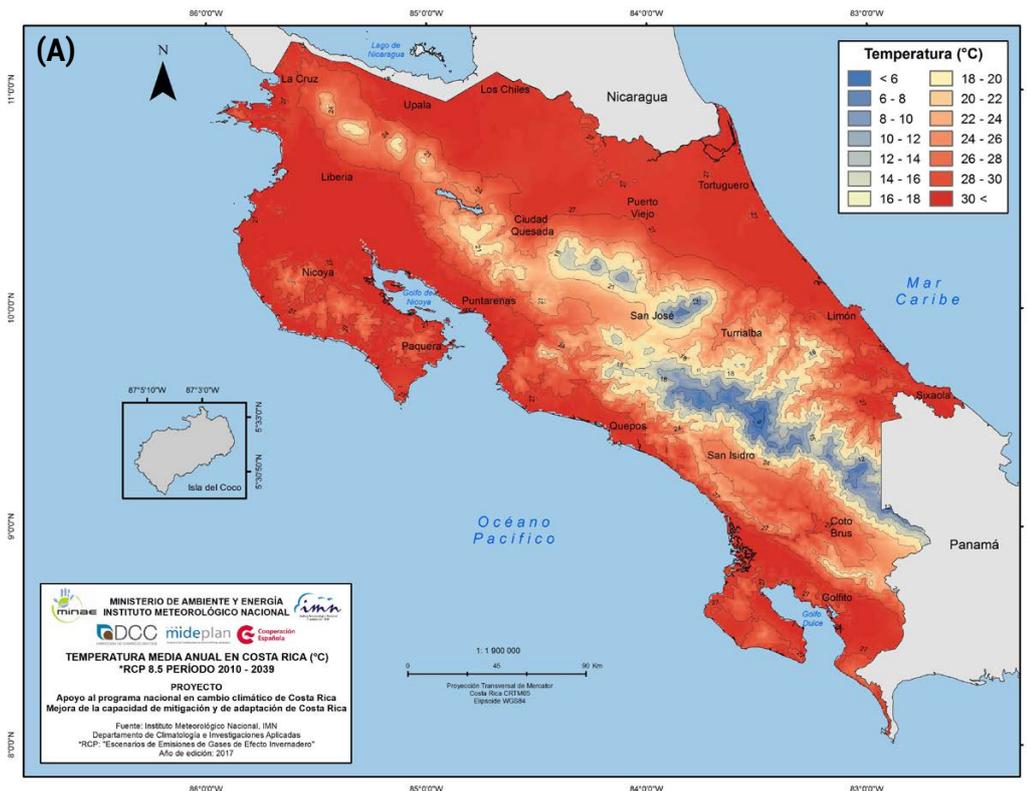
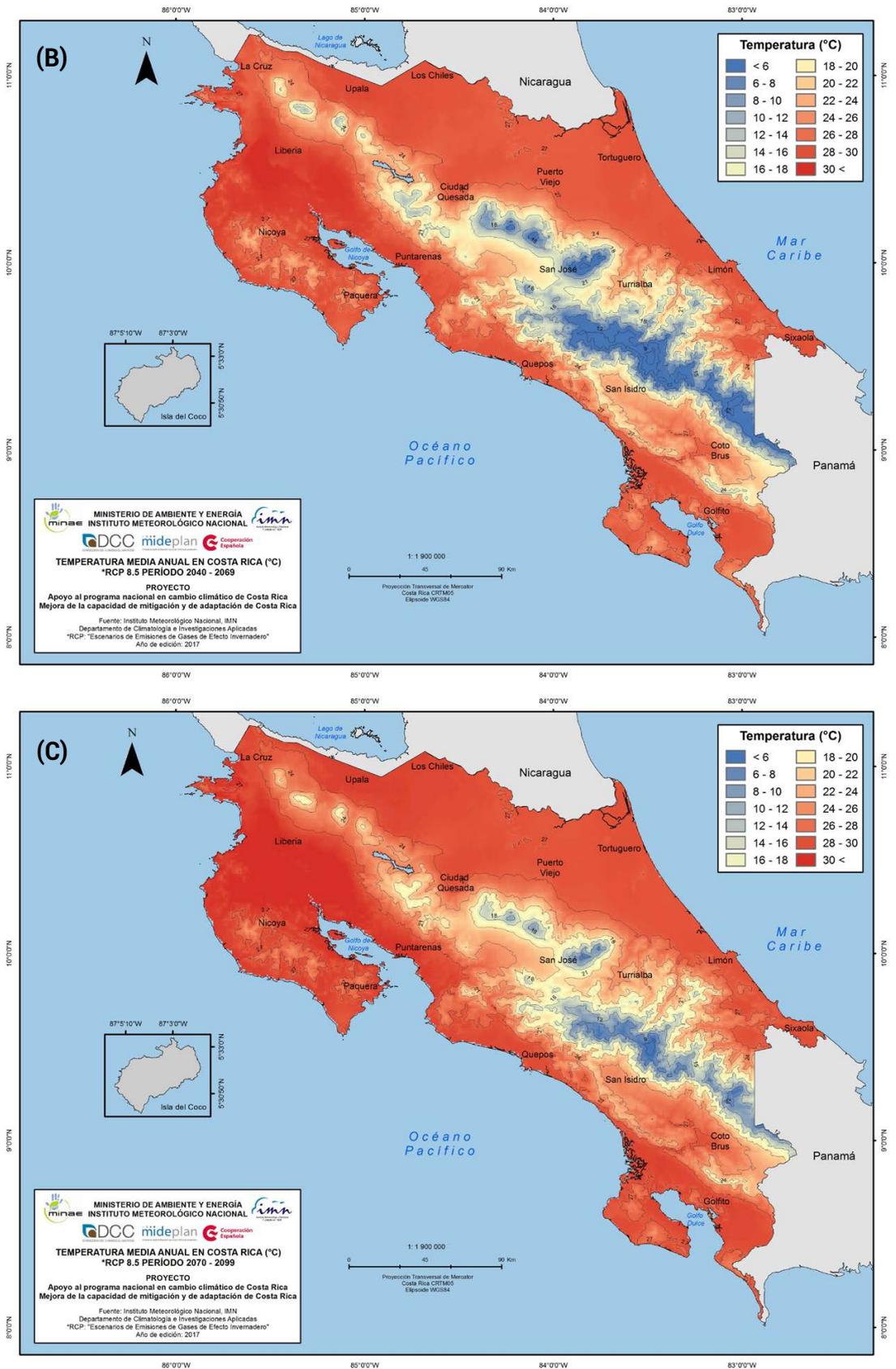


Figura 3.18
 Proyección (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) de la temperatura (°C) media anual. Escenario RCP8.5. Fuente: (Alvarado, 2021).

Figura 3.18
Continuación



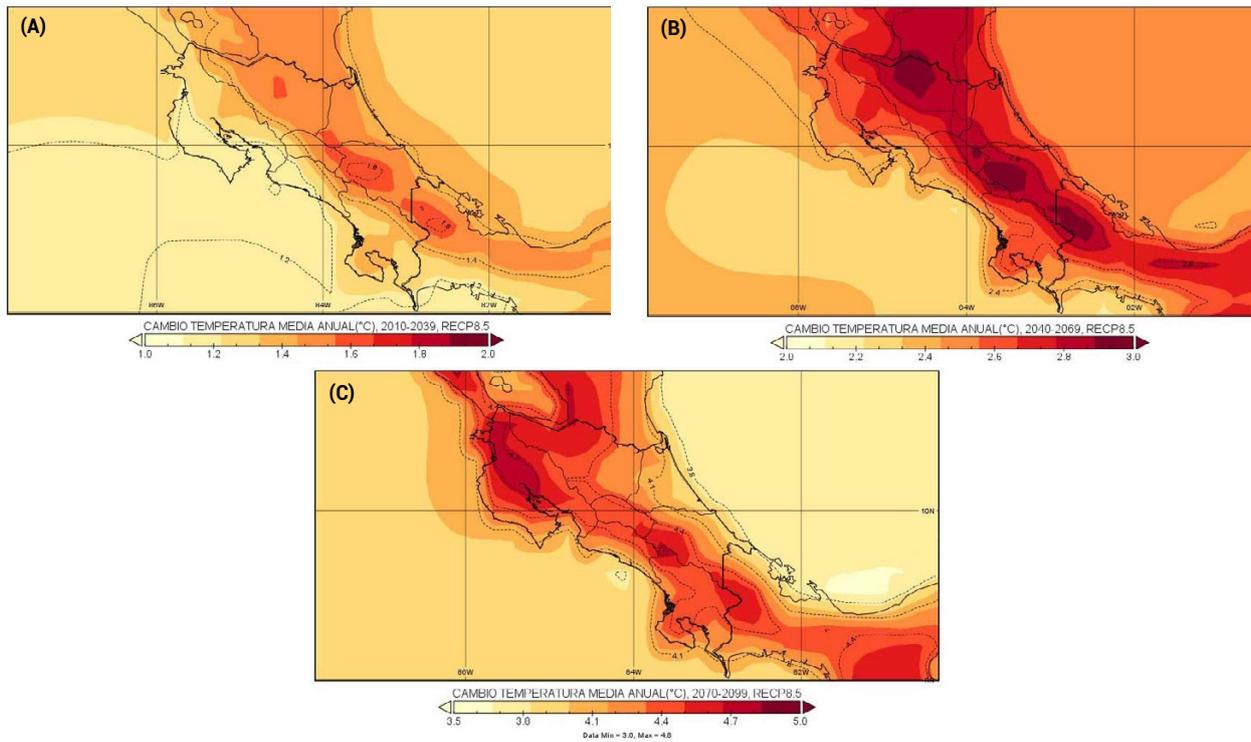


Figura 3.19 Cambio en temperatura media anual (°C) en (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099). Escenario RCP8.5.

Fuente: (Alvarado, 2021).

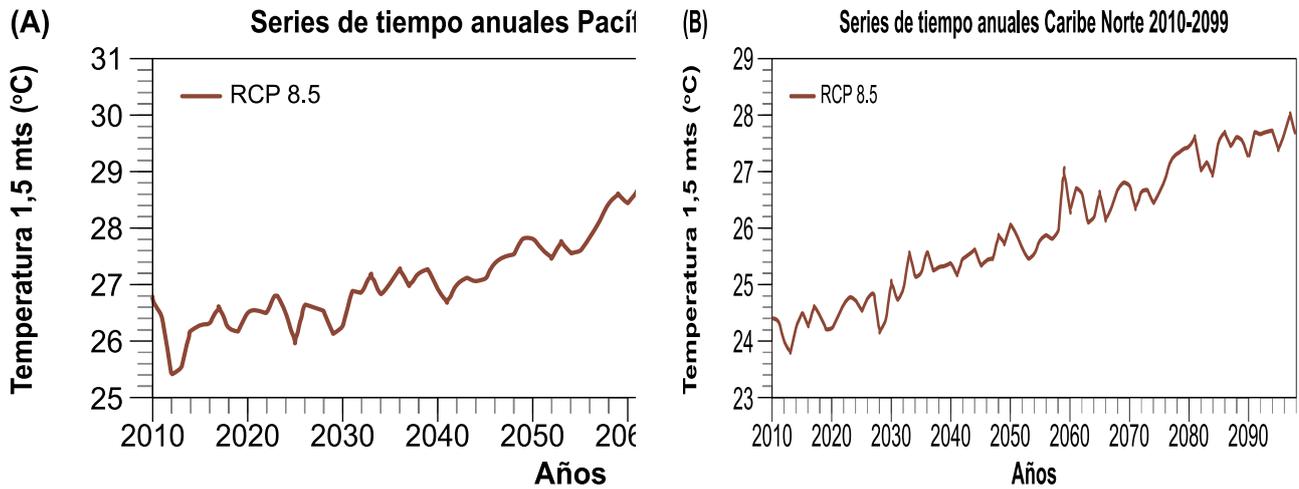


Figura 3.20 Proyección de variación temporal (2010-2100) de la temperatura media anual con el escenario RCP8.5 para el (A) Pacífico Norte y el (B) Caribe Norte.

Fuente: (Alvarado, 2021).

la temperatura entre los tres periodos futuros y el clima de control.

Las siguientes figuras muestran más claramente la tendencia de aumento de la temperatura

media anual para dos regiones con climas muy diferentes. En el Pacífico Norte (figura 3.20 A) el aumento estimado para finales de siglo es a 30.4°C y a 27.6°C en el Caribe Norte (figura 3.20 B).

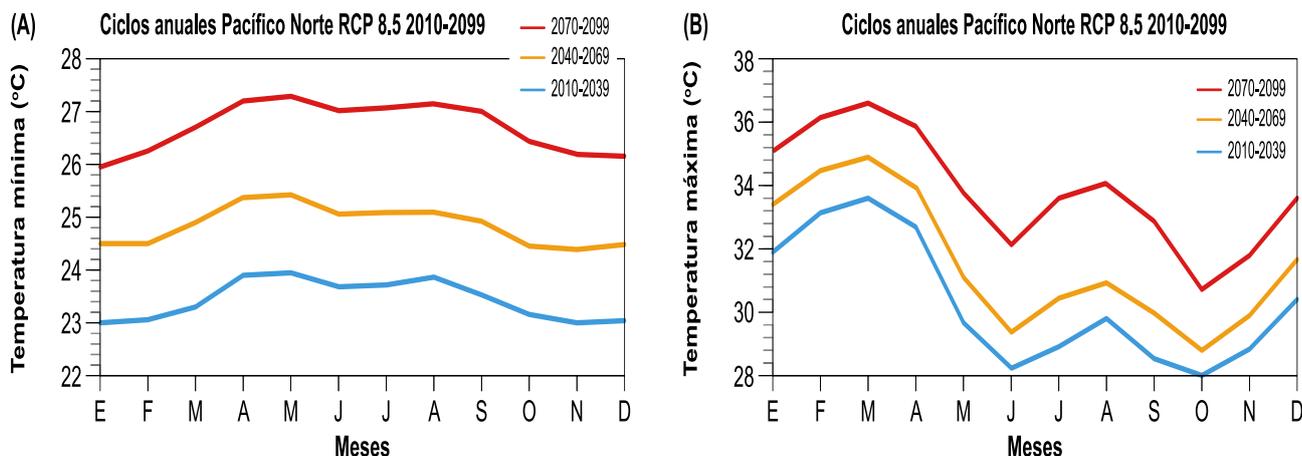


Figura 3.21 Ciclos anuales de la temperatura (A) mínima y (B) máxima proyectada con el escenario de emisiones RCP8.5 para todo el siglo XXI.

Fuente: (Alvarado, 2021).

El ciclo anual de la temperatura máxima y mínima permite apreciar que para el Pacífico Norte, habrá un incremento de temperaturas y un posible aceleramiento del calentamiento en las últimas décadas del siglo. La temperatura mínima (figura 3.21 A) de enero se incrementará de 23.0°C hasta 26.0°C a finales de siglo, mientras que la máxima (figura 3.21 B) de 33.5°C hasta 36.5°C.

Respecto a la lluvia, en este escenario, las variaciones de un periodo al otro parecen pequeñas, pero hay una disminución del primer horizonte al segundo. En el sur del país (Osa, Golfito Corredores) los montos de 6.000-7.000 mm en 2020-2039 disminuyen a 4.000-5.000 mm en 2040-2069. La zona muy lluviosa sobre la Cordillera de Guanacaste y laderas orientales más bien presentan un aumento. En el horizonte 2070-2099 las lluvias se incrementan en varias regiones con respecto al periodo anterior, tal es el caso en la Cordillera Volcánica Central, la de Talamanca, el Caribe, Península de Nicoya, Pacífico Central y Sur. Otras regiones muestran condiciones menos lluviosas, como la ladera oriental de la Cordillera de Guanacaste, el centro y norte del Pacífico Norte. La figura 3.22 (A, B, C) muestra las proyecciones de la lluvia (mm) media anual para tres horizontes de tiempo.

Con respecto al clima actual, para el corto plazo (figura 3.23 A) hay aumentos de lluvia (en color azul) del 10% al 50% en las regiones del Pacífico Norte, Zona Norte, Península de Osa, Cahuita/Sixola; mientras que habría una disminución (10% al 30%) en el Valle Central, la Cordillera Volcánica Central, Fila de Matama y Cordillera de Talamanca. Para el mediano plazo (figura 3.23 B), la distribución espacial y las magnitudes de los cambios son muy similares a las de corto plazo, pero con mayor aumento en la Península de Nicoya (de hasta 40%), manteniéndose el déficit en la Cordillera Volcánica Central, la de Talamanca y Fila de Matama. Para el largo plazo, hay cambios porcentuales positivos en la Península de Nicoya (de hasta 40%), en la Zona Norte, las zonas de baja altitud de la región Caribe, en el Pacífico Central y Pacífico Sur. Por el contrario, habrá condiciones deficitarias en el centro/norte de Guanacaste (hasta de un 20% menos), en el Valle Central y su cordillera y la Cordillera de Talamanca.

En la figura 3.24 se muestra el comportamiento futuro del ciclo anual de lluvia en el Pacífico Norte. Habrá disminución de julio a setiembre, mientras que octubre y noviembre serían más húmedos. La temporada seca y la primera parte de la temporada de lluvias presentan montos parecidos de lluvia.

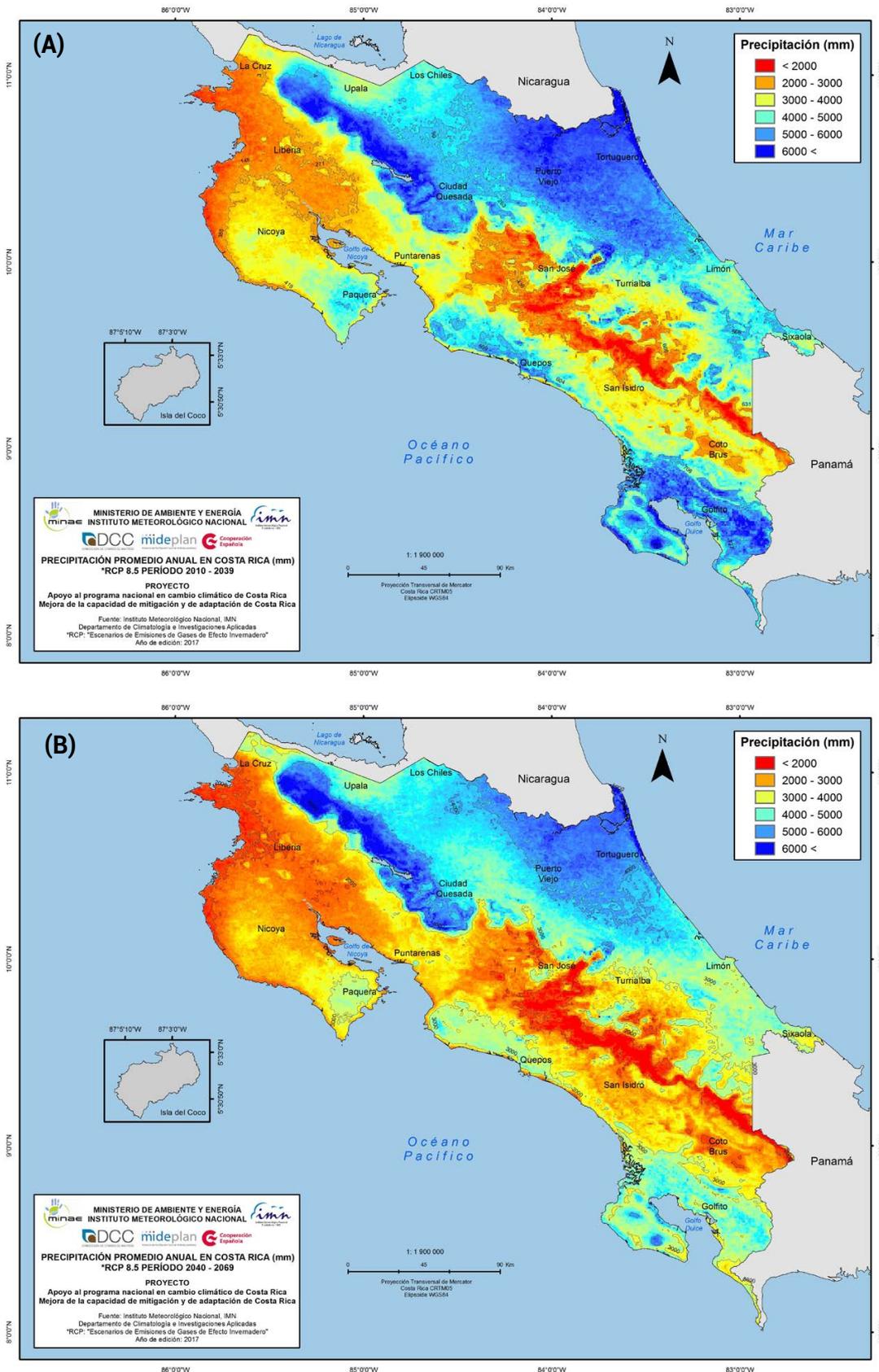


Figura 3.22 Proyección de (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) de la lluvia (mm) media anual. Escenario RCP8.5. Fuente: (Alvarado, 2021).

Figura 3.22
Continuación

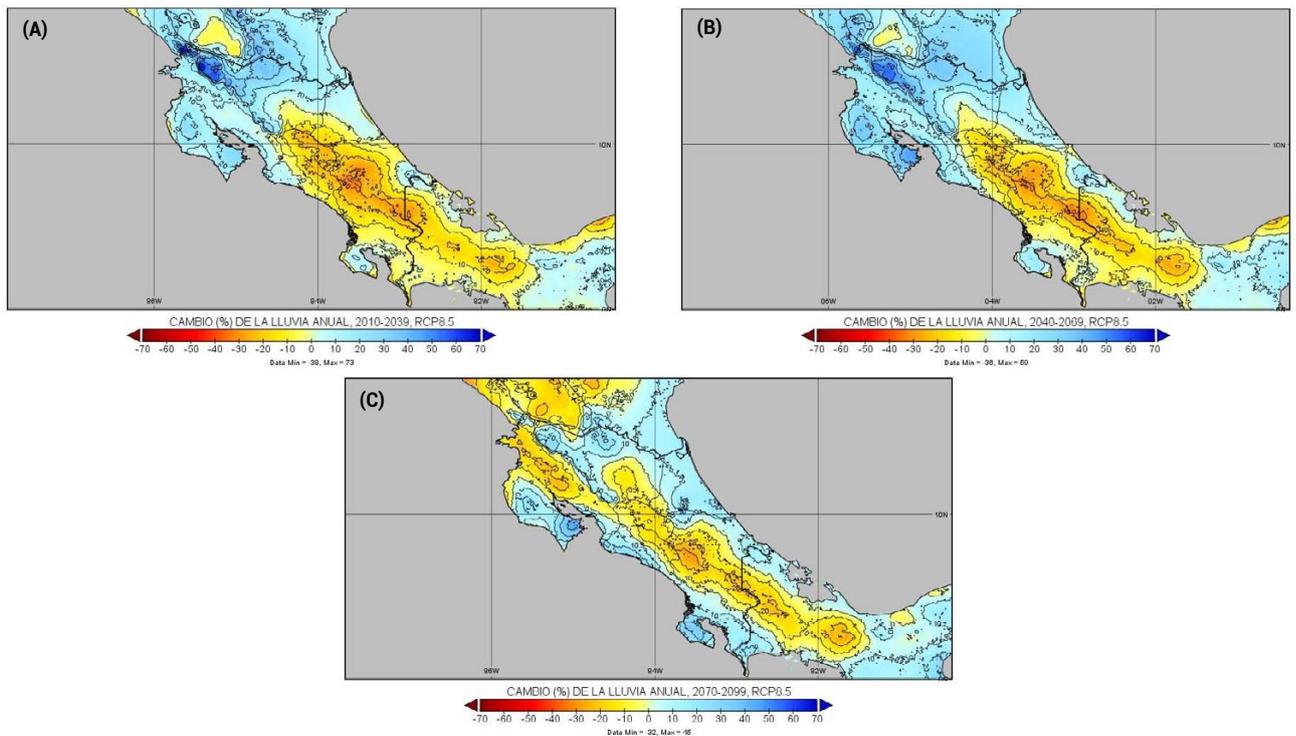
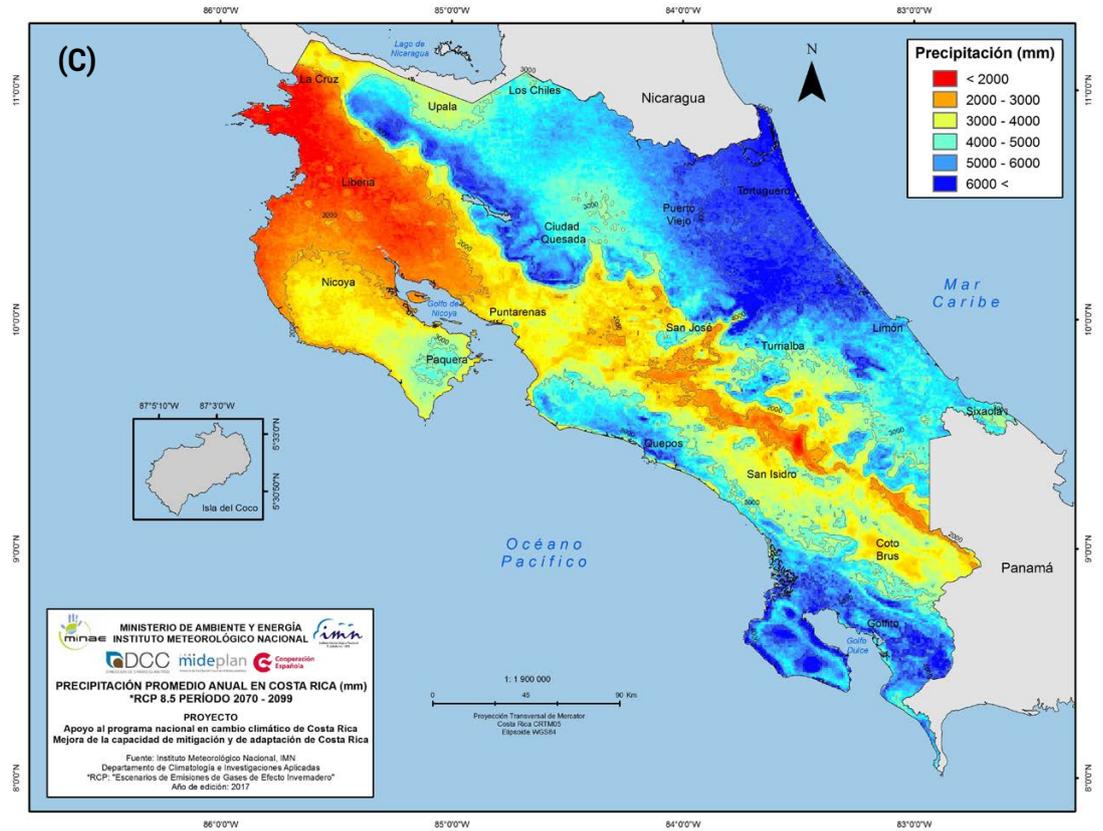


Figura 3.23 Proyección (A) corto plazo (2010-2039), (B) mediano plazo (2040-2069) y (C) largo plazo (2070-2099) del cambio de lluvia media anual con respecto a la climatología (1970-2000).

Fuente: (Alvarado, 2021).

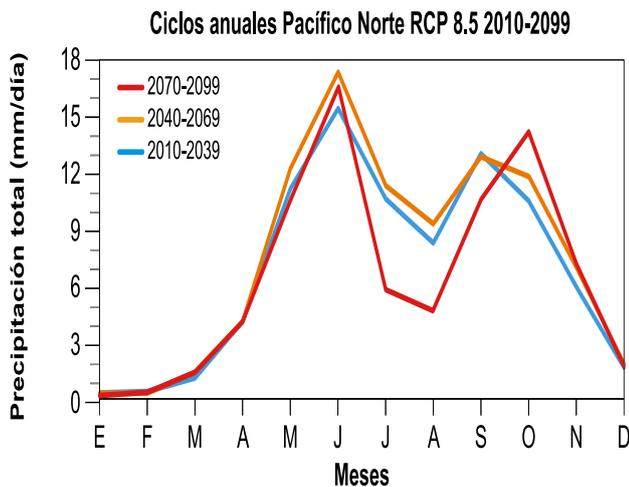


Figura 3.24 Ciclo anual de lluvia media anual (en mm/día) proyectado bajo el escenario de emisiones RCP8.5 en el Pacífico Norte.

Fuente: (Alvarado, 2021).

Las series de tiempo de la lluvia media anual (en mm/día) manifiestan comportamientos distintos entre las regiones y entre los horizontes de tiempo. En el Pacífico Norte (figura 3.25 A) no hay una tendencia definida y significativa, excepto en el último periodo donde apunta a menos lluvias. En el Caribe Norte (figura 3.25 B) se observa una tendencia de aumento de las lluvias. En el Pacífico Sur (figura 3.25 C) hay una leve tendencia positiva con gran variabilidad en todo el siglo.

3.2. Vulnerabilidad ante el cambio climático

Costa Rica presenta importantes vulnerabilidades ante el calentamiento global, incluyendo los EVE y los eventos de manifestación lenta. A la luz de esta situación, es importante analizar la situación de las regiones de planificación nacional y de los sectores productivos prioritarios.

3.2.1. Vulnerabilidad nacional

A las puertas del calentamiento global, Costa Rica es vulnerable a eventos meteorológicos extremos (EME) de evolución rápida que aumentan

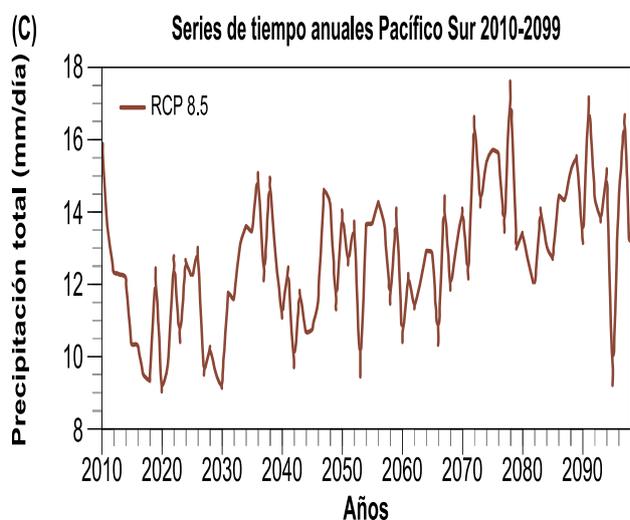
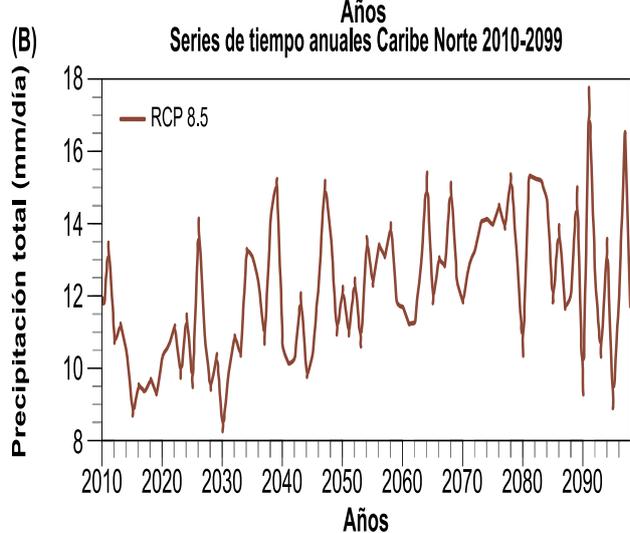
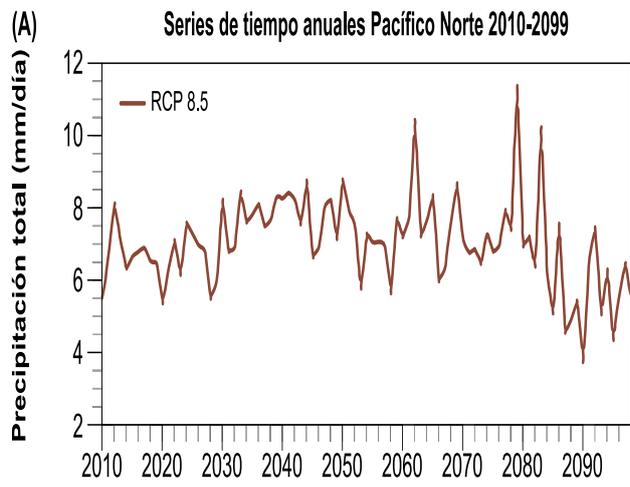


Figura 3.25 Series de tiempo (2010-2099) de lluvia media anual (mm/día) proyectadas con el escenario RCP8.5 para: (A) Pacífico Norte, (B) Caribe Norte y (C) Pacífico Sur.

Fuente: (Alvarado, 2021).

Cuadro 3.1 Amenazas derivadas del calentamiento global.

Eventos meteorológicos extremos	Eventos de manifestación lenta
<ul style="list-style-type: none"> • Sequías • Temperaturas extremas • Huracanes y tormentas tropicales • Lluvias extremas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento gradual de la temperatura • Pérdida de biodiversidad • Degradación de suelos y bosques • Acidificación oceánica • Aumento en el nivel del mar • Intrusión salina

en frecuencia e intensidad, con efectos de corto plazo y a eventos de manifestación lenta, como los cambios climáticos graduales o incrementales (cuadro 3.1).

Los EME ejercen presión sobre la hacienda pública, al afectar carreteras, puentes, acueductos y otra infraestructura relevante (PEN, 2020b). Según la Contraloría General de la República (CGR), en 2010, los costos de reparación y reconstrucción de infraestructura afectada por EME fueron del 1,01% del PIB y, de continuar la tendencia actual, los costos seguirán aumentando. En un escenario conservador, oscilarán entre 0,68% y 1,05% del PIB. En un escenario alternativo, estarían entre 1,64% y 2,5% del PIB (figura 3.26).

Eventos como inundaciones, deslizamientos y cabezas de agua afectaron a 1.311.024 personas entre 1980 y 2017; algunas fueron damnificadas, otras perdieron o sufrieron daños en sus bienes, fueron evacuadas o sufrieron daños indirectos o secundarios asociados a un desastre. Los meses de julio, octubre y noviembre fueron los que registraron más afectados, incluida la pérdida de vidas, lo cual coincide con la temporada de huracanes, que inicia el 1° de junio y finaliza el 30 de noviembre de cada año (IMN, 2021).

Entre 1980 y 2017, 546 personas perdieron la vida a causa de algún EME. Los fenómenos que más muertes ocasionaron fueron los huracanes (Joan, César, Tomas, Otto) y las tormentas tropicales (Nate, Mitch, Bret y Erin). Otros fenómenos de

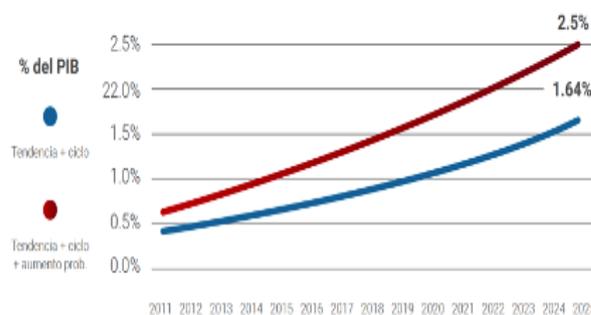


Figura 3.26 Escenarios de costos por eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos para el período 2011-2025.

Fuente: (Contraloría General de la República, 2017).

importancia fueron los sistemas de baja presión y las ondas tropicales; en julio del 2016, sobre el país pasaron 12 ondas tropicales, en promedio de una cada tres días, ocasionando lluvias intensas. En noviembre de 2016 el huracán Otto atravesó el país, convirtiéndose en el primero con impacto directo en el territorio; hubo daños de diversa índole, incluyendo la muerte de 17 personas. En 2017, la tormenta tropical Nate azotó al país con abundantes precipitaciones y se convirtió en uno de los fenómenos más dañinos de la última década, dejando 16 personas fallecidas (IMN, 2021).

3.2.2. Vulnerabilidad por región socioeconómica

Las regiones socioeconómicas de Costa Rica son una subdivisión político-económica que considera las particularidades geográficas, económicas, históricas y culturales de cada unidad. El presente análisis analiza la vulnerabilidad de las seis regiones socioeconómicas existentes.

3.2.2.1. REGIÓN CENTRAL

Con un territorio de 8.528 km² (16% del territorio nacional) y cerca del 66% de la población del país, esta región ubicada el centro del país tiene un clima entre cálido, fresco, seco y con influencia de los alisios del Caribe, que aportan humedad y

lluvias. Contempla áreas de recarga de acuíferos y allí nacen importantes ríos (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

La región es predominantemente urbana, con áreas rurales en su periferia. La actividad agropecuaria y agroindustrial se dedica al café, a la caña de azúcar, a hortalizas, legumbres y tubérculos, así como a ganadería de leche. También hay un importante desarrollo industrial y empresarial con algunos clústeres de alta tecnología y una economía urbana enfocada en servicios administrativos, bancarios, comerciales, financieros y otros (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020). La presencia de varias ASP favorece los servicios ecosistémicos que benefician a comunidades rurales, urbanas y al turismo. Este último, también se beneficia por la presencia del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y por los servicios de hospedaje, alimentación, museos y otros.

Las amenazas del calentamiento global en la Región Central incluyen: sequías, temperaturas extremas, huracanes y tormentas tropicales,

lluvias extremas, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad y degradación de suelos y bosques (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Vulnerabilidad

Esta región es vulnerable a lluvias intensas que provocan inundaciones en las microcuencas, así como deslizamientos en las laderas (figura 3.27). Esto responde, entre otros, a la falta de cobertura forestal, a la densidad poblacional, al débil ordenamiento territorial y a la inadecuada infraestructura pluvial.

Entre 1988 y 2018, el sector agropecuario sufrió daños económicos por entre \$150-300 millones (99,98% del valor total de daños) ocasionados por sequías. Por eventos lluviosos los daños también fueron cuantiosos en Turrialba, en los cantones al sur de la región, en San Ramón, y al norte de la región. El 64% de las pérdidas se dio en infraestructura vial, seguido por el sector agropecuario con el 11% del valor total del daño (figura 3.28).

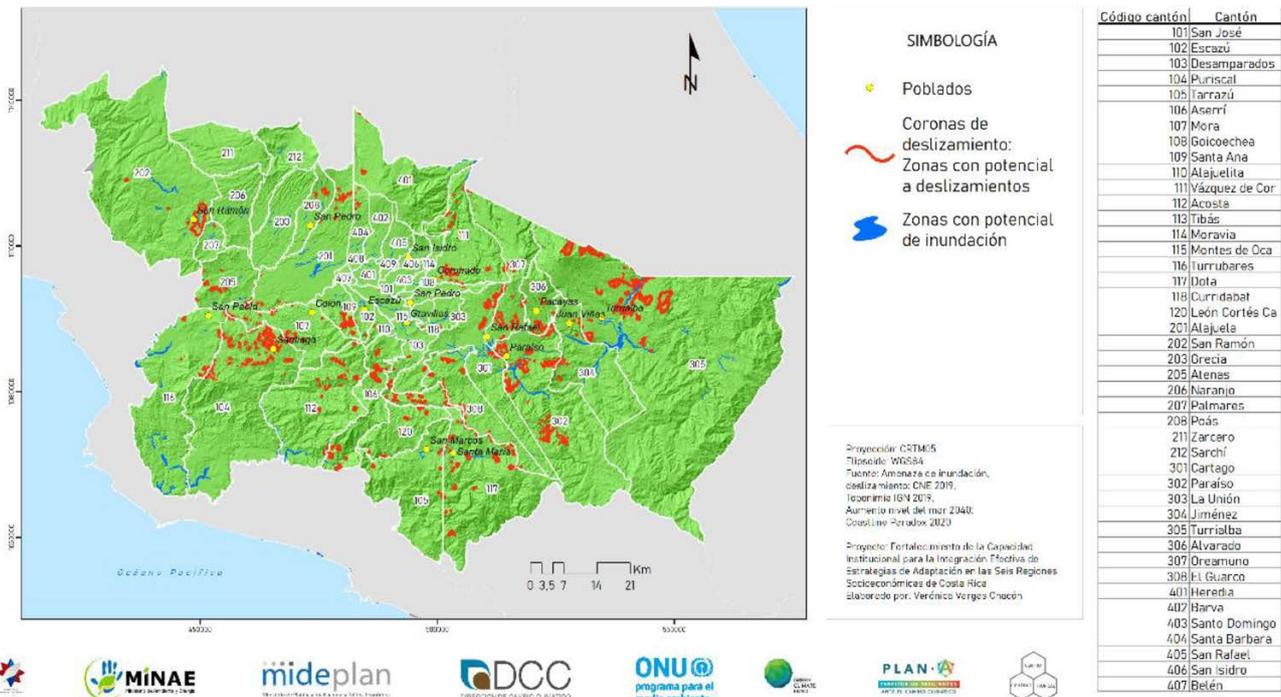


Figura 3.27 Región Central: mapa de inundaciones y deslizamientos.

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

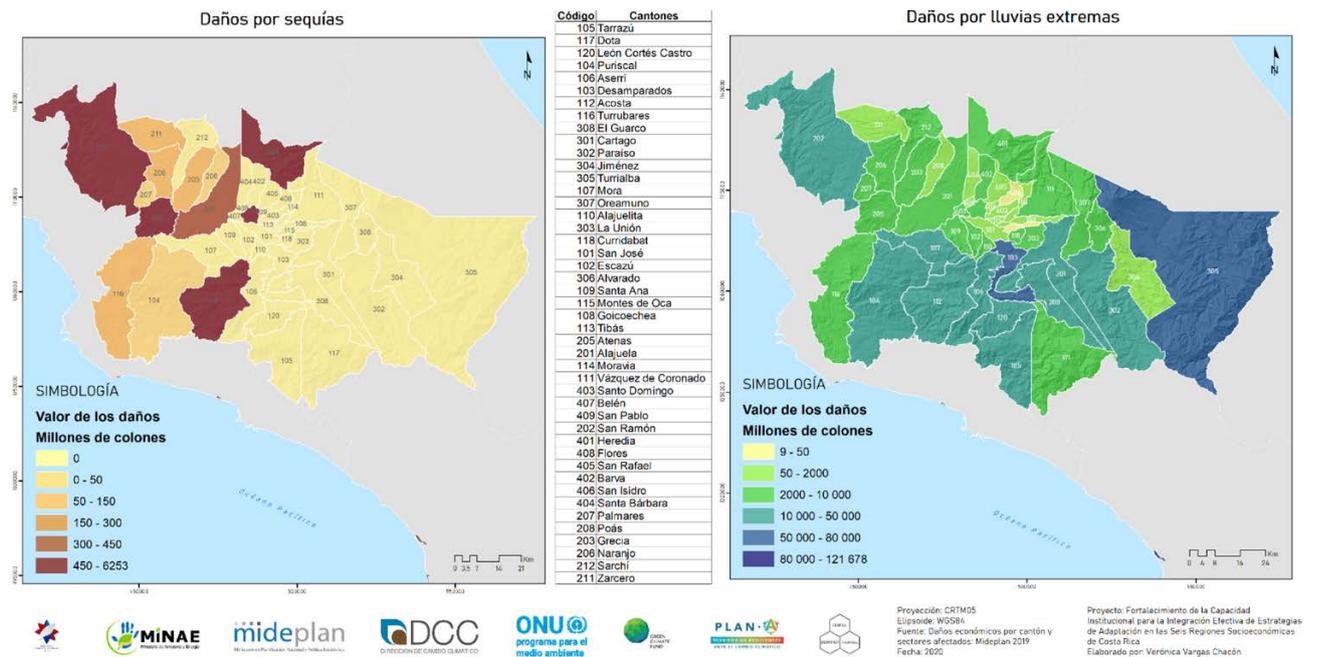


Figura 3.28 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Central declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Algunos factores que inciden en la vulnerabilidad de la Región Central ante el cambio climático incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Personas en condición de pobreza, con viviendas en zonas de riesgo.
- Brechas que limitan la participación en toma de decisiones.
- Pendientes pronunciadas y muy vulnerables a deslizamientos.
- Alta movilización de la población en infraestructura vial obsoleta.
- Comercio, turismo y empleo asociado colapsados por la pandemia del COVID-19.
- Alta dependencia del recurso hídrico para uso doméstico y de las actividades productivas.
- Mal manejo de aguas pluviales, fluviales y servidas.
- Contaminación de fuentes de agua, invasión de áreas de protección.

- Escasa trama verde urbana, perjudicando la infiltración, la circulación del aire e incidiendo en la falta de sombra.
- Generación hidroeléctrica altamente expuesta a la disminución de lluvias.
- Falta de planificación urbana y crecimiento desordenado.
- Poco estímulo a la investigación + desarrollo + innovación (I+D+i) climática para implementar soluciones de la adaptación y de gestión del riesgo.

De acuerdo con las vulnerabilidades indicadas, algunos potenciales impactos asociados al clima en la Región Central son (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Cambios en la composición y distribución de especies.
- Reducción en los servicios ecosistémicos de bosques y humedales.

- Interrupción constante de flujos de agua y energía.
- Aumento de los costos de producción.
- Baja productividad de la actividad agropecuaria y agroindustrial.
- Pérdida de competitividad industrial, tecnológica y comercial.
- Desmejoramiento de la calidad de la experiencia turística.
- Reducción de la demanda turística y pérdida de los medios de vida de personas pobladoras.

3.2.2.2. REGIÓN CHOROTEGA

Se ubica en el Pacífico Norte. Abarca 10.141 km², el 20% del territorio nacional y 15% de su territorio corresponde a ASP. Cuenta con 393.788

habitantes (ENAH0, 2020). El 32% de los hogares vive en condición de pobreza y el 9% en pobreza extrema; 52% de los hogares pobres tienen jefatura femenina (ENAH0, 2020).

Su clima es seco, con temperaturas entre 21 ° y 36 °C. La época seca va de noviembre a mayo y la lluviosa de mayo a noviembre. En época lluviosa, está influenciada por los vientos del Pacífico, responsables de las precipitaciones. Comprende varias cuencas.

Las principales actividades productivas son la agricultura y el turismo. En producción agropecuaria hay caña, melón, sandía, arroz y carne de bovino. Aunque el turismo es favorecido por la presencia del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, pocas personas locales logran laborar ahí. Destaca también la producción de energía hidroeléctrica (21,5% del total del país), eólica y

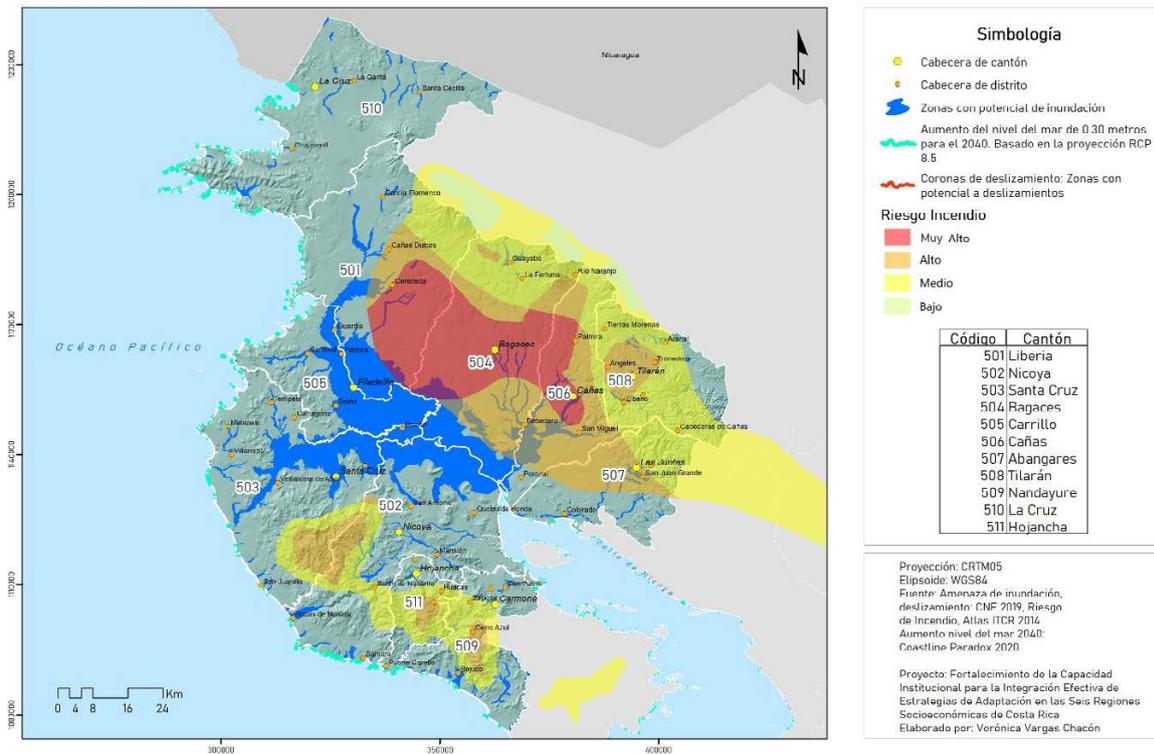


Figura 3.29 Región Chorotega: Mapa de aumento del nivel mar, inundaciones e incendios.

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).



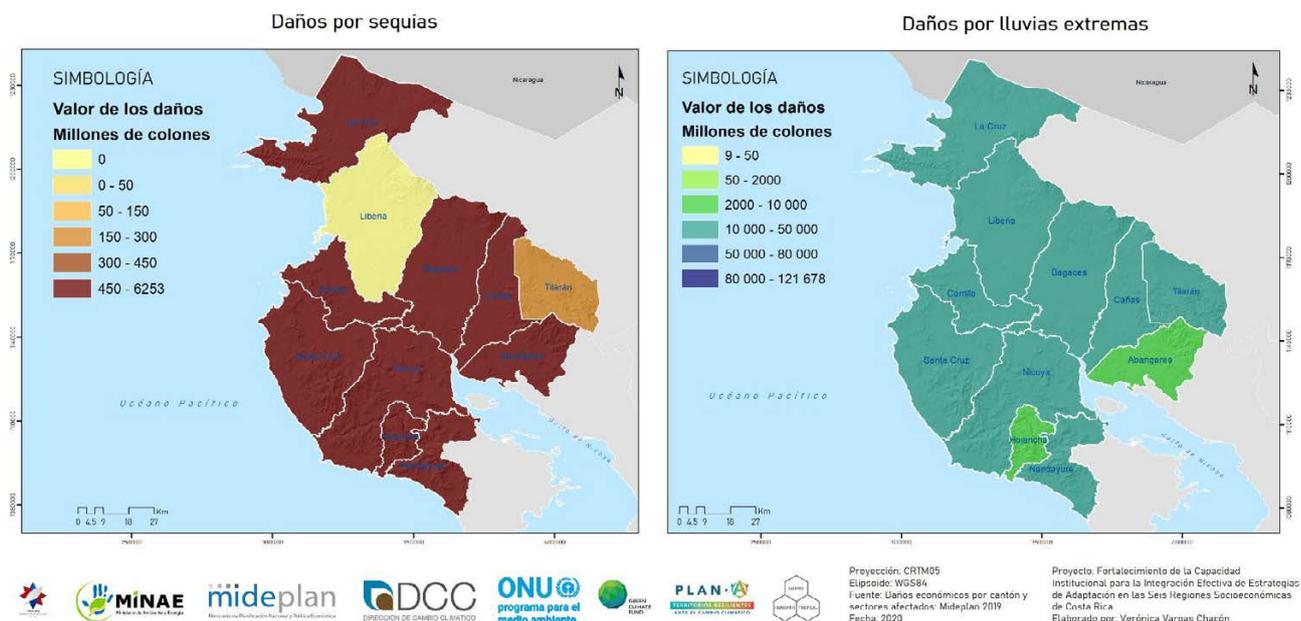


Figura 3.30 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Chorotega declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

geotérmica, porque Guanacaste aporta el 40% de energía limpia del país. Todas estas actividades ejercen alta demanda del recurso hídrico, especialmente el turismo (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Las amenazas derivadas del calentamiento global en la Región Chorotega incluyen: sequías, temperaturas extremas, huracanes y tormentas tropicales, lluvias extremas, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

Factores de vulnerabilidad al cambio climático de la región incluyen los relacionados con su geografía e hidrología, la baja altura de las costas y las llanuras que se inundan (ver figura 3.29).

La mayoría de los EME en la Región Chorotega son secos y la disminución de las lluvias impacta la agricultura y la producción de carne. La región

también experimenta eventos extremos lluviosos en mayo-junio y setiembre-octubre. Entre 1980-2017, lluvias intensas y algunas tormentas convectivas fueron provocadas principalmente por sistemas de baja presión, el desplazamiento de la ZCI y por ondas tropicales (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020). La estimación de las pérdidas económicas por eventos extremos declarados como emergencia nacional entre 1988 y 2018, se ofrece en la figura 3.30.

Esta región es vulnerable por su desarrollo turístico, agropecuario, agroindustrial y energético (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020) e inciden factores como:

- Pobreza y hogares pobres en zonas de riesgo, con acceso limitado al agua potable.
- Afectación de ASP por incendios, inundaciones, sobrepesca y otros.
- Fincas de plantación (caña, arroz, melón, sandía) con requerimientos hídricos elevados.

- Ganadería vulnerable a sequías y escasez de agua.
- Atractivos, plantas y servicios turísticos ubicadas en zonas con pérdida de costa.
- Pocos encadenamientos productivos alrededor de la actividad turística.
- Lejanía de los centros económicos del país (GAM).
- Sistemas de abastecimiento y tratamiento de aguas ineficientes y obsoletos.
- Conflictos por el acceso al recurso hídrico.
- Falta de ordenamiento territorial con visión de largo plazo.
- Falta de enfoque preventivo y de gestión de riesgo por amenazas climáticas.

Los potenciales impactos del cambio climático asociados al clima podrían ser:

- Reducción de precipitaciones.
- Cambios en la composición y distribución de especies.
- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Reducción en los servicios ecosistémicos dados por los bosques, manglares y arrecifes.
- Disminución de la capacidad operativa por deterioro de servicios (agua, infraestructura).
- Disminución de los rendimientos agropecuarios y pérdida de competitividad del sector.
- Inseguridad alimentaria de la población local y nacional.
- Pérdida de competitividad del turismo.

3.2.2.3. REGIÓN PACÍFICO CENTRAL

Su extensión es de 3.910 km^2 , alrededor del 8% del territorio nacional. Cuenta con más de 243.000 habitantes (INEC, 2011), o sea, 6% de la población del país. La topografía es diversa, e incluye una zona baja, desde el nivel del mar hasta

los 200 msnm, de suelos aluviales por la erosión de las zonas altas. La zona media va de 200 a 700 msnm y la zona alta desde 700 a 1400 msnm.

Presenta tres climas: a) seco, con precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm, con temperaturas promedio de 27,5 °C, y una larga estación seca de noviembre a mayo; b) lluvioso en los alrededores del Golfo de Nicoya y desde Jacó hasta Punta Uvita, con precipitación entre 2.000 y 3.500 mm y una estación seca moderada, con lluvias de abril a noviembre; c) fresco en las zonas más altas (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

La economía gira alrededor del turismo de sol y mar, naturaleza y aventura, el transporte marítimo y terrestre de mercancías asociado a la actividad portuaria de Caldera y Puntarenas y la agricultura (arroz, sandía, palma aceitera), ganadería y pesca (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Las amenazas derivadas del calentamiento global incluyen: sequías, temperaturas extremas, huracanes y tormentas tropicales, lluvias extremas, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

Las costas e islas de esta región son vulnerables al aumento del nivel del mar, mientras que ante eventos extremos lluviosos, la región es vulnerable a inundaciones y deslizamientos, principalmente en Parrita y la cuenca baja de los ríos Naranjo y Savegre (figura 3.31).

La región ha registrado máximos de eventos hidrometeorológicos extremos entre mayo-junio y setiembre-octubre. Entre 1980 y 2017, las lluvias intensas fueron ocasionadas principalmente por bajas presiones, ondas tropicales y la ZCI (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020). Los daños económicos por las amenazas climáticas declaradas como emergencia nacional entre 1988 y 2018 se muestra en la figura 3.32.

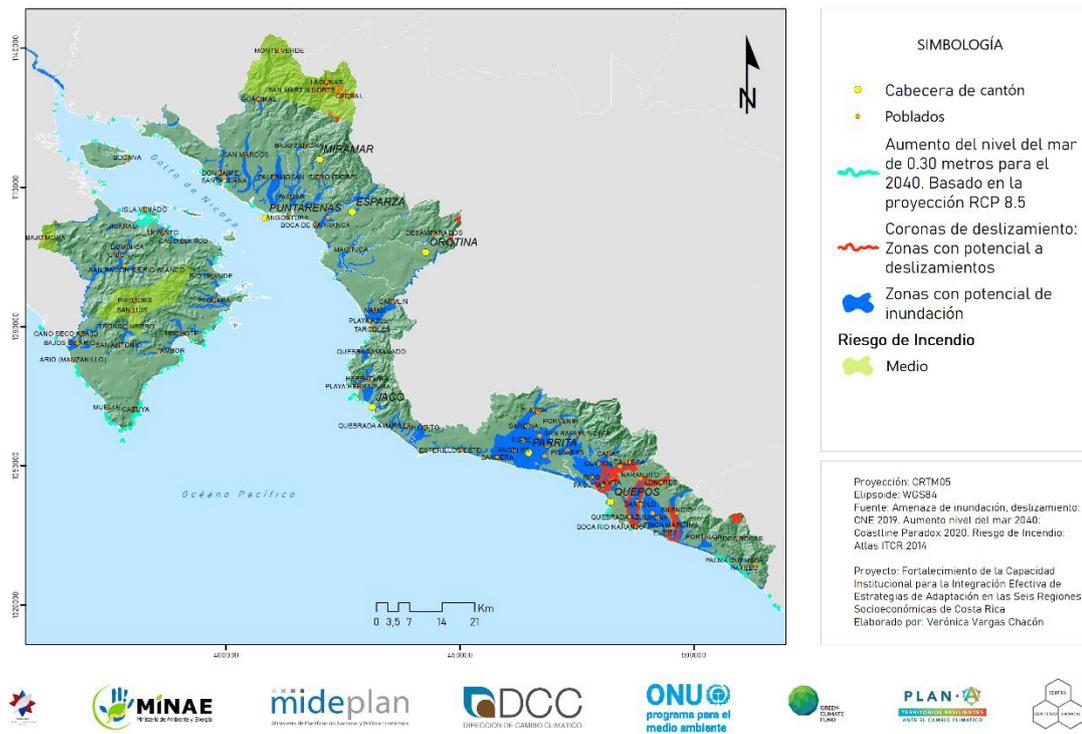


Figura 3.31 Región Pacífico Central: Mapa de zonas con riesgo de aumento del nivel mar, incendios, inundaciones y deslizamientos.

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

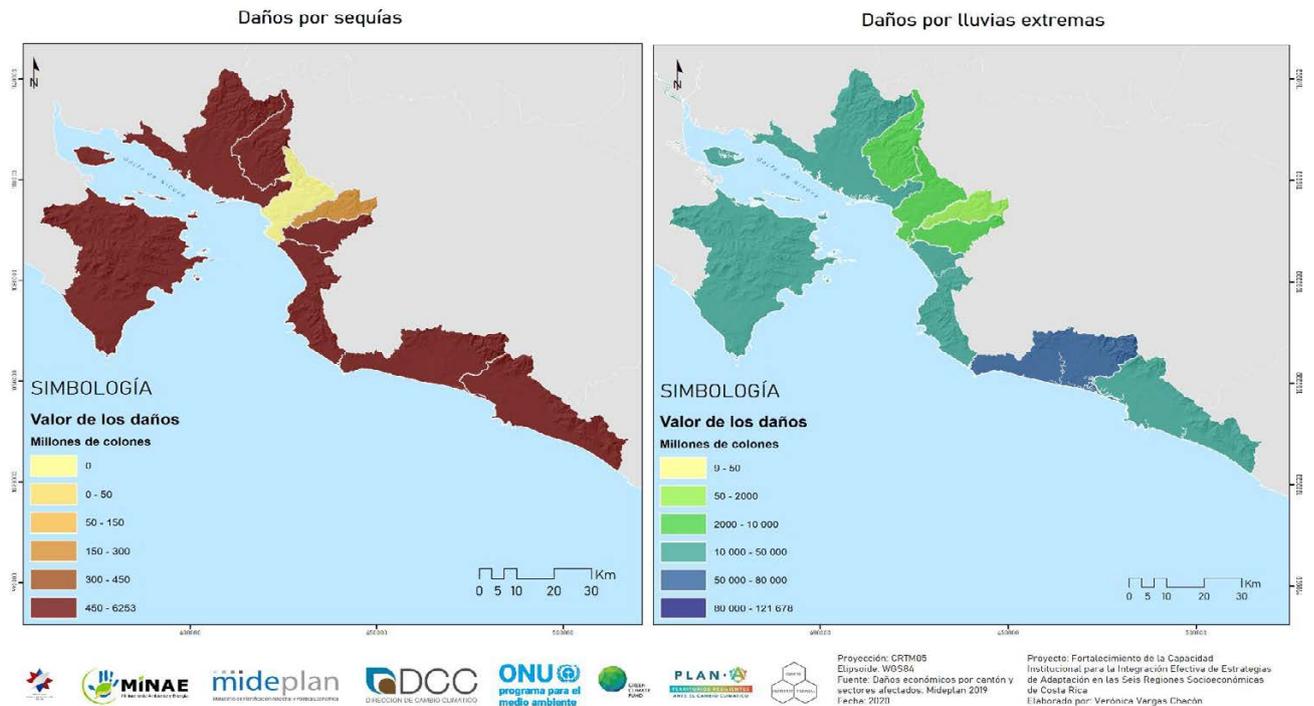


Figura 3.32 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Pacífico Central declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Entre 1988 y 2018, los daños por sequías rondaron \$450-6.253 millones en Puntarenas, Montes de Oro, Orotina, Garabito, Parrita y Aguirre. Los daños más cuantiosos se debieron a lluvias extremas; el 56% fue en infraestructura vial (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020). Hubo muertes por EME por efecto de los huracanes Joan, César, Mitch y Tomas (IMN, 2021).

La Región Pacífico Central tiene factores sociales, económicos, culturales y otros que determinan su vulnerabilidad. Se destacan (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Personas en condición de pobreza, con viviendas en zonas de riesgo y sin opciones de acceso a sitios más seguros.
- Población joven y mujeres con opciones muy limitadas de estudio y empleo de calidad.
- Acceso limitado al servicio de agua potable.
- Afectación en los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos.
- Áreas de protección afectadas por construcciones y actividades agropecuarias.
- Comunidades dependientes del turismo, actividades agropecuarias, pesca artesanal y actividad molusquera.
- Actividades agropecuarias y pesqueras con poco valor agregado.
- Inventario pesquero afectado por cambios en el clima y sobrepesca.
- Turismo, pesca artesanal y empleo asociado colapsados por la pandemia del COVID-19.
- Atractivos, plantas y servicios turísticos e infraestructura en zonas con pérdida de costa.
- Tecnologías ineficientes y con altos consumos energéticos, elevan costos de producción.
- Competencia entre distintos usos del recurso hídrico.
- Sistemas obsoletos de abastecimiento de agua potable y de tratamiento de aguas.

- Infraestructura vial y portuaria obsoleta, con insuficiente protección ante desastres.
- Crecimiento urbano no planificado y sin criterios de riesgo climático.
- Falta de enfoque preventivo y de gestión de riesgo por amenazas climáticas.

De la vulnerabilidad anterior y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos asociados al clima en la Región Pacífico Central (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Cambios en la composición y distribución de especies, así como en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Reducción de generación de servicios ecosistémicos de bosques, humedales y manglares.
- Disminución en la disponibilidad del agua.
- Ampliación de las áreas sujetas a inundación.
- Cambios en la línea de costa y desaparición de islas en el Golfo de Nicoya.
- Variación en el reclutamiento de las poblaciones de interés pesquero.
- Disminución de los rendimientos agropecuarios y en la demanda turística.
- Pérdida de competitividad del sector agropecuario y pesca y del turismo.
- Pérdida de los medios de vida de los pobladores.
- Inseguridad alimentaria de la población local y nacional.
- Desestimulo al desarrollo empresarial.

3.2.2.4. REGIÓN BRUNCA

Localizada al sureste del país, abarca 9.528 km², el 19% del territorio nacional. Cuenta con más de 328.645 de habitantes, que representan cerca del 8% de la población del país.

Su relieve es muy irregular, incluye la Cordillera de Talamanca que alcanza 3.820 msnm y la Fila

Brunqueña, de menor altitud. Entre ambos sistemas hay valles con importantes centros de población. El clima es tropical húmedo muy lluvioso. La temperatura promedio es de 23,7°C, pero varía con la altitud hasta alcanzar los 0°C en el Cerro Chirripó. El promedio de precipitación es 3.800 mm, aunque también varía entre microclimas.

Las actividades económicas se concentran en cultivo de café, granos, tubérculos, hortalizas, frutas, piña, palma aceitera, caña de azúcar y ganadería. La agroindustria se enfoca en café, caña, piña, arroz, maíz, frijol y productos forestales. El turismo se desarrolla en Osa alrededor del Parque Nacional Corcovado y el Parque Nacional Marino Ballena, así como en los alrededores del Parque Nacional Chirripó y el Parque Internacional de La Amistad. Además, el Depósito Libre de Golfito

atrae a turistas nacionales (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Las amenazas derivadas del calentamiento global en la Región Brunca incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

La región es propensa a inundaciones en los valles y planicies, y a deslizamientos, debido a eventos hidrometeorológicos extremos (figura 3.33).

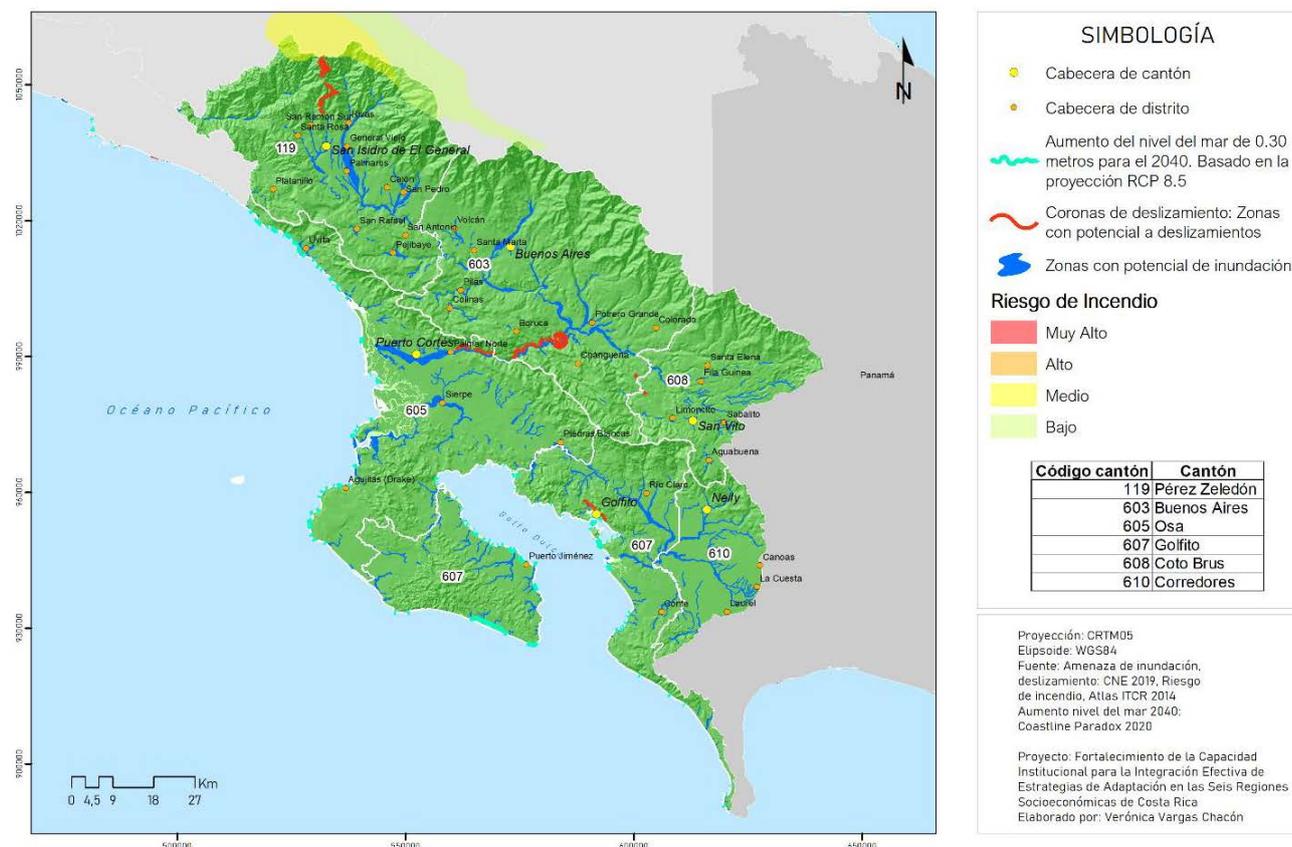


Figura 3.33 Región Brunca: Mapa de aumento del nivel mar, inundaciones, deslizamientos e incendios.

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).



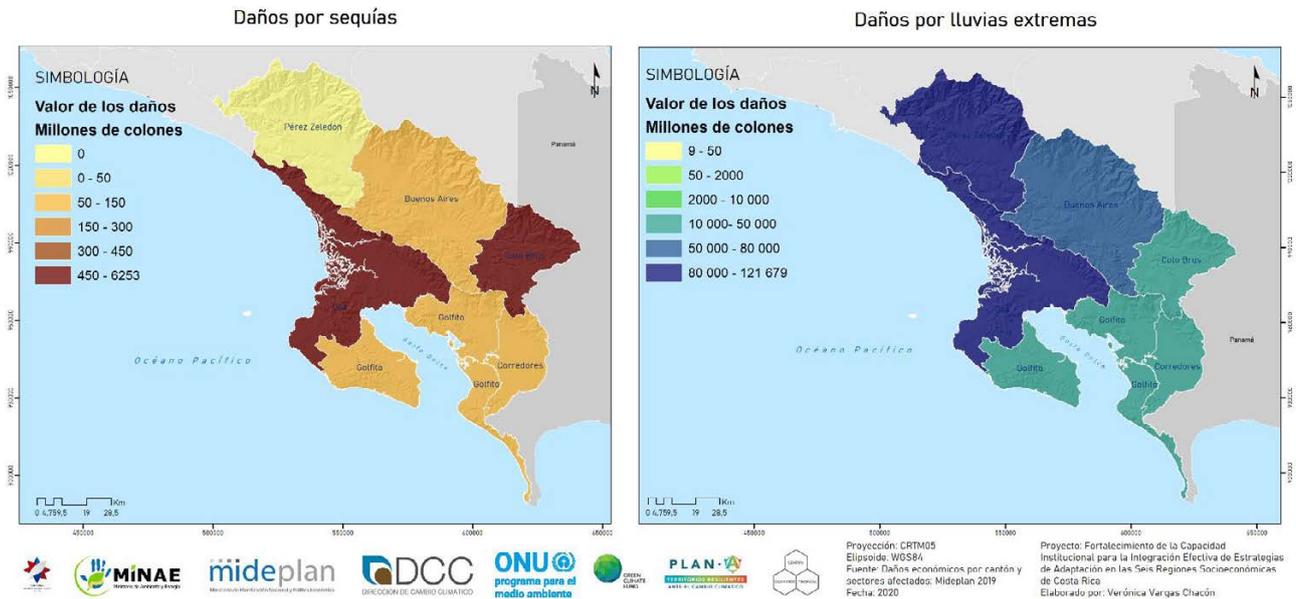


Figura 3.34 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Brunca declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Los cantones con mayores daños por sequías entre 1988 y 2018 fueron Osa y Coto Brus, seguidos por Pérez Zeledón, Buenos Aires, Golfito y Corredores (figura 40). El valor de los daños por lluvias extremas en el mismo periodo, excedió el de las sequías y los cantones más afectados fueron Osa y Pérez Zeledón, seguidos por Buenos Aires. La afectación mayor fue en infraestructura vial con un 60% (figura 3.34).

Los factores de vulnerabilidad de la Región Brunca son (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Altos índices de pobreza y de pobreza extrema con brechas de desigualdad.
- Personas en condición de pobreza habiendo zonas de riesgo y sin opciones de reubicarse.
- Pocas oportunidades de acceso a educación, capacitación y empleo de calidad.
- Doce territorios indígenas con inseguridad territorial.
- Ecosistemas degradados y afectaciones en sus servicios ecosistémicos.

- Economía regional poco dinámica y diversificada, con baja participación en exportaciones.
- Comunidades costeras y rurales dependientes del turismo, lo agropecuario y la pesca.
- Actividades turísticas, agrícolas, pecuarias y de pesca con poco valor agregado y empleo.
- Poco estímulo a las MIPYMES y a la inversión privada.
- Atractivos turísticos, servicios e infraestructura ubicados en áreas con pérdida de costa.
- Destinos turísticos lejanos, dependientes de limitadas vías de acceso.
- Sistemas obsoletos de abastecimiento de agua potable y de tratamiento de aguas.
- Infraestructura (vial, urbana, telecomunicaciones, productiva) obsoleta e insuficiente.
- Falta de ordenamiento territorial.

Dada la vulnerabilidad, los siguientes son potenciales impactos que podría experimentar la región por efecto del cambio climático (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Cambios en la composición y distribución de especies.
- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Reducción de los servicios ecosistémicos de bosques, humedales, manglares y arrecifes.
- Disminución de la disponibilidad del agua.
- Incendios en el Parque Nacional Chirripó.
- Cambios en la línea de costa y ampliación de las áreas sujetas a inundación mareal.
- Pérdida de competitividad de los sectores agropecuario, pesquero y turístico.
- Deterioro de la oferta de atractivos y servicios turísticos y de la imagen internacional.

3.2.2.5. REGIÓN HUETAR NORTE

Se ubica al centro-norte del país y limita con Nicaragua. Cuenta con 9.803 km² (19% del territorio nacional) y con 327.293 habitantes (8% de la población del país). El clima es muy húmedo y es una región muy lluviosa, con una compleja red hídrica e importantes áreas protegidas.

Las actividades económicas son predominantemente agropecuarias; más de la tercera parte de su población económicamente activa se dedica a agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido de comercio y manufactura. Aunque sólo 5% de la población se dedica al turismo, esa actividad es una apuesta al desarrollo de empresas (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

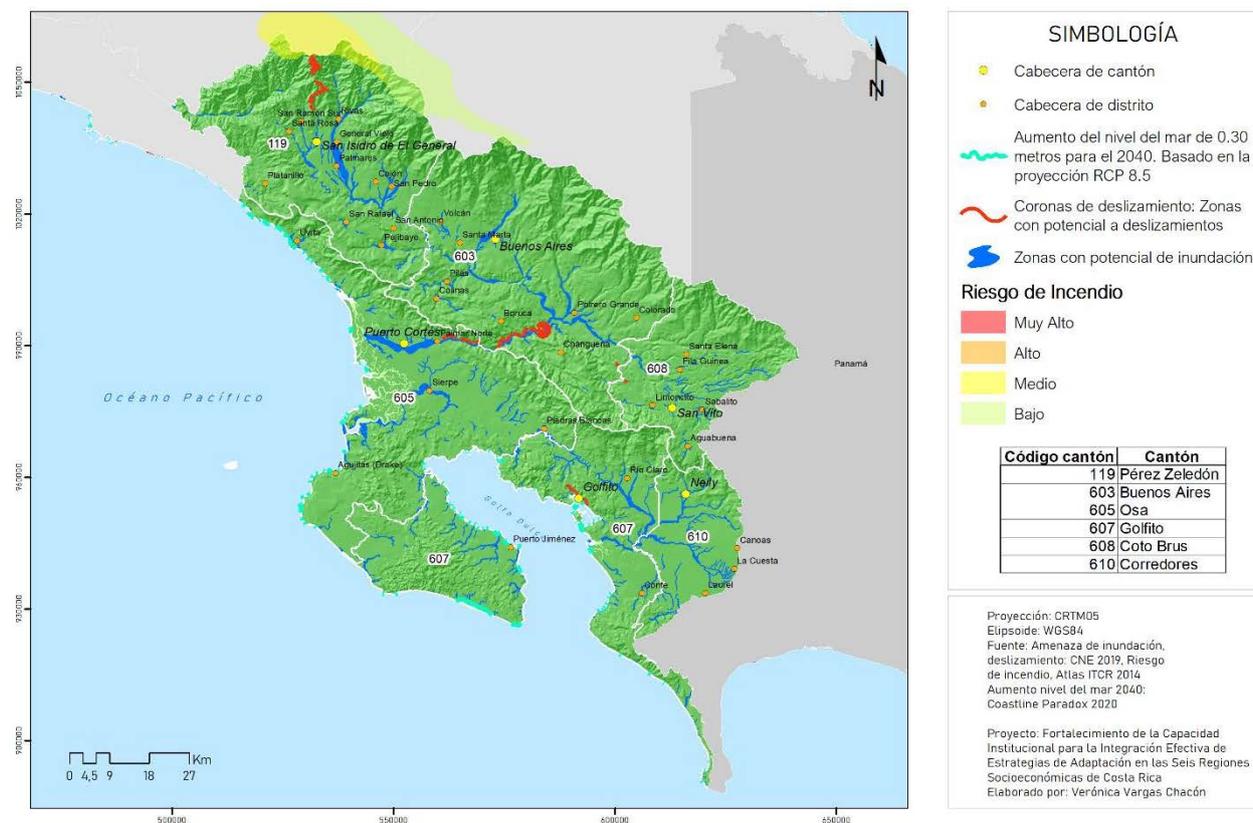


Figura 3.35 Región Huetar Norte: Mapa de inundaciones, deslizamientos y potenciales incendios.

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020)



Hay un sector cooperativo fuerte en generación y distribución de energía eléctrica, industrialización agropecuaria, artesanías, transportes, servicios turísticos y financieros. También hay varias universidades públicas y privadas. Parte de la población recibe transferencias de migrantes a los Estados Unidos, que luego invierten en su mayoría en pequeños negocios, contribuyendo a la dinámica comercial (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Las amenazas derivadas del calentamiento global en la región incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento de la temperatura, pérdida de la biodiversidad, degradación de suelos y bosques.

Vulnerabilidad

La Región Huetar Norte es propensa a inundaciones y deslizamientos en época lluviosa y durante eventos extremos lluviosos (figura 3.35).

Los cantones que más muertes han reportado por EME son San Carlos, Upala y Sarapiquí (IMN, 2021). Las mayores pérdidas económicas por sequías (figura 3.36) se han ubicado en Upala, Los Chiles y San Ramón. Las mayores pérdidas económicas por lluvias (figura 3.36) ocurrieron en Guatuso, Los Chiles y San Carlos, Sarapiquí y Upala. El 85% de los daños correspondieron a infraestructura y pérdidas en el sector agrícola (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

La Región Huetar Norte exhibe factores de vulnerabilidad en su desarrollo agropecuario, agroindustrial y turístico (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), siendo los más relevantes:

- Condiciones desfavorables de desarrollo social con índices de desarrollo muy bajos.
- Población local e inmigrante con pocas oportunidades, lo que alienta la migración.

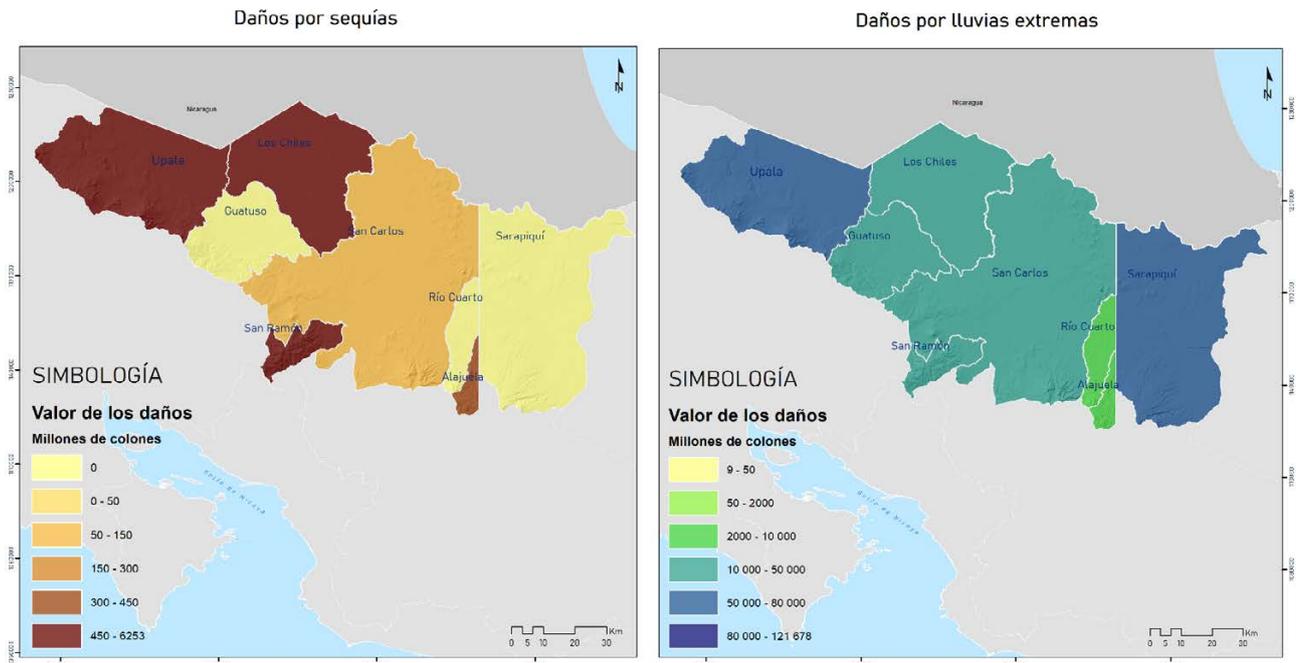


Figura 3.36 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Huetar Norte declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

- Mujeres con mayor dificultad para participar en el mercado laboral.
- Presión sobre bosques y humedales por deforestación y contaminación.
- Deterioro de la capacidad de los ecosistemas naturales.
- Invasión a áreas de protección.
- Sistemas poco eficientes de potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales.
- Infraestructura vial obsoleta y sensible al clima.
- Baja capacidad de que los procesos productivos creen encadenamientos.
- Prácticas agrícolas y pecuarias obsoletas que generan pérdidas por sequía e inundaciones.
- Turismo y empleo asociados colapsados por la pandemia del COVID-19.
- Afectación de la calidad y cantidad del recurso hídrico disponible.
- Falta de ordenamiento territorial y de prevención de riesgo por amenazas climáticas.

Los potenciales impactos asociados al clima en la Región Huetar Norte podrían incluir (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Disminución en la disponibilidad del agua.
- Reducción de los atractivos turísticos naturales.
- Disminución de la productividad del sector agropecuario, agroindustrial, turístico y otros.
- Pérdida de la competitividad del sector agropecuario, agroindustrial, turístico y otros.

3.2.2.6. REGIÓN HUETAR CARIBE

Esta región abarca la costa Caribe. Tiene 9.188 km² que equivalen al 18% del territorio nacional y

e 39% del territorio es área protegida. Aquí viven 460.168 personas (ENAH0, 2020) y hay enorme multiculturalidad.

El clima es muy húmedo, con temperaturas entre 27° y 30° C, que descienden hasta los 0° en el Cerro Chirripó. Las lluvias se mantienen entre los 100 y 200 mm en los meses menos lluviosos. Presenta dos periodos relativamente secos: entre febrero y marzo y entre setiembre y octubre. El relieve incluye llanuras aluviales hacia el norte y este y montañas hacia el sur y oeste. La recorren muchos ríos y tiene acuíferos importantes.

Entre las actividades económicas, predomina la agricultura de banano, piña y plantas ornamentales de exportación, así como actividades portuarias y de transporte. La principal vía de acceso es la Ruta 32, por donde transita la mayoría de las importaciones y exportaciones del país. El turismo se concentra en Cahuita - Puerto Viejo - Manzanillo en el Caribe Sur y en Tortuguero. El turismo de cruceros ha crecido en los últimos años (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Las amenazas derivadas del calentamiento global en la Región Huetar Caribe incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020): huracanes y tormentas tropicales, lluvias extremas, aumento gradual de la temperatura, pérdida de la biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

La región es sensible a inundaciones, deslizamientos por lluvias intensas en periodos cortos de tiempo y saturación de los suelos en áreas de grandes pendientes (figura 3.37). Áreas muy expuestas son las cuencas de los ríos Tortuguero, Reventazón, Bananito y Sixaola.

Entre 1988-2017, los eventos extremos se asociaron principalmente a frentes fríos y ondas tropicales, que ocasionaron desbordamiento de ríos, deslizamientos y anegaciones. También, se

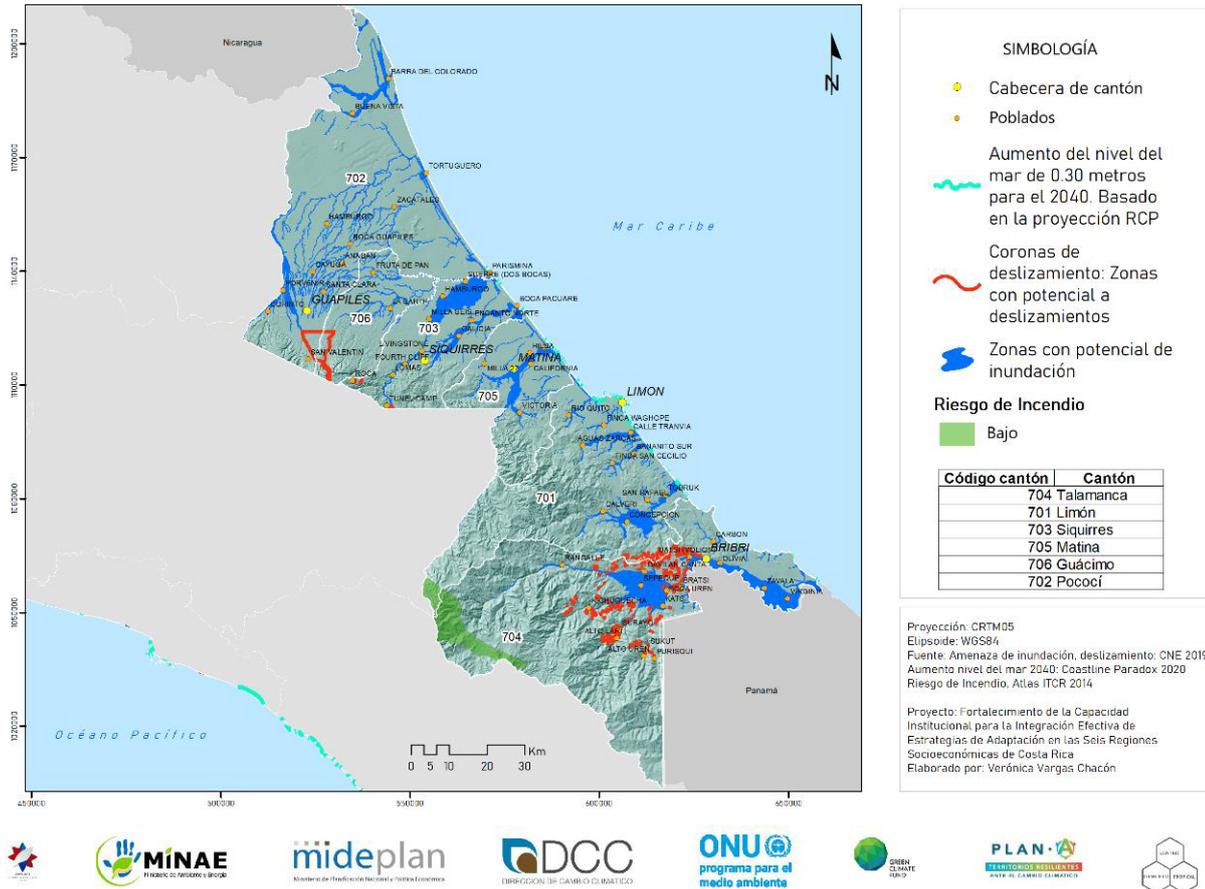


Figura 3.37 Región Huetar Caribe: mapa de riesgo del aumento del nivel del mar, inundaciones, deslizamientos e incendios. Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

registraron algunos eventos secos que afectaron la agricultura con pérdidas millonarias en la producción bananera (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020). Talamanca es el cantón donde más personas fallecieron por EME, pues la frecuencia de las precipitaciones, la densa red fluvial y las extensas llanuras propician inundaciones, deslizamientos y avalanchas de agua y lodo (IMN, 2021). La figura 3.38 muestra la cobertura regional del valor económico estimado de los daños por eventos hidrometeorológicos declarados como emergencia nacional. Las mayores pérdidas económicas por eventos extremos lluviosos se dieron en Pococí y Talamanca.

La Región Huetar Caribe tiene vulnerabilidades dado su desarrollo turístico, agropecuario y

portuario. Se destacan los siguientes (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

- Alto rezago escolar y oferta educativa desconectada del mercado laboral regional.
- Falta de empleo y de oportunidades de emprendimiento para poblaciones vulnerables.
- Baja tasa de ocupación femenina.
- Pococí, Limón y Talamanca tienen bajo acceso a servicios de salud y vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por vectores.
- Bajo índice de desarrollo social (IDS) en territorios indígenas.
- Las distintas culturas presentes se relacionan y se comunican muy poco entre sí.
- Comunidades en zonas costeras y rurales muy dependientes de agricultura y turismo.

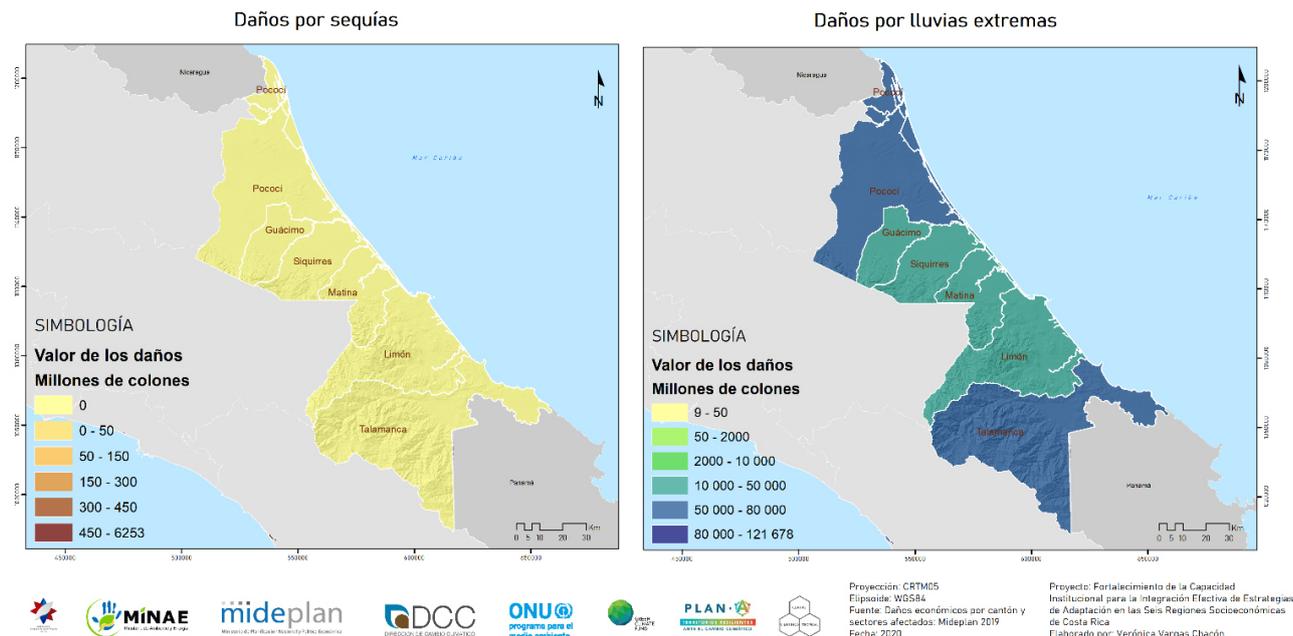


Figura 3.38 Valor económico de los daños por eventos hidrometeorológicos en la Región Huetar Caribe declarados emergencia nacional (1988-2018).

Fuente: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

- Compleja red hídrica, áreas de costa de baja elevación y llanuras de inundación.
- Falta de titulación de tierras.
- Paisaje altamente fragmentado y degradado por la agricultura de plantación.
- Pocos encadenamientos productivos.
- Turismo, pesca artesanal y empleo asociado colapsados por pandemia del COVID-19.
- Atractivos, plantas y servicios turísticos e infraestructura en zonas con pérdida de costa.
- Deficientes sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Inseguridad vial y riesgos por deslizamientos en Ruta 32.
- Ordenamiento territorial deficiente y mala planificación territorial.
- Cambios en la composición y distribución de especies.
- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas.
- Reducción de servicios ecosistémicos brindados por los bosques, humedales y arrecifes.
- Ampliación de las áreas sujetas a inundación mareal.
- Cambios en la línea de costa.
- Disminución de los rendimientos agropecuarios.
- Pérdida de competitividad de sectores agrícola y agroindustriales.
- Deterioro de los atractivos naturales y culturales.
- Pérdida de competitividad del turismo.
- Pérdida de los medios de vida de los pobladores.
- Inseguridad alimentaria de la población local y nacional.

De la vulnerabilidad presentada y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos asociados al clima en la región (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020):

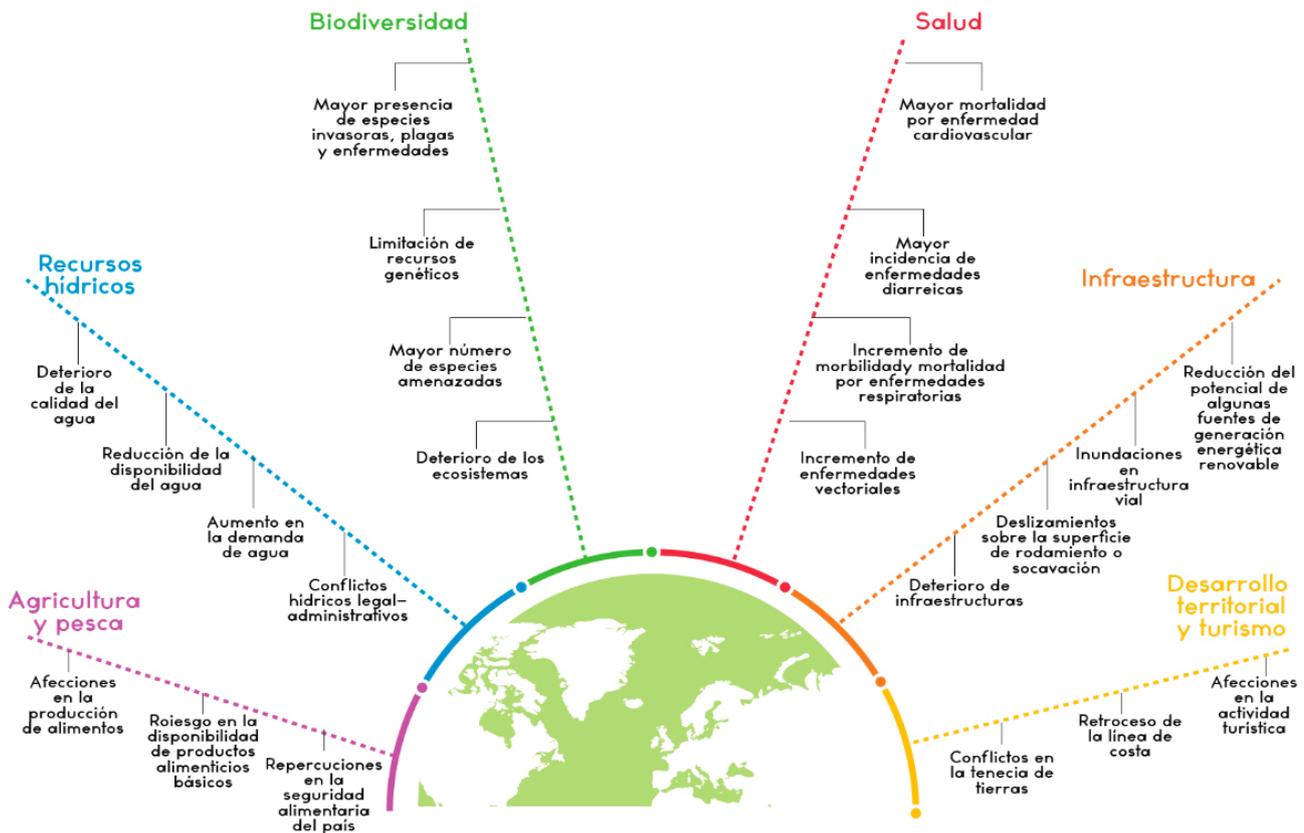


Figura 3.39 Resumen diagnóstico de afectaciones por sector.

Fuente: (MINAE, 2018).

3.2.3. Vulnerabilidad por sectores prioritarios

En 2017, se formuló la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica (MINAE, 2018), que actualmente es el marco rector que orienta las acciones del país en materia de adaptación. Esta sección ofrece un resumen de las principales afectaciones para los seis sectores clave de la política ante los efectos adversos del cambio climático. La figura 3.39 sintetiza las principales afectaciones para los sectores de interés (MINAE, 2018).

3.2.3.1. SECTOR AGROPECUARIO Y PESCA

El sector agropecuario es significativo en las exportaciones del país, tanto en cultivos nuevos (piña, aceite de palma), como tradicionales (café, banano). Costa Rica lidera la exportación de piña, con más del 50% del mercado mundial (OECD /

OCDE, 2017). La ganadería bovina cubre un quinto del territorio nacional (MINAE-MAG, 2015). La pesca y la acuicultura tienen una contribución pequeña y decreciente al PIB de Costa Rica, para 2015 generó USD \$145,4 millones, un 14% menos que en 2011 y solo 0,28% del PIB (OECD / OCDE, 2018). Aún así, la pesca artesanal es una actividad relevante en muchas comunidades (RARE-GreenLAC, 2021).

Las amenazas derivadas del calentamiento global sobre el sector agropecuario y pesca incluyen (RARE-GreenLAC, 2021), (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MINAE-MAG, 2015), (SEPSA, 2015b): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

El sector agropecuario y pesquero es de los más vulnerables al cambio climático, por su dependencia de los recursos naturales. La intensidad y frecuencia de las lluvias pueden causar inundaciones que desencadenan pérdidas en los sistemas agroproductivos y pesqueros.

Entre 1988 y 2019 el sector registró 5.994 afectaciones por fenómenos naturales, el 98,8% fue por eventos hidrometeorológicos (PEN, 2020b). Entre 1988 y 2015, las pérdidas en este sector se estimaron en US \$460 millones por daños por EHE. No obstante, en ocasiones en que ha habido baja precipitaciones el sector ha sido afectado por sequías. A esto se debe sumar el impacto que tuvo el COVID-19 en 2020, con 28.000 millones de colones en pérdidas (PEN, 2020b).

El sector agropecuario y pesca posee los siguientes factores que determinan su vulnerabilidad al cambio climático (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (OECD / OCDE, 2017):

- Bajos niveles de escolaridad de la fuerza laboral en el campo.
- Alta informalidad del trabajo en zonas rurales y costeras; muchas son mujeres.
- Personas trabajadoras del sector en condición de pobreza y habitando zonas de riesgo.
- Sector agropecuario tradicional de pequeños productores con baja productividad y dificultades para reducir pobreza rural.
- Limitada integración del pequeño agroproductor y pescador a las cadenas de valor.
- Infraestructura insuficiente.
- Alta dependencia de monocultivos.
- Sobrepesca y prácticas de pesca no sostenibles.
- Cultivos con requerimientos hídricos elevados y dependencia de sistemas de riego.
- Fincas ganaderas muy dependientes del recurso hídrico.
- Acceso limitado a financiamiento.

- Falta de enfoque preventivo y de gestión de riesgo del sector agropecuario y pesca.
- Falta de ordenamiento territorial con visión de largo plazo.

Por lo anteriormente mencionado, es posible identificar los siguientes potenciales impactos (RARE-GreenLAC, 2021), (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MINAE, 2018), (SEPSA/FAO/SE-LAC, 2016), (SEPSA/MAG, 2010):

- Cambios en la composición y distribución de plagas agropecuarias, afectando los rendimientos.
- Cambios en la distribución de cultivos agrícolas.
- Disminución de la disponibilidad del agua para la agricultura y la ganadería.
- Alteración de ecosistemas costeros y marinos relevantes para la reproducción de especies comerciales.
- Disminución de la productividad agropecuaria y pesquera.
- Afectación de los procesos de transformación y comercialización de la producción agropecuaria y pesquera.
- Daños severos y pérdidas recurrentes de los activos agropecuarios y pesqueros.
- Afectación en las exportaciones de productos agropecuarios y pesqueros.
- Pérdida de competitividad del sector.
- Pérdida de los medios de vida de agricultores, ganaderos y pescadores.
- Aumento de pobreza y desempleo en el ámbito rural.
- Afectación en la producción, distribución y disponibilidad de alimentos.
- Inseguridad alimentaria y nutricional en la población local y nacional.

3.2.3.2. SECTOR RECURSO HÍDRICO

El sistema hídrico es un pilar fundamental del desarrollo de Costa Rica. La economía ha gozado

de la abundante oferta y la calidad del recurso, que además contribuye con la seguridad sanitaria, energética y alimentaria. De hecho, el artículo 50 de la Constitución Política reconoce y garantiza el acceso al agua como un derecho humano.

Del total de agua extraída en 2019, 92% fue para generar electricidad. Otros usos destacados son riego, consumo humano, agroindustrial e industrial.

En los últimos años aumentaron los racionamientos de agua por la disminución en la capacidad hídrica resultante de la variabilidad climática. Con inversiones importantes en infraestructura hídrica, los períodos de afectación se podrían reducir hasta un 50% (PEN, 2020b).

En cuanto a tratamiento de aguas residuales, 77% de la población usa tanque séptico, 22% tiene alcantarillado sanitario y 14% cuenta con un servicio de saneamiento gestionado de forma segura. Aunque la cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ha crecido, solo 31,8% opera correctamente. Sigue pendiente realizar conexiones domiciliarias a la PTAR Los Tajos para recolectar las aguas residuales del Área Metropolitana de San José y finalizar la red sanitaria de macro-colectores (PEN, 2020b).

Las amenazas derivadas del calentamiento global sobre este sector incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, degradación de suelos y bosques, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Vulnerabilidad

El sector recurso hídrico exhibe los siguientes factores que determinan su vulnerabilidad frente al cambio climático (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020) (PEN, 2020b) (MINAE, 2018):

- Según AyA, en 2019 los manantiales del país experimentaron una reducción del

20%, afectando en la GAM a unas 500.000 personas.

- Cerca de 335.250 personas no tuvieron acceso al agua potable en 2019, 6,6% del total.
- Hay pérdida de cobertura vegetal en áreas de protección y de recarga acuífera.
- Extracción no sostenible o no reportada, por ejemplo, de pozos ilegales.
- Contaminación de fuentes hídricas.
- Actividades productivas dependientes del recurso hídrico: agricultura, ganadería, pesca, agroindustria, turismo, servicios, producción hidroeléctrica, otras.
- Sistemas de riego poco eficientes y obsoletos.
- Sistemas deficientes de potabilización y distribución del agua y del tratamiento de aguas.
- Servicio deficiente de alcantarillado pluvial.
- Pocas opciones financieras para nuevas tecnologías de gestión del agua y energía.
- Falta de ordenamiento territorial con visión de largo plazo, incorporando la variable hídrica.
- Aumento en la demanda del agua en 2020 por la emergencia por el COVID-19.

A raíz de tales vulnerabilidades y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos sobre el sector recurso hídrico (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (PEN, 2020b), (MINAE, 2018):

- Reducción de los servicios ecosistémicos de bosques y humedales, principalmente aquellos asociados al ciclo del agua.
- Desplazamiento del agua dulce por agua salada en los acuíferos costeros.
- Escasez de recurso hídrico en época seca.
- Reducción de la oferta hídrica para consumo humano y para producción y distribución de energía hidroeléctrica.

- Encarecimiento del costo de producción hidroeléctrica.
- Incremento de sequías, por ejemplo, en la Región Chorotega.
- Incendios forestales en algunas regiones en época seca.
- Destrucción parcial o total de obras de captación y conducción del agua por EME.
- Disminución de la capacidad operativa y de servicios de distribución de agua potable.
- Disminución de la capacidad operativa del tratamiento de aguas servidas.
- Demanda insatisfecha por la reducción en la disponibilidad del recurso.
- Conflictos entre usuarios por el recurso hídrico.
- Pérdida de competitividad de sectores productivos.
- Reducción del bienestar y la calidad de vida de las familias.
- Seguridad hídrica futura limitada por el riesgo de contaminación de fuentes de agua.

3.2.3.3. SECTOR BIODIVERSIDAD

Costa Rica posee y conserva una rica biodiversidad, de la cual se reconocen diferentes niveles (SINAC-CONAGEBIO-MINAE, 2016):

- 1) Ecosistemas terrestres y costero-marinos: bosque tropical lluvioso, bosque tropical seco, bosque tropical nuboso, páramo, humedales, manglares, arrecifes de coral, otros.
- 2) Especies: forestales maderables y no maderables, vertebrados, invertebrados, microorganismos, otras.
- 3) Recursos genéticos: todo material de naturaleza biológica (plantas, animales, microorganismos) y su información genética.
- 4) Elementos intangibles: innovación, conocimiento, prácticas tradicionales con valor real o potencial, en asociación con recursos genéticos y bioquímicos.

La biodiversidad también es fuente y provisión de servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo hidrológico, la fertilidad y salud de los suelos y la regulación microclimática. Además, el turismo, la pesca, la acuicultura, la agricultura y la silvicultura dependen de la biodiversidad (SINAC-CONAGEBIO-MINAE, 2016).

En las últimas décadas, el país ha recuperado su cobertura boscosa hasta llegar a un 59% del territorio en 2020 (BM), gracias al establecimiento de ASP, la participación de la sociedad civil y del sector productivo en los corredores biológicos y el PPA. El país actualmente destina a la conservación 1.303.055 ha en ASP y 1.550.190 ha en áreas marinas protegidas (PEN, 2020b).

Las amenazas del calentamiento global sobre el sector incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MINAE-SINAC-DDC, 2015): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y bosques, acidificación oceánica, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

En relación con pérdidas y daños del sector biodiversidad por la variabilidad y al cambio climático, es importante destacar el impacto de EME y de los incendios forestales. Un caso importante fue la tormenta tropical Nate, que en 2017 impactó el Área de Conservación Guanacaste, el Parque Nacional Santa Rosa, plantaciones forestales y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Bahía Junquillal y ocasionó pérdidas por daños o cierres temporales. Adicionalmente, los incendios forestales entre 2019 y 2020 (marzo y abril) afectaron 2.519 y 1.371 hectáreas respectivamente dentro de ASP. En 2020 el SINAC atendió 67 incendios forestales dentro de las ASP y 149 en otras propiedades, para lo cual debió disponer de funcionarios, voluntarios y brigadas contratadas -1898 personas- así como dar capacitación, equipamiento y soporte logístico (SINAC-MINAE, 2020b). Para 2020, cinco tipos de vegetación fueron las más afectadas por los incendios forestales: sabana natural (47%), pasto

arbolado (13%), bosque secundario (12%), charral (12%) y pastos (8%) (SINAC-MINAE, 2020b).

Vulnerabilidad

El sector biodiversidad exhibe los siguientes factores que determinan su vulnerabilidad frente al cambio climático (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (SINAC-CONAGEBIO-MINAE, 2016), (BID-MINAE-SINAC-DDC, 2015):

- Comunidades indígenas con pocos recursos, oportunidades y servicios.
- Ecosistemas geográficamente restringidos o fragmentados.
- Insuficiente cobertura vegetal o trama verde en centros de población.
- Riesgo de incendios forestales en varias regiones en época seca.
- Comunidades rurales y urbanas altamente dependientes de los servicios ecosistémicos.
- Personas en condición de pobreza con acceso limitado a los servicios ecosistémicos.
- Dependencia del sector productivo al capital natural y los servicios ecosistémicos.
- Pocos encadenamientos productivos que aprovechan sosteniblemente la biodiversidad.
- Extracción no sostenible de recursos, contaminación por agroquímicos y residuos.
- Conflictos entre usuarios por recursos de biodiversidad y servicios ecosistémicos.
- Limitado acceso al conocimiento técnico y científico y su uso en conservación.
- Falta de recursos financieros para el uso sostenible e innovador de la biodiversidad.
- Bajo presupuesto para la protección de la biodiversidad y el paisaje: 0,1% del PIB.
- Falta de ordenamiento territorial y espacial marino con visión de largo plazo.

De la vulnerabilidad presentada y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento

global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos sobre el sector biodiversidad (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MINAE-SINAC-DDC, 2015), (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013a), (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013b):

- Cambios en distribución de las especies por desplazamiento y pérdida de hábitat.
- Disminución en la distribución geográfica y capacidades reproductivas de especies.
- Disminución en la tasa de aumento de madera de algunas especies de árboles.
- Reducción de la salud de bosques, humedales, manglares y arrecifes de coral.
- Reducción o deterioro de las poblaciones de especies amenazadas.
- Deterioro de los servicios ecosistémicos y reducción de su disponibilidad.
- Mayor presencia de especies invasoras, plagas y enfermedades.
- Mayor incidencia de incendios forestales.
- Afectación de humedales, lagunas costeras, estuarios y playas por ingreso del mar.
- Afectación a la anidación de tortugas marinas por alteración de la línea de la costa.
- Reducción de la competitividad de diversas actividades que dependen de la biodiversidad.

3.2.3.4. SECTOR SALUD

Para 2017, la inversión social en el país estuvo direccionada a educación, protección social y salud, lo cual representó el 89,6% del total asignado a la inversión social. En 2017, el gasto nacional en salud correspondió al 9,3% del PIB (MIDEPLAN, 2019).

Con la llegada del COVID-19 a Costa Rica, en marzo de 2020, se inició el shock productivo, fiscal, social y de salud pública potencialmente más grave en la historia moderna del país y sus consecuencias en el largo plazo aún están por verse (PEN, 2020b).

Las amenazas derivadas del calentamiento global sobre el sector salud incluyen (MINSA, 2015), (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020): sequías, temperaturas y lluvia extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, pérdida de biodiversidad, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

En relación con las pérdidas y daños del sector salud por la variabilidad y al cambio climático, se debe destacar lo relativo a enfermedades como malaria, dengue, chikungunya y Zika, todas transmitidas por mosquitos. En 2018 se registraron 108 casos de malaria, un incremento del 483% respecto a 2017. Entre 2014 y 2018, se notificaron 60.194 casos de dengue y 2016 fue el año de mayor incidencia (MINSA, 2019). La fiebre chikungunya reportó 9.214 casos entre 2014 y 2018 y 2015 fue el año de mayor incidencia (MINSA, 2019). El virus Zika se detectó en 2016 y del 2016 al 2018, se notificaron 10.665 casos (MINSA, 2019).

Vulnerabilidad

El sector salud tiene los siguientes factores que inciden en su vulnerabilidad frente al cambio climático: (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (Municipalidad de Curridabat, 2019), (MINAE, 2018), (MINSA, 2015), (MINSA, 2011).

- Sedentarismo de la población y falta de opciones para la actividad física.
- Altas prevalencias de sobrepeso y obesidad.
- Abundantes enfermedades diarreicas (asociadas a la disponibilidad o no de agua potable y a higiene); enfermedades de transmisión vectorial; enfermedades crónicas (diabetes).
- Personas adultas mayores, niñas y niños vulnerables a altas temperaturas e islas de calor.
- Altos índices de pobreza y familias con jefatura femenina.

- Mayor dificultad de mujeres, jóvenes y personas indígenas para acceder a oportunidades.
- Violencia intrafamiliar, especialmente hacia menores de edad y adultos mayores, principalmente mujeres.
- Comunidades indígenas con pocos recursos, oportunidades y servicios.
- Contaminación de fuentes hídricas.
- Sistemas deficientes de potabilización del agua y del tratamiento de aguas residuales.
- Recurso hídrico escaso en época seca.
- Falta de ordenamiento espacial territorial y costero-marino con visión de largo plazo, incorporando la variable de salud.
- Sobrecarga de los servicios de salud por la emergencia del COVID-19.

De la vulnerabilidad presentada y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos sobre el sector salud (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MINAE, 2018), (MINSA, 2015), (MINSA, 2011):

- Condiciones más cálidas y húmedas facilitan la multiplicación de vectores como mosquitos.
- Incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias.
- Mayor incidencia de enfermedades diarreicas y otras patologías de transmisión hídrica, sobre todo en zonas afectadas por EME.
- Mayor incidencia del cáncer de piel.
- Adultos mayores con más incidencia de enfermedades cardiovasculares por el calor.
- Disminución en la disponibilidad del agua para comunidades humanas.
- Disminución de disponibilidad de agua en comunidades costeras por intrusión salina.
- Destrucción de cultivos y hatos ganaderos por sequías e inundaciones.

- Afectación de la producción, distribución y disponibilidad de alimentos.
- Pérdida de capacidad adquisitiva y de acceso a alimentos por eventos climáticos.
- Inseguridad alimentaria y nutricional en la población local y nacional.
- Destrucción o deterioro por EHE de las infraestructuras que facilitan los servicios de salud.

3.2.3.5. SECTOR INFRAESTRUCTURA

A manera de síntesis, se puede resumir que el país cuenta con una red vial de 44.207 Km (83 km por cada 100 km²), el 18% es red vial nacional (RVN) y el 82% es red vial cantonal (RVC), 27% es pavimento y 73% es lastre y tierra. El país cuenta con dos complejos portuarios principales por donde se moviliza el 80% de los productos de exportación, 50% por Limón y 30% por Caldera. El Aeropuerto Internacional Juan Santamaría maneja un 80% del tránsito aéreo y el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber el 20%; a ellos se suman 88 aeródromos. La infraestructura de saneamiento disponible solo permite procesar el 14% del agua contaminada (PEN, 2020b) (MIDEPLAN, 2019).

En el 2019, la infraestructura costarricense subió 15 puestos en el índice de competitividad global sobre infraestructura, gracias a mejoras en carreteras y puertos. El país pasó del lugar 78 al 63, de 141 naciones evaluadas, lo que lo colocó en el quinto puesto en América Latina. Pese al avance, Costa Rica sigue seriamente rezagada en carreteras. El comportamiento de la inversión pública y privada en los últimos años muestra la urgente necesidad de explorar nuevos mecanismos para realizar obras de infraestructura alternativos al endeudamiento, especialmente luego de la pandemia.

Las amenazas derivadas del calentamiento global sobre el sector infraestructura incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (PRODUS,

2014): sequías, temperaturas y lluvias extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

El sector infraestructura ha tenido pérdidas y daños por la variabilidad y el cambio climático. La infraestructura pública -vial, energética, de agua potable y de riego- ha tenido las mayores pérdidas anuales por EHE y sequías, un 46% de las pérdidas registradas entre 2005 y 2016 (MINAE, 2018). Del 2016 al 2020, las pérdidas por desastres ascendieron a US \$820 millones, un aumento del 266% (CNE, 2021), principalmente por los efectos del huracán Otto y la tormenta tropical Nate que fue la que más pérdidas registró de los últimos 25 años (1% del PIB 2017) (CNE, 2021). En ambos eventos, las pérdidas se concentraron en puentes y carreteras. Estudios del BID y del BM han alertado sobre los alarmantes datos de pérdidas de Costa Rica y la limitada o nula capacidad fiscal del país para enfrentar desastres (CNE, 2021).

Vulnerabilidad

El sector infraestructura exhibe los siguientes factores que determinan su vulnerabilidad frente al cambio climático (RARE-GreenLAC, 2021), (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (PEN, 2020b), (MIDEPLAN, 2019), (MINAE, 2018):

- Infraestructura no adaptada al clima o con tecnologías y diseños obsoletos.
- Zonas rurales y territorios indígenas con infraestructura insuficiente y deficiente.
- ASP con insuficiente infraestructura para su operación y aprovechamiento.
- Construcciones en zonas no aptas o no permitidas.
- Red de vías de baja calidad y que afectan la competitividad país.
- Insuficiente conexión de muchas zonas agropecuarias y turísticas con centros económicos.

- Falta de cobertura de telecomunicaciones en muchas zonas productivas.
- Centros de población con infraestructura deficiente.
- Desarrollo urbano sin opciones de esparcimiento.
- Falta de ordenamiento espacial territorial y costero-marino con visión de largo plazo.
- Pocas opciones financieras para que comunidades, empresas, hoteles, fincas, otros adquieran nuevas tecnologías de adaptación.
- Falta de enfoque preventivo y de gestión del riesgo en el desarrollo de infraestructura.
- Poco aprovechamiento de las oportunidades para el uso de infraestructura verde-azul como soluciones basadas en la naturaleza.

De la vulnerabilidad presentada y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos sobre el sector (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (CNE, 2021), (MINAE, 2018):

- Incremento en el uso de agua y de energía por temperaturas extremas e islas de calor.
- Afectación a la infraestructura por destrucción, desgaste, reposición y mantenimiento.
- Afectaciones a infraestructura costera por inundación y cambios en la línea de costa.
- Interrupción de servicios públicos vitales como salud, educación, energía, agua, telecomunicaciones.
- Aumento en pérdidas y daños a infraestructura.
- Encarecimiento de costos de operación para las actividades productivas.
- Mayores dificultades logísticas y operativas en el traslado de bienes y personas.
- Desestimulo al desarrollo empresarial y productivo.
- Menor atracción de inversiones.
- Pérdida de competitividad.
- Pérdida de empleos.

3.2.3.6. SECTOR TURISMO

Antes de la emergencia mundial por COVID-19, el sector turístico costarricense se calculaba en US\$5.000 millones, un 8,5% del PIB. Al inicio del 2020, Costa Rica registraba meses de crecimiento: 10,4% en febrero y 5,2% en enero por la vía aérea. La incertidumbre y restricciones derivadas de la pandemia causaron que el turismo mundial se desplomara.

Pese al COVID-19 el turismo es y seguirá siendo una actividad muy importante en el país. La industria se ha desarrollado muy fuertemente y planea su recuperación. Cruceros, hospedaje, tours, alimentación, transporte y demás actividades relacionadas con esta industria generaban unos 160.000 empleos directos en 2015 y cerca de 450.000 empleos indirectos (ICT, 2017).

En 2015 Costa Rica pasó del puesto 47 al puesto 42 en competitividad de viajes y turismo, según reporte del Foro Económico Mundial. De los 14 temas analizados, Costa Rica obtuvo las mejores calificaciones en seguridad, fuerza laboral calificada, priorización del turismo en la política pública, planta turística, recursos naturales y salud e higiene. Los temas donde obtuvo calificaciones más bajas fueron infraestructura aérea, infraestructura terrestre y recursos culturales (ICT, 2017). Un tema relevante para la competitividad del turismo en Costa Rica es la sostenibilidad, y una herramienta importante es la Certificación para la Sostenibilidad Turística (CST), que ha sido otorgada a 248 hoteles y 110 tour-operadoras (ICT 2021).

Las amenazas derivadas del calentamiento global sobre el sector incluyen (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (CCT-Re, 2020): sequías, temperaturas y lluvia extremas, huracanes y tormentas tropicales, aumento gradual de la temperatura, pérdida de la biodiversidad, degradación de suelos y bosques, aumento en el nivel del mar e intrusión salina.

Este sector ha tenido afectaciones importantes por inundaciones causadas por la fase fría

del fenómeno ENOS y sequías provocadas por la fase cálida del fenómeno ENOS, ambos con afectaciones en la Región Chorotega. Por otro lado, el huracán Otto (2016) y la tormenta tropical Nate (2017) ocasionaron grandes pérdidas (Brenes Maykall & Girot, 2018) (CCT-Re, 2020).

Vulnerabilidad

El sector turismo es afectado por los siguientes factores que determinan su vulnerabilidad frente al cambio climático (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (CCT-Re, 2020), (ICT, 2017), (Perspectives Climate Change, 2017):

- Dificultad de mujeres para acceder a vivienda, agua potable y salud, oportunidades de capacitación y empleo vinculados al sector turismo.
- Comunidades indígenas con servicios deficitarios (agua potable, electricidad, internet) y al margen de las principales rutas turísticas.
- Infraestructura vial de calidad regular y diseños obsoletos.
- Ocupación, invasiones y construcciones ilegales en la costa, amenazando ecosistemas.
- Edificaciones turísticas no adaptadas a altas temperaturas ni al uso racional del agua.
- Destinos turísticos urbanos sin opciones de esparcimiento (trama verde, parques, aceras).
- Insuficientes encadenamientos entre el turismo y otras cadenas productivas.
- Limitado acceso al conocimiento para adaptar la oferta turística al cambio climático.
- Falta de recursos económicos para generar valor agregado al turismo.
- La CST, aunque es una importante herramienta de sostenibilidad, aún no es de uso general.
- Falta de ordenamiento territorial y espacial marino con visión de largo plazo, con enfoque de prevención y gestión del riesgo, así como de adaptación al cambio climático.

- Turismo y empleo asociado colapsados por la pandemia del COVID-19.

De la vulnerabilidad señalada y su interacción con amenazas asociadas al calentamiento global, es posible identificar los siguientes potenciales impactos sobre el sector turismo (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (CCT-Re, 2020), (Perspectives Climate Change, 2017):

- Cambios en la composición y distribución de especies de interés turístico.
- Cambios en la estructura y funciones de ecosistemas de interés turístico.
- Destrucción o deterioro de infraestructura turística por ampliación de áreas sujetas a inundación mareal o cambios en la línea de costa, por aumento en el nivel del mar.
- Incremento en el uso de agua y de energía por temperaturas extremas.
- Períodos extendidos de temperaturas extremas.
- Disminución en la disponibilidad del agua y demanda insatisfecha.
- Conflictos y enfrentamientos por el agua, la belleza escénica y la biodiversidad.
- Colapso de instalaciones costeras.
- Costos adicionales por obras de protección o reposición de instalaciones.
- Incremento de los costos de operación.
- Mayor dificultad de traslado de bienes y personas.
- Dificultades para realizar algunas actividades turísticas por lluvia o calor.
- Disminución de la demanda turística, cancelación de servicios.
- Deterioro de la calidad de los atractivos y destinos turísticos.
- Pérdida del valor de las propiedades turísticas.
- Pérdida de competitividad del turismo.
- Pérdida de los medios de vida de los pobladores.

3.3. Avances y desafíos de Costa Rica para la adaptación

Costa Rica ha invertido importantes esfuerzos en adaptación al cambio climático. Ese trabajo ha incluido desde generar un marco institucional y una política pública, hasta liderar los arreglos institucionales para planificar la adaptación.

3.3.1. Marco institucional y arreglos institucionales para planificar la adaptación

Costa Rica comenzó a trabajar en mitigación y adaptación al cambio climático desde los años setenta, con la creación de diversas ASP, de incentivos forestales y de legislaciones de saneamiento ambiental.

A partir del año 1990 se empezó a discutir sobre el cambio climático dentro del sector ambiental y en 2009 se trazó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, con un componente de mitigación y otro de adaptación (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020).

Durante la última década se han desarrollado instrumentos cada vez más ambiciosos y ajustados a las necesidades y posibilidades del país y se avanzó en diversos hitos, desde estrategias, políticas y planes de acción, hasta la ratificación del Acuerdo de París en 2015, la presentación de la

NDC en el 2015 así como su actualización en el 2020, el Plan Nacional de Descarbonización, la Política Nacional de Adaptación, y políticas y planes de acción en gestión de riesgo y sectoriales que contemplan adaptación al cambio climático.

Para implementar las propuestas de todos esos instrumentos, el país creó, una serie de instancias que estructuran la gobernanza del cambio climático y se presentaron en el capítulo de Circunstancias Nacionales (sección 1.4.4).

3.3.2. Integración de prioridades de adaptación en la planificación del desarrollo

Varios instrumentos de planificación institucional nacional, sectorial y subnacional abordan la adaptación al cambio climático. Algunos abrazan específicamente el tema y otros lo hacen de forma menos directa, aunque se enfocan en sectores que son per se relevantes al cambio climático, como el recurso hídrico, el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo. El cuadro 3.2 recuenta los instrumentos de planificación sectoriales más relevantes identificados y describe su abordaje de la adaptación al cambio climático. La cantidad de avances en este tema evidencia el interés y el aumento del trabajo del país en esta dirección.

Cuadro 3.2 Instrumentos sectoriales con medidas de adaptación al cambio climático.

Sector	Instrumentos de política pública	Enfoque de adaptación al cambio climático
Desarrollo e inversión pública	Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública (PNDIP) del Bicentenario 2019-2022	Guarda consistencia y coherencia con la Estrategia Nacional de Cambio Climático del 2009 y su plan de acción.
Sector agropecuario y pesca	Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense 2010-2021	Entre sus desafíos incluye: atender los desastres, adaptar procesos productivos a nuevas condiciones creadas por la variabilidad y el cambio climático y recuperar el potencial productivo mediante reubicación de actividades, desarrollo de nuevas opciones de producción, mejoramiento de materiales genéticos y nuevas prácticas de cultivo. Promueve esfuerzos intersectoriales (SEPSA/MAG, 2010).
	Estrategia sectorial para el cambio climático y la gestión de riesgos de desastres en el sector agropecuario (2015)	Se basa en escenarios de cambio climático y sus efectos en el sector agropecuario. Incluye un componente de adaptación enfocado en asegurar y proteger el material genético para mantener y mejorar los cultivos estratégicos susceptibles. El componente del riesgo se enfoca en inversiones en infraestructura y proyectos productivos, para reducir pérdidas o reparaciones (SEPSA, 2015a).

Cuadro 3.2 Continuación.

Sector	Instrumentos de política pública	Enfoque de adaptación al cambio climático
Sector agropecuario y pesca	Plan Nacional para la Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre, 2025: Plan SAN-CELAC Costa Rica	Se construyó en un contexto de riesgo de desastre, incluyendo la variabilidad climática y el efecto adverso de los fenómenos extremos, principalmente hidrometeorológicos. Las líneas de acción incluyen atención de emergencias, recuperación ante desastres y gestión del conocimiento ante el riesgo de desastres y el cambio climático (SEPSA/FAO/SELAC, 2016).
	Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono	Orienta al sector ganadero en los próximos años, para responder a las exigencias de mayor productividad y rentabilidad, menores emisiones de GEI, más secuestro de dióxido de carbono y mayor adaptabilidad (MINAE-MAG, 2015).
	Plan Sectorial 2019-2022 - Sector Agropecuario, Pesquero y Rural	Cuenta con desafíos como: “desarrollar empresas e iniciativas agroproductivas resilientes al cambio climático”. Uno de sus objetivos es “impulsar acciones climáticas que contribuyan con la descarbonización integral del sector agropecuario” (SEPSA, 2019).
Recurso hídrico	Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales 2016-2045	Se refiere en forma muy general a los impactos del cambio climático, pero su eje 3 se enfoca en “Mejorar las coberturas en alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a través de la planificación, priorización y ejecución de infraestructura física segura” (AyA-MINAE-MINSA, 2016).
	Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030	Plantea lineamientos como inversión en infraestructura resiliente y que la gestión ambiental del agua sea la base de cualquier ordenamiento territorial y la gestión del riesgo para el servicio de agua potable (AyA-MINAE-MINSA, 2017).
	Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE)	Es un galardón gratuito y voluntario que promueve la organización de comités locales, la sana competencia y la organización comunitaria para trabajar bajo la “Guía de Adaptación al Cambio Climático”, que apoya el entendimiento de la adaptación al cambio climático (PBAE, 2021).
Biodiversidad	Política Nacional del Mar 2013-2028	Incluye lineamientos en adaptación al cambio climático. Promueve el análisis de la vulnerabilidad de las comunidades costeras y los espacios marinos al cambio climático para el diseño e implementación de estrategias de adaptación. Facilita la restauración de ecosistemas marinos y costeros como mecanismo de adaptación (CONAMAR, 2013).
	Estrategia y Plan de Acción para la Adaptación del Sector Biodiversidad de Costa Rica al Cambio Climático 2015-2025	Aborda directamente de la adaptación de la biodiversidad al cambio climático (BID-MINAE-SINAC-DDC, 2015).
	Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025	Comprende el cambio climático como causa principal del deterioro de la biodiversidad. Busca reducir la vulnerabilidad de sectores frente a la pérdida de servicios ecosistémicos. Propone paisajes sostenibles productivos e inclusivos, conectividad de ecosistemas, refugios climáticos como medida de adaptación y un monitoreo para tomar decisiones basadas en ciencia (SINAC-CONAGEBIO-MINAE, 2016).
	Política Nacional de Humedales 2017-2030	Considera la variable climática en relación al rol de los humedales en la adaptación al cambio climático y de allí la importancia de contar con acciones para su conservación y rehabilitación. (SINAC-MINAE, 2017)
	Estrategia y Plan de Acción REDD+ (2017)	Busca contribuir con el mantenimiento y aumento sostenible de los ecosistemas forestales y sus bienes y servicios, incluyendo sus aportes a las necesidades de adaptación y mejora de la resiliencia. También apoya otras prioridades sociales y ambientales del país como: promoción del desarrollo rural, mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, conservación de la biodiversidad, gestión sostenible del agua, suelos, recursos marino-costeros y adaptación al cambio climático (MINAE, 2017).

Cuadro 3.2 Continuación.

Sector	Instrumentos de política pública	Enfoque de adaptación al cambio climático
Biodiversidad	Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos Quebradas, Arroyos y Nacientes 2020-2040	Propone medidas para fortalecer las capacidades de adaptación al cambio climático y condiciones de resiliencia, así como para la mejora de la calidad de vida de las personas y para asegurar el recurso hídrico para las generaciones futuras (SINAC-MINAE, 2020a).
	Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica 2020-2030	Busca implementar un modelo productivo basado en el conocimiento y en el uso sostenible de la riqueza biológica del país. Un sector relevante para la estrategia es el agropecuario, por lo que busca desarrollar agricultura adaptada a los efectos del cambio climático y con bajas emisiones (MICITT, 2020).
Salud	Política Nacional de Salud Dr. Juan Guillermo Ortiz Guier	Propone acciones asociadas a la adaptación al cambio climático como: dar seguimiento a las patologías asociadas a los efectos del cambio climático; desarrollar planes prospectivos para reducir los efectos de la variabilidad y cambio climático en la salud; generar conocimiento en el sector salud en torno a variabilidad y cambio climático; fortalecer el Programa Control de Vectores; capacitar a funcionarios en adaptación y desarrollo de estrategias para la continuidad de los servicios; procesar datos climáticos y sectoriales relevantes; generar alertas climáticas tempranas y derivar pronósticos especializados para la salud; identificar grupos sociales vulnerables (MINSA, 2015).
	Política Nacional para la Seguridad Alimentaria y Nutricional 2011-2021	Se contextualiza en la adaptación al cambio climático, y propone: producción de alimentos con calidad e inocuidades básicas y nutritivas, de acuerdo con la demanda interna y las condiciones climáticas; mitigación y recuperación agropecuaria para atender las emergencias y desastres producidos por el cambio climático; estudios de impacto de la crisis alimentaria, energética y el cambio climático en la seguridad alimentaria y nutricional (MINSA, 2011).
Infraestructura	Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2016-2045	Presenta las necesidades de inversión de Costa Rica en recolección y tratamiento de aguas residuales (medidas de adaptación). El documento se alinea con los ODS para: poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia y hacer frente al cambio climático (AyA, 2017).
	Lineamientos generales para incorporar medidas de resiliencia en infraestructura pública (Decreto Ejecutivo 42465-MOPT-MINAE-MIVAH-2020).	Define los lineamientos generales para incorporar medidas de resiliencia en infraestructura pública, con la finalidad de que las instituciones que ejecutan obras de infraestructura evalúen riesgos con un enfoque multiamenaza, que considere los escenarios presentes y proyecciones de cambio climático y la variabilidad climática (MOPT-MINAE-MIVAH, 2020).
Sector turismo	Plan Nacional de Desarrollo Turístico de Costa Rica 2017-2021	Parte de amenazas al sector turismo, incluyendo “desastres naturales y cambio climático”. Entre sus estrategias incluye: “Fortalecer los programas de apoyo a la conservación y protección del medio ambiente tales como: Bandera Azul Ecológica, CST, cambio climático, reforestación, divulgación, entre otros” (ICT, 2017).
	Programa Certificado de Sostenibilidad Turística (CST)	Es una herramienta técnica cuyo objetivo es fortalecer la actividad turística sostenible en Costa Rica. Es un reconocimiento a la excelente gestión de las empresas y organizaciones que trabajan para mitigar los impactos resultantes de su operación. Aplica un criterio de acciones ante el cambio climático enfocado en reducción, mitigación, adaptación y gestión del riesgo. Califica que las empresas participen en actividades de adaptación (CST, 2021).

Cuadro 3.2 Continuación.

Sector	Instrumentos de política pública	Enfoque de adaptación al cambio climático
Ordenamiento territorial	Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040 y su Plan	La gestión del riesgo y cambio climático son sus ejes transversales. Busca reducir la vulnerabilidad mediante medidas preventivas, así como el impacto negativo de los eventos. Da relevancia particular a la gestión conjunta de cuencas hidrográficas (MIVAH, 2013).
	Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2013-2030	Propone impulsar asentamientos humanos en sitios seguros y en función de su sostenibilidad, incrementando la capacidad para atender eficazmente las emergencias, recuperación rápida ante un evento, mecanismos de adaptación y uso de materiales constructivos amigables con el ambiente.
	Política de Estado para el Desarrollo Rural del Territorio Costarricense 2015 -2030	Propone planes de ordenamiento territorial, capacidad de uso y reguladores (cantonales) que consideren las variables climáticas, la gestión del recurso hídrico y marino costero y el diseño e implementación de programas de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático (SEPSA-INDER, 2016).
	Plan Nacional de Desarrollo Rural Territorial 2017-2022	Recomienda el uso sostenible de recursos naturales, ordenamiento territorial, planificación en zonas costeras, manejo de residuos sólidos, PSA, negocios verdes y gestión de riesgos ante amenazas (INDER, 2017).
	Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030	Incluye recomendaciones para planificación urbana basada en sostenibilidad, movilidad baja en emisiones, resiliente y adaptada en su infraestructura a los cambios climáticos, paisajes biodiversos y gestión del conocimiento (INVU, 2018).
	Política Nacional del Hábitat y su Plan de Acción 2021-2025. Incluye descripción a continuación:	Integra y actualiza tres políticas vigentes relacionadas con ordenamiento territorial, desarrollo urbano y vivienda, para eliminar la fragmentación de objetivos y duplicidad de acciones, así como para potenciar las sinergias entre sus contenidos. Además, considera y se alinea con otros instrumentos de política pública relacionados con dichas temáticas, por ejemplo, gestión de riesgo, biodiversidad, descarbonización, desarrollo rural territorial. También apoya las principales políticas climáticas del país para cumplir sus compromisos internacionales en marco del Acuerdo de París.
Gestión del riesgo	Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030	Se elabora en un contexto de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo. Sus ejes son: generación de resiliencia e inclusión social; participación y desconcentración para la gestión del riesgo; educación, gestión del conocimiento e innovación; inversión financiera sostenible, infraestructura y servicios públicos; planificación e instrumentos normativos para la reducción del riesgo (CNE, 2015).
	Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2021-2025	Incluye: evaluación del riesgo, reducción de la vulnerabilidad y protección de personas, bienes, medios de vida y de producción (CNE, 2021).

Fuentes: (CST, 2021), (PBAE, 2021), (CNE, 2021), (DCC - MINAE, 2020), (MICITT, 2020), (MINAE-MIDEPLAN-PNUMA, 2020), (MOPT-MINAE-MIVAH, 2020), (SEPSA, 2019), (INVU, 2018), (MINAE, 2018), (AyA, 2017), (AyA-MINAE-MINSA, 2017), (ICT, 2017), (INDER, 2017), (MINAE, 2017), (SINAC-MINAE, 2017), (AyA-MINAE-MINSA, 2016), (SEPSA/FAO/SELAC, 2016), (SEPSA-INDER, 2016), (SINAC-CONAGEBIO-MINAE, 2016), (BID-MINAE-SINAC-DDC, 2015), (CNE, 2015), (MINAE-MAG, 2015), (MINSA, 2015), (SEPSA, 2015a), (MIVAH, 2014), (MIVAH, 2013), (CONAMAR, 2013), (MINSA, 2011), (SEPSA/MAG, 2010).

3.3.3. Avances en datos e información climática

Los avances en la existencia de datos e información climática se orientan en dos direcciones principales: desarrollo de proyecciones y escenarios climáticos y generación de escenarios ante el aumento del nivel del mar.

3.3.3.1. DESARROLLO DE PROYECCIONES Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Recientemente el IMN actualizó un conjunto de escenarios de cambio climático para el presente siglo (IMN, 2021). Para estas proyecciones se consideraron dos de los cuatro escenarios del

forzamiento radiativo recomendados por el IPCC, los escenarios RCP2.6 y RCP8.5, que representan al de más bajas y altas emisiones, respectivamente. Esta actualización tuvo mejoras como la incorporación de dos escenarios de emisiones, más variables climáticas y datos en formatos digitales (NetCDF y raster) para ser utilizados en aplicaciones científicas, incluyendo los sistemas de información geográfica (SIG) (IMN, 2021).

En la generación de estas nuevas proyecciones climáticas y manteniendo la continuidad y coherencia con estudios previos, se utilizaron los modelos dinámicos desarrollados por el Centro Hadley de Inglaterra: uno de circulación global (HADGEM2-ES) y el otro de circulación regional (PRECIS). Los autores de estos modelos realizaron mejoras no solo en la física del modelo global sino también en la escala espacial. Aún cuando la escala espacial del modelo regional mejoró en un 50% (disminuyó de 50km a 25km), no es suficiente para generar estudios de impacto y vulnerabilidad, que requieren dimensiones menores o iguales a 1 km, razón por la cual se aplicó una metodología -conocida como deltas- para aumentar aún más el detalle o la resolución espacial, de modo que la resolución se presentó tanto a 25 km como a 1 km. A pesar de las ventajas y facilidades que el modelo PRECIS ha ofrecido, la tendencia mundial para el futuro será utilizar simultáneamente varios modelos globales y regionales, para capturar muchos más datos y medir mejor las incertidumbres. Otras mejoras que se espera introducir incluyen trabajar a escalas de 1km que permitan crear productos de alta resolución, así como el uso de metodologías de corrección de sesgos de los modelos utilizados de lluvia y temperatura.

El IMN también trabaja en la introducción de nuevos indicadores que permitan desarrollar nuevos índices climáticos relacionados con diferentes sectores como el hídrico y el agropecuario; esto se haría en los próximos dos o tres años.

3.3.3.2. GENERACIÓN DE ESCENARIOS ANTE EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

En Costa Rica, el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero de la Universidad Nacional y el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (UCR) ha realizado numerosas publicaciones sobre el ascenso del nivel del mar y la erosión costera para Costa Rica.

Un trabajo efectuado por Díaz (1999), para determinar zonas de riesgo ante un ascenso del nivel del mar entre Punta Morales y Tárcoles utilizó la técnica AVVA (Análisis de Vulnerabilidad Asistido por Video-grabación Aérea, propuesta por Leatherman et al. (1995, citado por (Lizano & Lizano, 2020)), y clasificó el frente costero de acuerdo con su vulnerabilidad ante la acción de las olas o de los cambios del nivel del mar, y combinó ese método con el reconocimiento terrestre, el estudio estereoscópico de las aerofotos para trazar sobre ellas, los límites de regresión e inundación (transgresión). Ese estudio se realizó con pocos datos topográficos aproximados alrededor de la Ciudad de Puntarenas, sobre los que se sobrepusieron los escenarios del nivel del mar por calentamiento solamente. No se han realizado escenarios de nivel del mar relativos a los demás componentes mareográficos y, más aún, refiriendo estos niveles al nivel cero del mar o promedio de sicigias (Lizano & Lizano, 2020).

Otros estudios del CIMAR (Lizano & Lizano, Creación de escenarios de inundación en la ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar, 2010) han generado escenarios de inundación ocasionados por el aumento del nivel del mar para la ciudad de Puntarenas, así como escenarios reales para simular el comportamiento del nivel del mar en Cocal de Puntarenas, para los años 2030, 2050, 2070 y 2100 (Lizano & Lizano, 2020). Este último analizó el aumento del nivel del mar tomando como base el nivel promedio de mareas altas para el Pacífico costarricense. Se estudiaron

los niveles de mareas astronómicas a partir de predicciones mareales. Se utilizó el dato de aumento del nivel del mar por calentamiento global de los escenarios de Nerem et al. (2018), que es de 3 mm por año para la costa Pacífica. Toda esta información fue la base para crear distintas combinaciones y generar los niveles mareográficos propuestos. Es meritorio aclarar que este estudio no tomó en cuenta la dinámica de ciertos componentes, como las corrientes y el oleaje, que tienen la capacidad de modificar la geomorfología costera en un corto tiempo ante eventos extraordinarios (Lizano & Lizano, 2020).

Aunque en el CIMAR hay mucha experiencia en observaciones de campo, se requieren instrumentos para hacer mediciones precisas. Se han venido actualizando equipos controles GPS de alta precisión, que permiten establecer bases de datos para dar seguimiento a estos temas. Los datos vigentes de nivel del mar fueron generados por un mareógrafo que existió en Puntarenas entre 1949 y 1965, por lo que son datos obsoletos y sería importante instalar uno nuevo (Lizano & Lizano, 2020). Otro tema relevante para mejorar la calidad de la información disponible sería capturar información de primera mano por parte de pobladores de comunidades costeras. Para ello podrían crearse mecanismos (por ejemplo, una aplicación telefónica) para que la gente local pueda hacer reportes, advertir acerca de eventos climáticos, subir fotografías y otros.

Para las zonas de Ostional, Playa Hermosa (Pacífico Norte), Jacó, Playa Hermosa (Pacífico Central), Palo Seco, Puerto Viejo, Manzanillo, Tamarindo, Playas del Coco, Sámara, Caldera, Quepos, Golfito, Cahuita y Moín, la Escuela de Geografía de la UCR ha creado escenarios ante el aumento del nivel del mar por el fenómeno del niño (apilamiento del oleaje, mareas máximas y aumento del nivel de los océanos).

Otra investigación importante es la del proyecto Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio

Climático (BIOMARCC) que generó un análisis de exposición de ambas costas de Costa Rica al aumento de la temperatura superficial del mar, a los cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación y de aumento en el nivel del mar.

Actualmente, la escuela de geografía de la UCR también está haciendo un estudio de monitoreo de la erosión costera y el impacto del cambio climático o de factores antropogénicos en las playas del pacífico costarricense.

3.3.4. Avances en la implementación de medidas de adaptación

En el primer trimestre del 2021 se completó un registro base de acciones de adaptación realizadas durante el periodo 2015-2020 en Costa Rica, incluyendo las orientadas a reducir condiciones de vulnerabilidad y riesgo, moderar y evitar daños y aprovechar las oportunidades para promover la resiliencia de sistemas económicos, sociales y ambientales ante el cambio climático. Esta información contribuye a apalancar procesos de toma de decisiones para el desarrollo nacional, diseminar información de avances del país en la acción climática y cumplir las metas y compromisos nacionales e internacionales del país.

Dicho registro permitió identificar 184 acciones para el periodo 2015-2020 clasificadas en nueve temas, 23 subtemas y 55 tipos. Un criterio de selección de las iniciativas incluidas fue que estuvieran en implementación en cualquier momento de ese quinquenio, aunque pudieron iniciar antes o finalizar después de ese rango. A continuación, se resumen los principales hallazgos.

3.3.4.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR REGIÓN DE PLANIFICACIÓN

Se contabilizaron medidas para las seis regiones de planificación, pero muchas tuvieron lugar en más de una región al mismo tiempo. Otras medidas se reportaron como país o no tienen una

Cuadro 3.3 Medidas de adaptación por región de planificación.

Región	En ejecución	Finalizadas	Total	Principales subtemas
Región Chorotega	29	20	49	Investigación, educación y capacitación (10), planificación y gobernanza (8), agricultura (6), recurso hídrico (4), ganadería (4).
Región Central	21	23	44	Recurso hídrico (10), investigación, educación y capacitación (9), planificación y gobernanza (7), agricultura (6), biodiversidad y ecosistemas (4).
Región Pacífico Central	33	16	17	Recurso hídrico (8), investigación, planificación y gobernanza (7), educación y capacitación (6), ganadería (3), ordenamiento territorial (3).
Región Brunca	14	9	23	Biodiversidad y ecosistemas (6), investigación, educación y capacitación (4), planificación y gobernanza (3).
Región Huetar Caribe	29	14	15	Investigación, educación y capacitación (8), biodiversidad y ecosistemas (5), planificación y gobernanza (4), agricultura (3).
Región Huetar Norte	26	17	9	Investigación, educación y capacitación (8), agricultura (4), planificación y gobernanza (3).
Ámbito Nacional	45	17	28	Planificación y gobernanza (14), investigación, educación y capacitación (10), sensibilidad y exposición (4), marco de transparencia (3).
N/A	15	10	5	Investigación, educación y capacitación (6), marco de transparencia (3).

Fuente: Registro de medidas de acción climática en adaptación, Costa Rica 2015-2020.

referencia geográfica, por lo que no se contabilizan en el Cuadro 3.3 (N/A). Las regiones que más acumulan medidas de adaptación climática son, en primer lugar, la Región Chorotega con 49 y, en segundo lugar, la Región Central con 44. La región que suma menos medidas es la Región Huetar Norte, con sólo nueve. El subtema más visible en todas las regiones es investigación, educación y capacitación.

El cuadro 3.3 muestra el número de medidas desarrolladas entre el 2015 y el 2020 por región de planificación:

3.3.4.2. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR CANTÓN

En los 83 cantones del país se implementaron medidas de adaptación climática entre 2015 y 2020. Muchas medidas se dieron en varios cantones simultáneamente.

El cantón con más medidas fue Liberia (17), seguido de Carrillo, Santa Cruz, Nicoya, Hojanca y Cañas, todos los de la Región Chorotega, así como Sarapiquí, de la región Huetar Norte, y Curridabat,

de la Región Central con entre 13 y 16 medidas. La figura 3.40 muestra el número de medidas por cantón desarrolladas entre el 2015 y el 2020.

3.3.4.3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TEMAS, MODALIDADES Y SUBTEMAS

Las medidas de acción climática en adaptación se clasificaron en nueve temas y 23 subtemas. Los nueve temas incluyeron: agropecuario y pesca, ambiente, gestión del riesgo, industria, infraestructura, ordenamiento territorial, salud, servicios y transversal. Las medidas transversales sumaron más medidas (79 iniciativas), seguidas por ambiente, agropecuario y gestión del riesgo (cuadro 3.4).

Las medidas transversales abordaron subtemas como:

- Proyectos de investigación, educación y fortalecimiento de capacidades para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima (28 acciones).

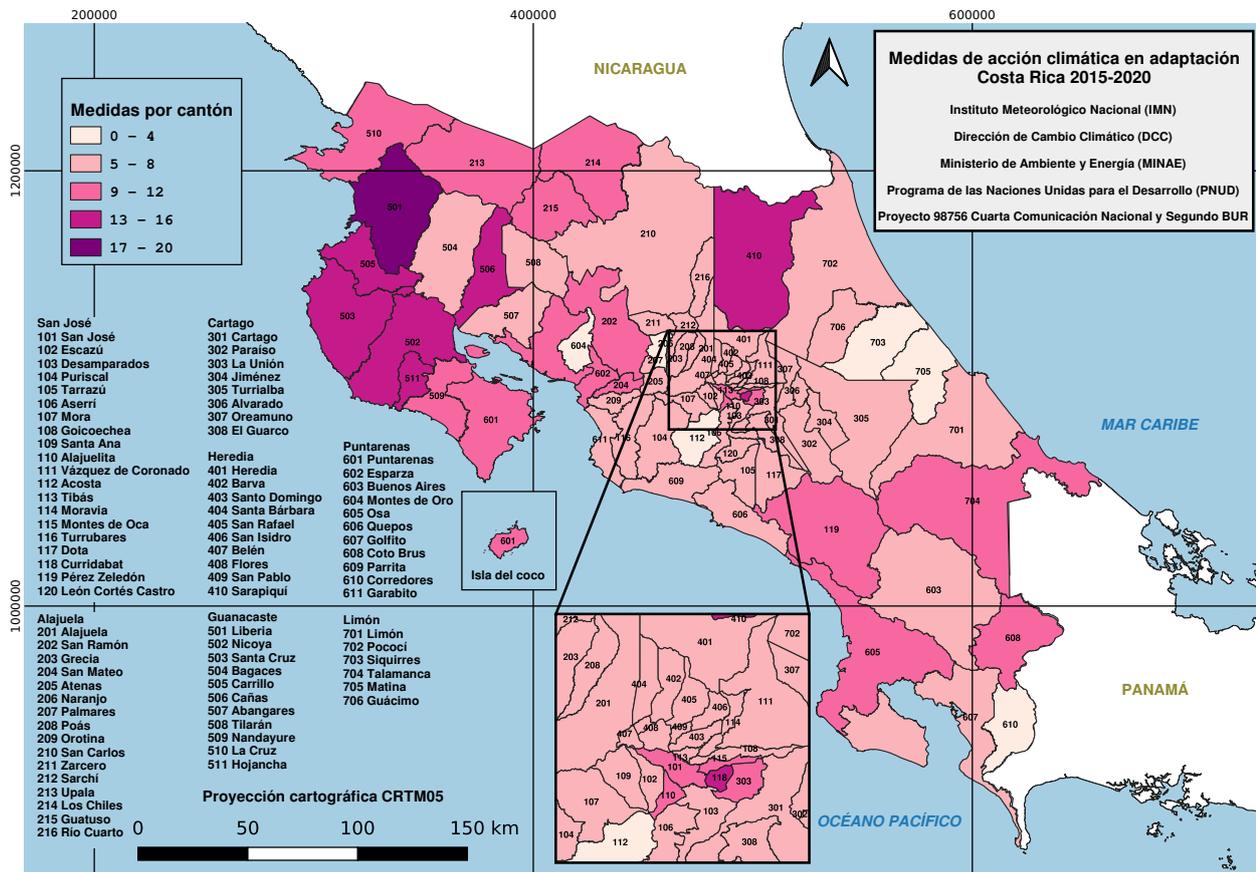


Figura 3.40 Mapa de medidas de adaptación por cantón.

Fuente: Elaboración propia con base en el Registro de medidas de acción climática en adaptación, Costa Rica 2015-2020.

Cuadro 3.4 Medidas de adaptación por temas y modalidades.

Tema	Total
Transversal	79
Ambiente	42
Agropecuario	28
Gestión del riesgo	19
Ordenamiento territorial	6
Servicios	6
Infraestructura	2
Industria	1
Salud	1
Total	184

Fuente: Registro de Medidas de Acción Climática en Adaptación, Costa Rica 2015-2020.

- Proyectos de planificación y gobernanza (22 acciones).
- Proyectos relacionados con marco de transparencia (6 acciones).
- Proyectos de financiamiento y herramientas de mercado (5 acciones).
- Proyectos de protección y promoción de modos de vida (1 acción).

Los temas de ambiente (con el 20%) sumaron 42 medidas, entre ellas proyectos:

- Relacionados con recursos hídricos (21 acciones).
- Relacionados con biodiversidad y ecosistemas (12 acciones).
- De manejo forestal (4 acciones).

Los proyectos agropecuarios (con el 15%) sumaron 28 medidas:

- Relacionados con agricultura (17 acciones).
- Relacionados con ganadería (10 acciones).
- Relacionados con pesca (1 acción).

Finalmente, los proyectos en gestión del riesgo (con el 9%) contabilizaron 19 medidas:

- Relacionados con prevención de riesgos asociados a cambio climático (8 acciones).
- Relacionados con sensibilidad y exposición (6 acciones).
- Relacionados con gestión del riesgo asociado a desastres (2 acciones).

En síntesis, los subtemas más relevantes fueron investigación, educación y fortalecimiento de capacidades, planificación y gobernanza, recursos hídricos, agricultura, biodiversidad y ecosistemas, ganadería y prevención de riesgos asociados al cambio climático (figura 3.41).

La mayor cantidad de medidas registradas fueron en el subtema Investigación, educación y fortalecimiento de capacidades (34 acciones)

y los principales beneficiarios fueron: mujeres, personas de comunidades indígenas, personas de comunidades locales, población urbana, personal técnico de instituciones públicas, académicos, tomadores de decisión, sector privado. Algunas actividades realizadas fueron: acciones de sensibilización, comunicación y difusión sobre el cambio climático con actores clave y el público en general (13 medidas), investigación técnica y científica en temas que amplíen el conocimiento acerca del cambio climático, así como de posibles medidas de adaptación (12 medidas).

El subtema que aparece en segundo lugar en cuanto al número de medidas de adaptación fue planificación y gobernanza (33 medidas). El tipo de actividades que más se implementó fue: integrar prioridades de adaptación en instrumentos públicos de gestión tales como galardones y sellos ambientales, planes locales, planes municipales, planes institucionales, políticas, y otros (27 medidas). Los principales beneficiarios fueron: técnicos institucionales, pobladores y familias locales, actores productivos, visitantes de ASP, la población del país en general.

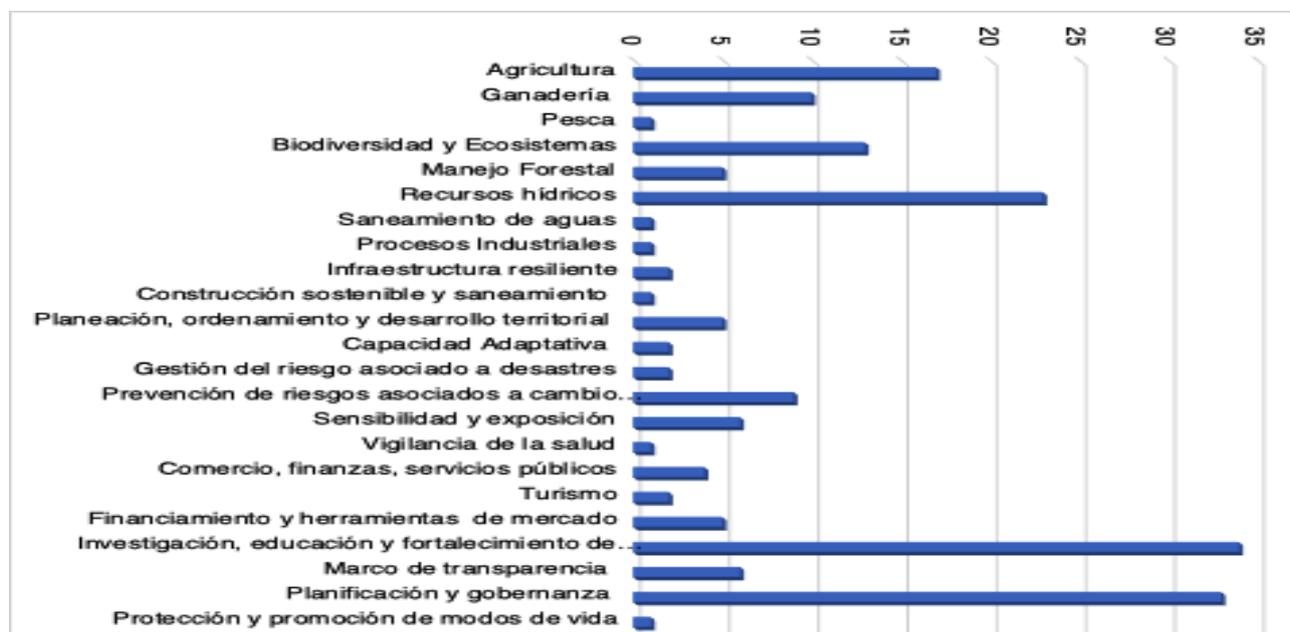


Figura 3.41 Medidas de adaptación por subtema.

Fuente: Registro de medidas de acción climática en adaptación, Costa Rica 2015-2020.

3.3.4.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TIPOS DE ACTIVIDADES

Las actividades de adaptación fueron de 55 tipos y se ubicaron principalmente en la categoría transversal y los subtemas de planificación y gobernanza, así como en la categoría de investigación, educación y fortalecimiento de capacidades (cuadro 3.5).

3.4. Avances en el Plan Nacional de Adaptación y su sistema de monitoreo y evaluación

La Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030 (PNACC) incluye seis ejes y veintiún lineamientos. Para cada eje se definió un resultado esperado y una meta aspiracional por

Cuadro 3.5 Principales tipos de actividades de adaptación.

TIPO DE ACTIVIDADES DE ADAPTACION	TEMAS	SUBTEMA	No. MEDIDAS
Integrar prioridades de adaptación en instrumentos públicos de gestión tales como galardones y sellos ambientales, planes locales, municipales, institucionales, políticas, otros.	Transversal	Planificación y gobernanza	27
Fortalecer las capacidades de actores del sector público, privado, no gubernamental, comunidades y otros en temas de mitigación y adaptación al cambio climático.	Transversal	Investigación, educación y fortalecimiento de capacidades	15
Implementar acciones de sensibilización, comunicación y difusión sobre el cambio climático con actores clave y el público en general.	Transversal	Investigación, educación y fortalecimiento de capacidades	13
Implementar prácticas para una agricultura sostenible, resiliente y baja en emisiones, que permitan mejorar la capacidad de adaptación de productores agrícolas.	Agropecuario	Agricultura	12
Implementar prácticas de adaptación basada en ecosistemas, tales como gestión sostenible, conservación y restauración.	Ambiente	Biodiversidad y ecosistemas	11
Implementar prácticas para una ganadería sostenible, resiliente y baja en emisiones, que permitan mejorar la capacidad de adaptación de productores pecuarios.	Agropecuario	Ganadería	10
Fortalecer los sistemas de captación y abastecimiento de agua para incrementar la seguridad hídrica.	Ambiente	Recurso hídrico	8
Desarrollar investigación técnica y científica en temas que amplíen el conocimiento acerca del cambio climático, así como de posibles medidas de adaptación.	Transversal	Investigación, educación y fortalecimiento de capacidades	8
Definir prioridades de intervención en mitigación y adaptación al cambio climático mediante procesos participativos de planificación estratégica.	Transversal	Planificación y gobernanza	7
Realizar evaluaciones de sensibilidad ante eventos meteorológicos extremos en el marco de cambio de clima.	Gestión del riesgo y atención de desastres	Sensibilidad y exposición	6
Implementar sistemas de monitoreo, reporte y verificación de iniciativas de adaptación.	Transversal	Marco de transparencia	6

Fuente: Registro de medidas de acción climática en adaptación, Costa Rica 2015-2020.

cumplir en 2030 y para cada lineamiento hay indicadores asociados a su cumplimiento. En total, 47 indicadores dan cuenta de 37 actividades o productos a desarrollar.

Un diagnóstico realizado en 2019 (GlobalCAD, 2019a) determinó limitaciones para la evaluación de resultados de la PNACC y de su plan de acción. Entre ellas, se señaló la falta de un marco conceptual más preciso con una teoría del cambio (TdC) resultante de la implementación de la PNACC, que explicara cómo las actividades realizadas generarían las condiciones para los cambios esperados y en qué orden. Adicionalmente, se señaló la limitante de que no se cuente con un plan de acción que refleje los compromisos que asume cada sector en cuanto a actividades, productos, responsables, indicadores, líneas base, costos y plazos.

A partir lo anterior, se diseñó y validó el Sistema de Seguimiento para la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático buscando superar las limitaciones identificadas (GlobalCAD, 2019b), (GlobalCAD, 2020) y que pueda integrarse SINAMECC. También se elaboró una propuesta de matriz de evaluación, como herramienta para procesar y sistematizar la información recopilada. Se describieron los indicadores y datos incluidos en el sistema de seguimiento, su categorización y priorización y la información de líneas de base; se definieron los actores responsables de proveer información para el seguimiento. También se generó una propuesta de funcionamiento del sistema de seguimiento, con recomendaciones acerca de su gobernanza y de cómo las instituciones pueden integrar la adaptación al cambio climático en sus planes y presupuestos.

Actualmente, el MINAE se encuentra elaborando el Plan de Acción 2022-2026 de la PNACC. Todas las recomendaciones para mejorar la evaluación y monitoreo anteriormente señaladas serán contempladas.

3.5. Vínculos entre adaptación y gestión del riesgo de desastres

La adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo demandan articular aquellos asuntos cuyas agendas se traslapan, lo cual puede abordarse en los instrumentos de planificación del desarrollo. Por ejemplo, es posible canalizar la agenda de adaptación enfocada en el riesgo a través del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo. Lo mismo aplica para el monitoreo de indicadores, donde ya la CNE cuenta con instrumentos que dan seguimiento a indicadores relacionados con el riesgo y que también son interés para la agenda de adaptación.

Desde los años 80, la CNE se vinculó con el tema de la reconstrucción ante pérdidas o daños por situaciones de emergencia y en la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488 (2006), la CNE adoptó una visión más integral de gestión del riesgo. Es así como la CNE se vincula con la atención de emergencias, con acciones de reconstrucción y con la prevención para que no se repitan las condiciones de desastre.

La Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030 se vincula con los ODS, con el Marco de Sendai y con los compromisos de la Cumbre de París, contribuyendo a alinear la gestión del riesgo con la adaptación al cambio climático. Además, se traslapa en tema de riesgos con la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030. Sin embargo, la segunda incursiona también en temas de innovación, el aprovechamiento del capital natural y el aprovechamiento de las oportunidades, mientras que el primero enfatiza en generar información relevante para la toma de decisiones en ordenamiento territorial, inversión pública, desarrollo de infraestructura y producción, así como para la preparación para emergencias y para medidas de prevención que reduzcan pérdidas por desastres. Estos postulados son similares a los que orientan las propuestas de acción para la adaptación al cambio climático,

en la dimensión específica del riesgo sobre el cual opera. Sin embargo, se debe subrayar que la agenda de adaptación va más allá de gestionar el riesgo, pues incluye cómo anticiparse a los escenarios futuros del cambio climático, cómo incrementar la resiliencia de los sistemas productivos, cómo ajustar los estilos de vida y patrones de consumo de las personas, cómo aprovechar nuevas oportunidades, y otros.

Es importante reconocer que los temas de gestión del riesgo y de adaptación al cambio climático son transversales a las prácticas del desarrollo. Más que contar con estrategias en estos campos para un territorio o una institución, los instrumentos de planificación del desarrollo deben incorporar ambos asuntos. Por ejemplo, en el ámbito municipal, tanto la Política Nacional de Adaptación como la Política Nacional de Gestión de Riesgo promueven que las municipalidades identifiquen las amenazas e incorporen la gestión del riesgo en sus instrumentos de planificación, como el plan regulador urbano, el plan estratégico municipal y el plan de desarrollo humano cantonal. Otro ejemplo son los planes de desarrollo regional de MIDEPLAN, que tienen una temporalidad al 2030; durante el 2021 MIDEPLAN ha trabajado en conjunto con MINAE para insertar estos temas en ellos. Esa transversalidad también aplica para el

ámbito institucional en general y para los diferentes sectores.

La NDC 2020 está claramente vinculada con otras agendas internacionales y nacionales relevantes en la gestión del riesgo a desastres, como el marco de Sendai y los ODS. La NDC 2020 identifica la Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030 y sus planes de acción (2016-2020 y 2021-2025) como medidas de adaptación al cambio climático, lo que una vez más muestra la transversalidad entre ambas agendas.

En la actualidad, DCC MINAE y CNE se encuentran alineando el Plan Nacional de Gestión de Riesgo 2021-2025 y el plan de acción (2022-2026) de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030, enfatizando aquellos asuntos en los que ambas agendas se traslapan.

3.6. Capacidades, recursos y obstáculos para la planificación, diseño e implementación de la adaptación

El cuadro 3.8 resume las principales capacidades y recursos nacionales, así como los obstáculos y necesidades para la planificación, el diseño y la implementación de actividades de adaptación.

Cuadro 3.6 Capacidades, obstáculos y necesidades para implementar acciones de adaptación.

Ámbito	Fortalezas (recursos y capacidades actuales)	Debilidades (obstáculos y vacíos actuales)	Necesidades de apoyo para:
Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar acceso a financiamiento es un eje de la Política Nacional de Adaptación 2018-2030. • Costa Rica cuenta con mecanismos financieros propios relevantes, por ejemplo, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y los programas de PSA. • El país ha logrado acceder a fondos de cooperación internacional para adaptación al cambio climático, como la donación de diez millones de dólares del Fondo de Adaptación y la ventana Readiness NAP del Fondo Verde del Clima. • Actualmente, se desarrolla una estrategia de financiamiento de medidas de adaptación como parte del proceso de elaboración del Plan de Acción de la Política Nacional de Adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia de recursos financieros, públicos y privados, de fuentes existentes y nuevas, para implementar medidas priorizadas en instrumentos de planificación como la Política Nacional de Adaptación y la NDC. • No hay una estrategia para la planificación e implementación de acciones de adaptación con fondos públicos disponibles. • Situación económica delicada, como consecuencia de COVID-19. • Al ser Costa Rica un país de renta media e incorporado a la OCDE, el capital disponible para adaptación se desvía a naciones más vulnerables. 	<ul style="list-style-type: none"> • La implementación de medidas (se requieren recursos financieros, públicos y privados, de fuentes existentes y nuevas). • Incluir criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación. • Aprovechar la institucionalidad pública en la elaboración de servicios y productos que apoyen medidas de adaptación. • Fortalecer capacidades institucionales para desarrollar proyectos e iniciativas climáticamente inteligentes que puedan ser sujeto de financiamiento.
Institucionalidad pública	<ul style="list-style-type: none"> • Marco institucional sólido con alto nivel de conciencia climática. • Varios instrumentos de planificación institucional nacional, sectorial y subnacional abordan la adaptación al cambio climático y hay un marco general orientador (PNACC 2018-2030). • Instituciones con rectorías en materia de información climatológica, adaptación y riesgos climáticos (IMN, DCC MINAE y CNE). Otras instituciones públicas avanzan en generar oficinas enfocadas en cambio climático. • Hay estructuras de gobernanza para fortalecer la acción climática desde distintos niveles. • Centros académicos con capacidades para generar investigación e insumos relevantes para la toma de decisiones. • La sociedad costarricense es abierta a la conservación, el ambiente y el cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente articulación conceptual y de las acciones de adaptación de diversas instituciones públicas, lleva a dispersión o duplicación de esfuerzos. • Falta que algunas instituciones públicas interioricen la visión país sobre la adaptación. • Falta articular y coordinar proyectos de cooperación internacional. • Falta de articulación e involucramiento entre la institucionalidad pública y otros sectores. • La legitimidad del Estado para dirigir las acciones de adaptación al cambio climático se dificulta ante los constantes cambios sociales, económicos y culturales. • Reducida capacidad institucional de satisfacer la demanda por servicios públicos y asegurar su continuidad a la luz de eventos extremos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trazar con mayor claridad el camino para asegurar la resiliencia climática del modelo de desarrollo y los sectores prioritarios del país en el largo plazo, de manera que las instituciones públicas tengan un norte preciso en medidas de adaptación. • Fortalecer mecanismos de coordinación y gobernanza climática existentes. • Fortalecer capacidades y asegurar el ordenamiento territorial con un enfoque de planificación climática a largo plazo. • Aprovechar la trayectoria de Costa Rica en conservación ambiental y asegurar que la agenda de adaptación al cambio climático siga esa misma ruta en las políticas públicas, ajustes en el marco legal e inclusión en programas educativos y de formación, entre otros.

Cuadro 3.6 Continuación

Ámbito	Fortalezas (recursos y capacidades actuales)	Debilidades (obstáculos y vacíos actuales)	Necesidades de apoyo para:
Sociedad civil y participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosos espacios de participación ciudadana. • La participación ciudadana es uno de los elementos de mayor peso en la operatividad de proyectos existentes de adaptación. • Existen estructuras de gobernanza climática que incentivan el involucramiento ciudadano. • Involucramiento activo de la sociedad civil en procesos de planificación de la adaptación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente concienciación y capacitación ciudadana en adaptación al cambio climático. • Limitado acceso a información sobre riesgos climáticos para facilitar la toma de decisiones. • El trabajo en adaptación urbana es aún poco y urgente. • Grupos poblacionales con bajos IDS, en zonas sensibles, con limitado acceso a capacitación, empleo, financiamiento y otros. • Desbalance entre la población rural y urbana de Costa Rica, dado que el 70% de la población se ubica en la GAM. • Falta de articulación e involucramiento entre la institucionalidad pública y otros sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articular fuerzas comunales urbanas y rurales. • Desarrollar una agenda de integración de grupos comunales y grupos poblacionales en condiciones de vulnerabilidad y/o históricamente excluidos a los procesos de adaptación temprana. • Rescatar la memoria histórica de los pueblos. • Fortalecer la articulación entre la institucionalidad pública y otros sectores durante el diseño y la búsqueda de financiamiento para implementación de iniciativas de adaptación.
Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> • El involucramiento del sector privado es prioritario en la PNACC. • Sectores agropecuario, pesquero, industrial, de servicios, comercial, turístico y otros tienen gran potencial para la adaptación. • Empresas con responsabilidad social empresarial incorporan temas ambientales y de cambio climático. • Existen convenios de cooperación y alianzas público-privadas. • Existen certificaciones (por ejemplo, el CST) que aplican criterios de acciones ante el cambio climático enfocados en reducción, mitigación, adaptación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las iniciativas o incentivos existentes para fomentar el accionar en adaptación por el sector privado son imitadas. • Falta de capacidades en el sector privado para implementar medidas de adaptación en sus actividades productivas. • Se requiere mayor articulación e involucramiento entre la institucionalidad pública y otros sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la consciencia en el sector privado sobre los riesgos y costos de la inacción vs. la acción temprana en adaptación. • Promover la implementación de acciones privadas en adaptación. • Fortalecer la agenda de adaptación al cambio climático y responder a los desafíos y oportunidades del sector productivo. • Divulgar experiencias exitosas de incorporación de la visión climática en el tejido empresarial.

Cuadro 3.6 Continuación

Ámbito	Fortalezas (recursos y capacidades actuales)	Debilidades (obstáculos y vacíos actuales)	Necesidades de apoyo para:
Fomento de capacidades	<ul style="list-style-type: none"> • El objetivo de adaptación de la NDC 2020 señala la importancia del desarrollo de capacidades. • Creciente interés por parte de comunidades, actores locales, ONG, sector productivo privado, PYMES y otros en la formulación implementación de iniciativas de adaptación al cambio climático. • Existencia de documentación y sistematización de experiencias prácticas en la implementación de medidas de adaptación, que contribuyen con el fortalecimiento de capacidades hacia diversos actores. • Existencia de guías didácticas y metodológicas que facilitan el acceso práctico a información para planificar la adaptación. 	<ul style="list-style-type: none"> • El fomento de capacidades por sí solo es insuficiente y en ocasiones no se vincula adecuadamente con otros procesos de la adaptación. • El fortalecimiento de capacidades en ocasiones se da en corto plazo, lo que limita su impacto en cuanto al cambio cultural. • Se desaprovecha la memoria histórica de los pueblos para comprender mejor las implicaciones del cambio climático. • El fortalecimiento de capacidades e información climática en el sistema de educación formal aún debe fortalecerse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir la adaptación climática en los procesos de desarrollo de capacidades en los diferentes sectores productivos. • Fortalecer capacidades institucionales para una oferta de servicios y productos que apoyen la adaptación climática desde el sector público. • Incluir la temática de cambio climático en espacios de educación formal. • Recuperar la memoria histórica de las personas adultas mayores y comprender mejor el cambio climático desde sus vivencias y experiencias y crear una nueva mentalidad y una cultura climáticamente inteligente en las nuevas generaciones.
Investigación y desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • El país cuenta con capacidad instalada en términos de conectividad, tecnología, desarrollo tecnológico digital, infraestructura, otros. • Hay recurso humano profesional y técnico en la academia, la institucionalidad pública y el sector privado. • Hay un auge del sector venta de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficientes capacidades en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico. • Poca accesibilidad a datos e información para su uso en investigación y el desarrollo tecnológico. • Pocos canales para divulgar y compartir información. • Debilitamiento de instituciones por factores presupuestarios, políticos y otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer capacidades y transferencia de tecnologías hacia la institucionalidad pública para el desarrollo de la investigación en cambio climático, incluyendo adaptación. • Promover la investigación, el desarrollo tecnológico y la oferta de servicios, orientados a generar información pertinente para la toma de decisiones sobre cambio climático y la generación de soluciones tecnológicas.

Cuadro 3.6 Continuación

Ámbito	Fortalezas (recursos y capacidades actuales)	Debilidades (obstáculos y vacíos actuales)	Necesidades de apoyo para:
Gestión de la información	<ul style="list-style-type: none"> • La PNACC propone la gestión del conocimiento sobre cambio y servicios climáticos en un marco de Gobierno Abierto, centrado en la gestión conocimiento y el acceso a datos abiertos para la toma de decisiones. • En la NDC 2020, Costa Rica propone desarrollar información para la toma de decisiones. • El IMN actualizó escenarios de cambio climático para el siglo XXI. • El SINAMECC es la plataforma de coordinación y vinculación institucional y sectorial del Estado para facilitar la gestión y distribución de información en cambio climático. • En el 2021 la DCC completó un registro de acciones de adaptación para el periodo 2015-2020, identificando 184 acciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca accesibilidad a la información y en formatos adecuados según las necesidades de los usuarios. • Falta de apertura y flexibilidad en las diferentes instituciones para compartir información entre ellas y con el público. • Exceso de requisitos y trámites alargan el tiempo de resolución para obtener información de instituciones públicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que la información de interés climático generada desde el sector público y el sector académico esté fácilmente disponible. • Divulgar información generada por entidades como IMN, DCC, CNE, SINAC y MAG, que es útil para planificar medidas de adaptación y para la toma de decisiones. • Fortaler las capacidades del IMN para generar productos como escenarios climáticos futuros y otros. • Aprovechar nuevos modelos mundiales y regionales para generar nuevos escenarios y hacer promedios con todos esos modelos y medir mejor las incertidumbres.

MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO

Este capítulo consolida un mapeo y análisis integral de las acciones de mitigación al cambio climático realizadas en Costa Rica entre 2015 y 2020 que evidencian los avances del país con miras al cumplimiento de las metas y compromisos adquiridos internacionalmente.

Las acciones de mitigación son medidas que impactan la reducción de las emisiones de GEI y/o el aumento de las absorciones de CO₂, con el fin de mantener y/o reducir las concentraciones de GEI en la atmósfera.

Las definiciones y tipos de acciones de mitigación que se incluyen en este apartado están enmarcadas en la Guía para el registro de acciones climáticas con impactos en mitigación en el SINA-MECC, realizada por el MINAE. De esta forma, se analizaron:

- **Instrumentos de política** (leyes, políticas, reglamentos, planes) que crean las condiciones que habilitan y facilitan la formulación e implementación de medidas de mitigación puntuales como programas y proyectos.
- **Programas y proyectos** con objetivos en mitigación de GEI que tienen un nivel de detalle intermedio, es decir que no tienen definidos los pasos para la estimación de impactos en GEI.

Las acciones de mitigación identificadas se vinculan con las áreas de acción definidas por la NDC 2020, principal instrumento de planificación y gestión sobre la acción climática ante la CMNUCC. El PND y la Estrategia Nacional REDD+ también son hitos metodológicos y estratégicos diseñados por Costa Rica para actuar articuladamente en la reducción de emisiones de GEI y que se analizan en esta sección. Adicionalmente, en este apartado se estudian los instrumentos de política sectorial, programas y proyectos de impacto (como los NAMAs y en el Programa País Carbono Neutralidad), acciones lideradas a través de cooperación internacional y resultados por sector.

El capítulo cierra con el levantamiento de la información de los principales vacíos y las oportunidades de mejora existentes.

4.1. Síntesis de información incluida en esta sección

Costa Rica ha sido uno de los países latinoamericanos pioneros en el desarrollo de acciones e instrumentos orientados a cumplir los compromisos mundiales para enfrentar el cambio climático. Los avances han sido ejemplo para que otros países en la región repliquen proyectos de gran impacto, especialmente en los sectores agropecuario y forestal.

Muchas de las acciones de mitigación desarrolladas ya se han reportado en comunicaciones nacionales e informes bienales a la CMNUC, pero en esta ocasión se incluyen nuevas acciones (cuadro 4.1). Se analizaron 44 variables que comprendieron aspectos como el objetivo de cada acción, las metas, los gases que cubren, la población beneficiada, el estado de avance de la acción, la entidad responsable y las involucradas, fechas de inicio y finalización de su implementación, alcance geográfico, área de impacto, sector y subsector, relación con la NDC, los ODS o el PND, financiamiento, potencial de mitigación, progreso y resultados, entre otros.

Cuadro 4.1 Entidades que reportaron acciones de mitigación.

Entidades que aportaron información sobre acciones de mitigación
AyA
Consejo Presidencial Ambiental
DIGECA
FONAFIFO
Fundecooperación
ICE
INCOFER
MAG
MIDEPLAN
MINAE
MINSA
MIVAH
MOPT
Municipalidad de Curridabat
SEPLASA
SEPSE
SICAP
Unión de Gobiernos Locales

Fuente: elaboración propia.

Actualmente, Costa Rica cuenta con 43 acciones de mitigación en marcha, de las cuales 20 son instrumentos de política y 23 son programas y proyectos (figura 4.1). En cuanto al estado de avance, 34 se encuentran en implementación y 9 en planeación (figura 4.2). Hay 34 acciones de ámbito nacional, 8 regionales y 1 local (figura 4.3) y se impacta principalmente en la mitigación de CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆ y SFCs (figura 4.4).

El 25% de las acciones no cuenta con una meta cuantitativa en términos de toneladas de CO₂ eq, pero el 30% indica tener impactos visibles en los INGEI. El 14% de las acciones participan en mercados internacionales o nacionales de carbono. El 20% asegura tener un sistema de monitoreo y seguimiento, mientras que el 9% lo tiene en proceso

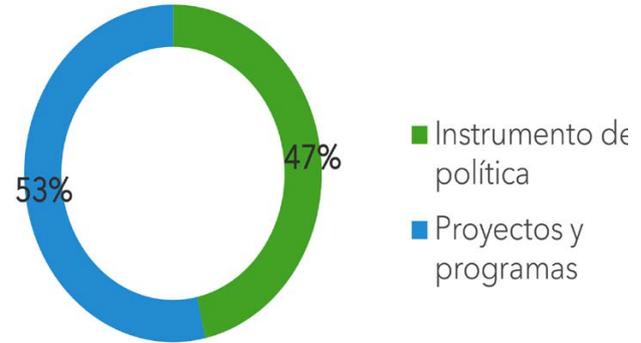


Figura 4.1 Tipo de acciones de mitigación.

Fuente: elaboración propia.

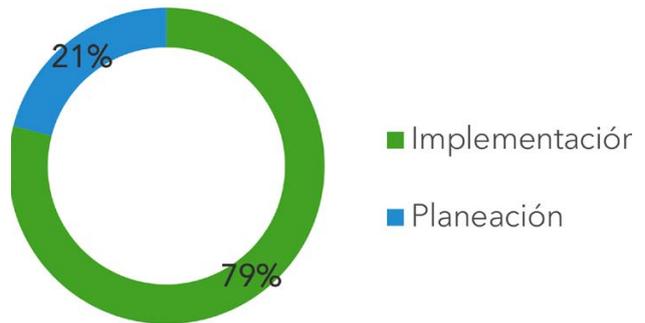


Figura 4.2. Estado de avance de las acciones.

Fuente: elaboración propia.

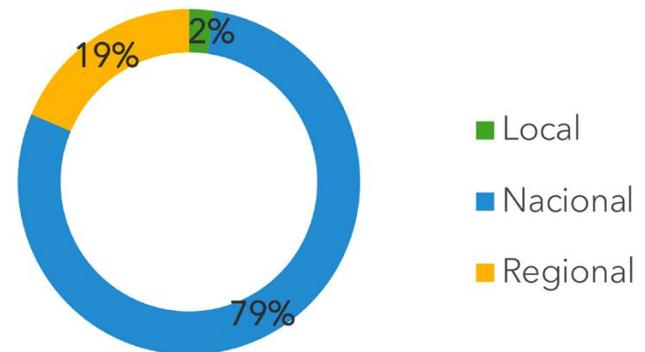


Figura 4.3. Escala de implementación de las acciones.

Fuente: elaboración propia.



Figura 4.4. Gases que mitigan las acciones.
Fuente: elaboración propia.

de diseño. El 40% de las acciones indica tener relación con objetivos de adaptación al cambio climático.

Uno de los instrumentos claves para marcar el rumbo de la mitigación es la NDC. Las NDC contienen los compromisos de los países para reducir

las emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático, de acuerdo con la CMNUCC y el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015). En diciembre de 2020, Costa Rica presentó su segunda NDC con nuevas metas en mitigación y adaptación orientadas a unir esfuerzos y articular acciones de los sectores público y privado, con el fin de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1,5 °C (Gobierno de Costa Rica, 2020). El documento se basa en los instrumentos de política pública creados en Costa Rica luego de la firma del Acuerdo de París en 2015, así como en el marco legal e institucional existente y el PND. La NDC 2020 tiene 13 áreas de acción y cada una comprende contribuciones específicas relacionadas con una meta que representa un avance para el desarrollo sostenible del área de acción. Asimismo, cada contribución se relaciona con el impacto sobre el bienestar (ODS). El cuadro 4.2 resumen las contribuciones planteadas en mitigación.

Cuadro 4.2 Metas en mitigación de la NDC 2020.

ODS	Áreas de acción	Contribuciones relacionadas con mitigación
	<p>1. Movilidad y transporte Su enfoque se centra en desarrollo de un sistema de movilidad basado en la movilidad activa y un sistema de transporte público seguro, eficiente, impulsado con energía renovable y accesible para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades; con una flota de vehículos ligeros cero emisiones y un transporte de carga eficiente.</p>	<p>Concesiones de autobuses públicos con criterios de descarbonización. Inicio de operaciones del Tren Eléctrico Limonense de Carga y el Tren Eléctrico de Pasajeros del GAM. Ampliación de la infraestructura vial para movilidad no motorizada. Migración a flota de motocicletas cero emisiones y estabilización del crecimiento de flota de motocicletas. Establecimiento de modelos de logística sostenible en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación.</p>
	<p>2. Desarrollo y ordenamiento territorial La contribución del país en desarrollo y ordenamiento territorial se basa en fomentar criterios de adaptación y descarbonización en los instrumentos que regulan la planificación de los territorios, lo que resulta clave para, entre otras cosas, impulsar un desarrollo bajo en emisiones.</p>	<p>Planificación territorial que articule movilidad sostenible con el modelo de ciudades compactas.</p>

Cuadro 4.2 Continuación.

ODS	Áreas de acción	Contribuciones relacionadas con mitigación
	<p>3. Energía Se contempla consolidar su sistema eléctrico basado en energía renovable a un costo competitivo. Esta acción se centra en acelerar la electrificación de diferentes usos en el país, limitar y reducir la utilización de combustibles fósiles, promover la eficiencia energética e innovar en fuentes de energía.</p>	<p>Alcanzar y mantener una generación eléctrica 100% renovable al 2030. Planificación intersectorial del proceso de electrificación de la demanda energética. Nuevos estándares y regulaciones de eficiencia energética de las tecnologías de uso final. Reducción de emisiones de carbono negro un 20% en sector transporte de pasajeros, de carga e industrial. Formulación de estrategia para el desarrollo y promoción del hidrógeno verde. Elevación a rango de ley, de la moratoria de exploración y explotación de hidrocarburos.</p>
	<p>4. Infraestructura y construcción El área de acción se centra en adoptar materiales y prácticas bajas en emisiones durante el ciclo de vida de los proyectos.</p>	<p>Incremento del uso en edificaciones de madera, bambú y otros materiales locales, incluyendo aquellos de plantaciones de bosques manejados sosteniblemente. Nuevas edificaciones se diseñarán y construirán adoptando sistemas y tecnologías de bajas emisiones y resiliencia bajo parámetros bioclimáticos.</p>
	<p>5. Industria, comercio y servicios Se centra en la transformación mediante procesos y tecnologías eficientes y sostenibles que utilicen energía de fuentes renovables u otras fuentes.</p>	<p>Enfoque de economía circular en las principales cadenas productivas. Objetivos y metas basados en ciencia y alineados a las NDCs y al PND. Reporte de acciones generadas en el marco del Programa País de Carbono Neutralidad (en los ámbitos organizacional, comunidades y de productos) y el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático. Confirmación de compromisos establecidos en la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal sobre reducción de hidrofluorocarbonos (HFC).</p>
	<p>6. Gestión integrada de residuos Costa Rica apuntará a la gestión integral de residuos (en particular los orgánicos) y a la modernización de su sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, en particular en áreas urbanas.</p>	<p>Implementación del Plan Nacional de Compostaje en al menos 10 municipalidades para el año 2025. Tratamiento de al menos el 50% de las aguas residuales. Lanzamiento de la política pública para la promoción de la economía circular. Inicio de la implementación del Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2021-2026 y el Plan Nacional de Compostaje 2020-2050, articulando los esfuerzos de reducción de emisiones.</p>
	<p>7. Agropecuario El país se compromete a desarrollar sistemas agroalimentarios eficientes que generen bienes bajos niveles en carbono y a consolidar un modelo ganadero basado en la eficiencia productiva y disminución de GEI.</p>	<p>Cadenas de valor (café, ganadería, caña de azúcar, arroz y musáceas) aplicarán sistemas productivos bajos en emisiones de GEI. Impulso de la economía circular de las fincas agropecuarias. Reducción del área total de pastos y aumento del área de pastos con buen manejo.</p>

Cuadro 4.2 Continuación.

ODS	Áreas de acción	Contribuciones relacionadas con mitigación
    	<p>8. Bosques y biodiversidad terrestre</p> <p>Esta área temática se centra en sostener y aumentar la cobertura forestal. Costa Rica se compromete a gestionar el territorio rural, urbano y costero orientado a la conservación y el uso sostenible de los recursos forestales, aumentando y manteniendo los servicios ecosistémicos.</p>	<p>Fortalecimiento del sistema cultural indígena que permita mantener o aumentar la capacidad de captura y/o reducción de emisiones provenientes de los ecosistemas terrestres. Inclusión en el actual PSA el componente del suelo (incluyendo turberas y demás ecosistemas con alto potencial de secuestro de carbono). Mantener y aumentar la cobertura boscosa al 60%, así como mantener la tasa de deforestación en cero en bosque maduro. Implementación de sistemas silvopastoriles y agroforestales en 69.500 hectareas. Intervención de 1.000.000 hectáreas de cobertura boscosa para evitar degradación de la tierra y favorecer la biodiversidad. Ejecución de los planes ambientales. Forestales territoriales de manera conjunta con los territorios indígenas, como instrumento de implementación la Estrategia Nacional REDD+.</p>
   	<p>9. Océano y recurso hídrico</p> <p>En términos de mitigación, Costa Rica contribuirá en la protección y conservación de los océanos y las zonas costeras.</p>	<p>Costa Rica seguirá liderando acciones de restauración de humedales costeros y de profundización del conocimiento científico de los servicios ecosistémicos que proveen. Detener o revertir la pérdida neta de humedales costeros mediante la atención a los principales causantes de deforestación y degradación. Promoción de actividades de pesca sostenible y de ordenamiento espacial marino para impulsar el desarrollo de una economía azul.</p>
    	<p>10. Acción para el empoderamiento climático</p> <p>Se promueve el empoderamiento de la sociedad civil, sector público, privado y academia en materia de cambio climático, con un enfoque multidimensional, intercultural y de derechos humanos.</p>	<p>Fortalecimiento de capacidades en mitigación al cambio climático para tomadores de decisión en diferentes niveles de gobierno, líderes comunales y jóvenes. Creación de capacidades en tomadores de decisiones sobre el desarrollo de una economía inclusiva, descarbonizada y resiliente. Implementación de acciones de comunicación y participación ciudadana alineadas a la Estrategia Nacional de Consumo y Producción Responsable para reducir el consumismo, específicamente de productos de consumo individual con huella de carbono alta.</p>
	<p>11. Transparencia y mejora continua</p> <p>Comprende acciones para asegurar la transparencia y apertura de información relacionada con los impactos del cambio climático y de los avances en acción climática, integrando diversos sectores en la acción climática, robusteciendo la planificación y la toma de decisiones basadas en datos.</p>	<p>Implementación del sistema de monitoreo para el seguimiento de la NDC y PND, entre otros. Establecimiento de procesos y arreglos institucionales para contar con la capacidad permanente de análisis, prospectiva y publicación sobre la acción climática. Contabilizar los flujos (emisiones y absorciones) de GEI de los humedales costeros mediante la integración en el Inventario Nacional de GEI y la armonización con otros sistemas de MRV como REDD+. Consolidación del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal, incluyendo la plataforma del SIMOCUTE y su vínculo con el SINAMECC.</p>

Cuadro 4.2 Continuación.

ODS	Áreas de acción	Contribuciones relacionadas con mitigación
	<p>12: Finanzas</p> <p>El país busca contar con un sector y un sistema financiero descarbonizados y no que solo incorporen criterios de cambio climático en sus operaciones y productos existentes.</p>	<p>Implementación de un instrumento de reforma fiscal verde consistente con la trayectoria necesaria para la descarbonización.</p> <p>Movilizar el sistema financiero para generar productos financieros en apoyo de la descarbonización y resiliencia.</p> <p>Fortalecimiento de instrumentos financieros como pago de servicios ecosistémicos, cánones y otros instrumentos de precio al carbono, así como seguros e instrumentos tarifarios y fiscales, para promover el financiamiento climático.</p> <p>Presentación del primer análisis de inversión del PND.</p> <p>Incorporación de criterios de infraestructura sostenible y descarbonizada, que promueva la creación de empleos verdes.</p> <p>Desarrollo de un instrumento de apoyo financiero con el sistema bancario nacional para impulsar la transición energética.</p> <p>Lanzamiento del Mecanismo de Compensación de Costa Rica como sucesor del Mercado Doméstico de Carbono.</p>
	<p>13. Políticas, estrategias y planes de cambio climático</p> <p>La contribución de Costa Rica se centra en desarrollar e implementar los instrumentos de política necesarios para cerrar las brechas socioeconómicas y territoriales a la vez que se reducen las emisiones de GEI y aumenta la resiliencia.</p>	<p>Presentación de la Estrategia Económica Territorial Costa Rica: hacia una economía inclusiva y descarbonizada 2020-2050 y el Plan Estratégico Nacional 2050 como instrumentos de planificación a largo plazo orientados a lograr un desarrollo económico inclusivo y descarbonizado.</p> <p>Desarrollo de nuevos mecanismos de financiamiento en el marco del PSA y otros instrumentos de precio al carbono e instrumentos fiscales y tarifarios.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.2. Acciones de mitigación 2015-2020

En este análisis se presentan las acciones de mitigación categorizadas de acuerdo con su relación e impacto sectorial en agendas climáticas y ambientales. El análisis se presenta de acuerdo con:

- Sectores IPCC 2006
- Áreas de acción de la NDC 2020
- Plan Nacional de Descarbonización
- Áreas de impacto principal
- Objetivos de Desarrollo Sostenible

4.2.1. Acciones de mitigación por sectores IPCC 2006

Como se explicó en el capítulo 2 de esta Cuarta Comunicación, el IPCC establece cuatro sectores

en los que se pueden trabajar las acciones contra el cambio climático: energía, procesos industriales, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y desechos.

La figura 4.5 muestra que los sectores energía y AFOLU son los que contemplan más acciones de mitigación del tipo instrumentos de política (seis acciones cada uno). En cuanto a las acciones de tipo programa/proyecto, el sector energía cuenta con la mayoría de las medidas (ocho acciones) seguido del sector AFOLU (siete acciones).

En esas tipologías de acciones de mitigación mencionadas, se incluyen seis medidas de índole transversal, que son:

- 1) Programa de Gestión Ambiental Institucional

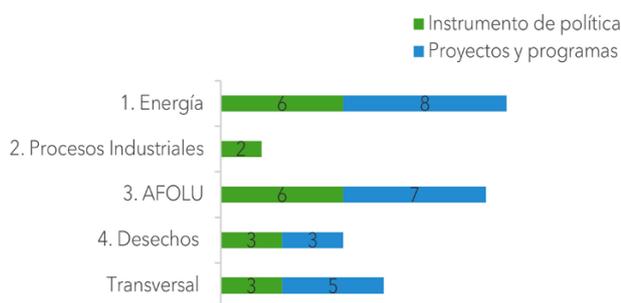


Figura 4.5. Clasificación de acciones de mitigación por sector IPCC 2006.

Fuente: elaboración propia.

- 2) Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050
- 3) Política Nacional del Hábitat
- 4) Programa Turismo - Motor de Desarrollo Local
- 5) Programa País de Carbono Neutralidad
- 6) Plan Nacional de Descarbonización

La figura 4.6 muestra las orientaciones de los instrumentos de política y destaca su enfoque en temas de energía y AFOLU. En la figura 4.7 se evidencia que en cuanto a proyectos y programa domina el enfoque energético, seguido por temas de AFOLU.

4.2.2. Acciones de mitigación por áreas de acción NCD 2020

Como se mencionó previamente, la NDC 2020 cuenta con 13 áreas de acción que responden a las necesidades del país y a los compromisos en la acción climática.

La figura 4.8 muestra las acciones de mitigación (programas y proyectos o instrumentos de política) que se orientan a cada área de acción de la NDC. Se puede observar que tanto los instrumentos de política como los programas/proyectos se orientan principalmente al sector agropecuario y, seguidamente, al sector de movilidad y transporte; ambos son sectores de importancia en

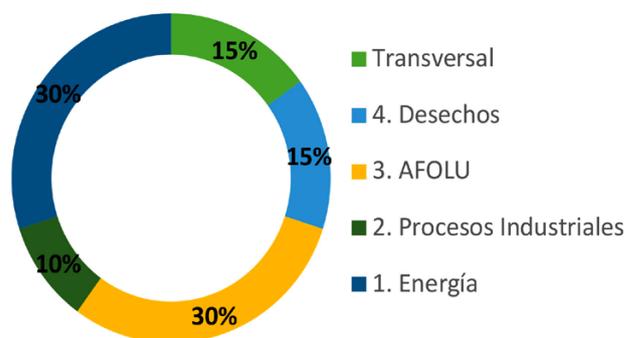


Figura 4.6. Orientación de los instrumentos de política

Fuente: elaboración propia.

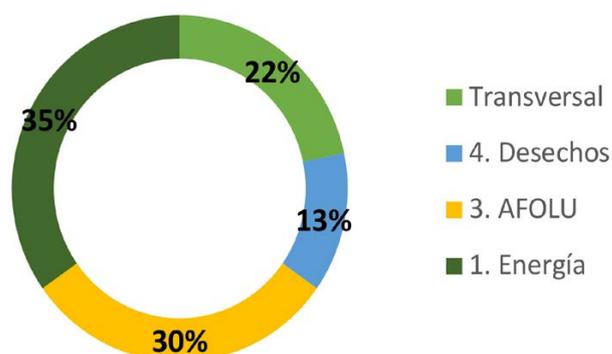


Figura 4.7. Orientación de instrumentos de programas y proyectos.

Fuente: elaboración propia.

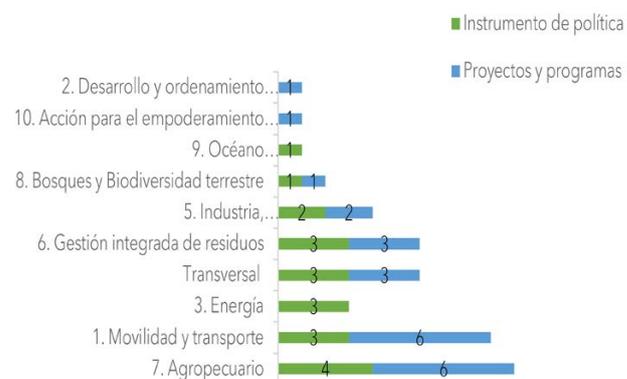


Figura 4.8 Orientación de acciones de mitigación según área de acción de la NDC 2020.

Fuente: elaboración propia.

Costa Rica en términos de desarrollo y de economía local.

La figura 4.9 evidencia que los instrumentos de política mapeados se relacionan primordialmente con el área de acción agropecuaria (20%) de la

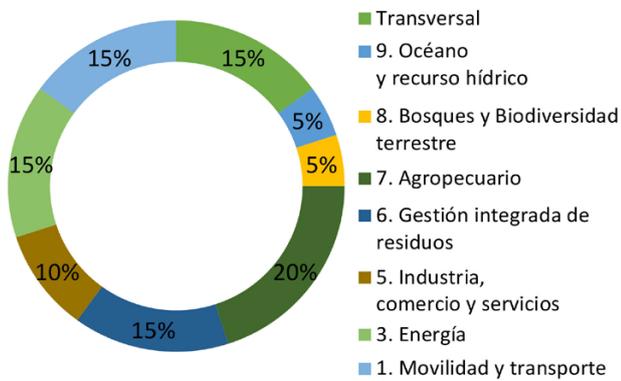


Figura 4.9. Orientación de instrumentos de política en la NDC.
Fuente: elaboración propia.

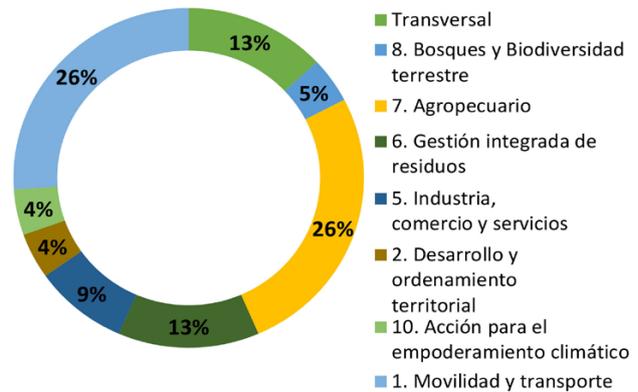


Figura 4.10. Orientación de programas/proyectos en la NDC.
Fuente: elaboración propia.

NDC 2020, seguido de las áreas de residuos, energía, transporte y de tipo transversal, cada una con 15% de las acciones mapeadas. En la figura 4.10 se observa una tendencia similar con relación a los programas y proyectos; las áreas de acción más destacadas son agropecuaria y transporte, cada con el 26% de las acciones mapeadas.

(especialmente proyectos y programas) y de seguido se destacan las acciones transversales, las del área de residuos y luego agricultura. En general, las principales acciones del plan son de tipo proyectos y programas, con 23 iniciativas, mientras que las acciones tipo instrumentos de política son ligeramente menos, suman 20.

4.2.3. Acciones de mitigación según el PND

Costa Rica lanzó su Plan Nacional de Descarbonización en 2019, con el compromiso de convertirse en una economía moderna, verde y libre de emisiones. El objetivo a largo plazo es tener emisiones netas cero para el 2050, para lo cual se establecieron 10 ejes.

La figura 4.11 permite observar que la mayoría de acciones se orientan al transporte colectivo

En la figura 4.12, se observa que los ejes de transporte, sistema eléctrico, residuos y de índole transversal contienen más acciones de mitigación tipo instrumentos de políticas (15% cada uno). Por su parte, los ejes de bosques y biodiversidad, industria y agropecuario (eje 8: agricultura+eje 9: ganadería bovina) cuentan cada uno con el 10% de las acciones. Finalmente, el eje de agricultura y el de ganadería bovina cuentan cada uno con el 5% de las acciones.

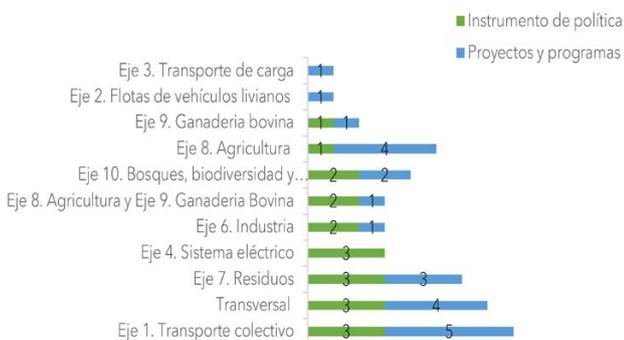


Figura 4.11. Orientación de acciones por eje del Plan de Descarbonización.
Fuente: elaboración propia.

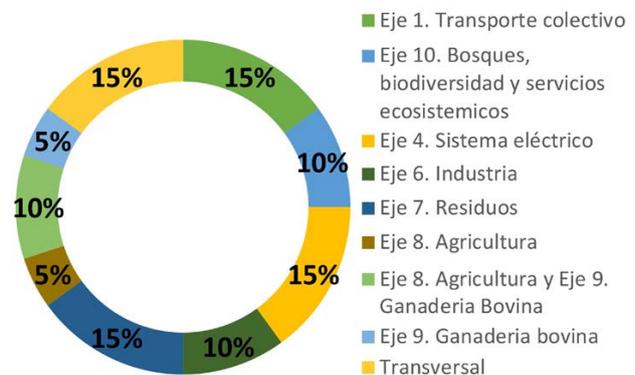


Figura 4.12. Orientación de los instrumentos de política según los ejes del Plan de Descarbonización.

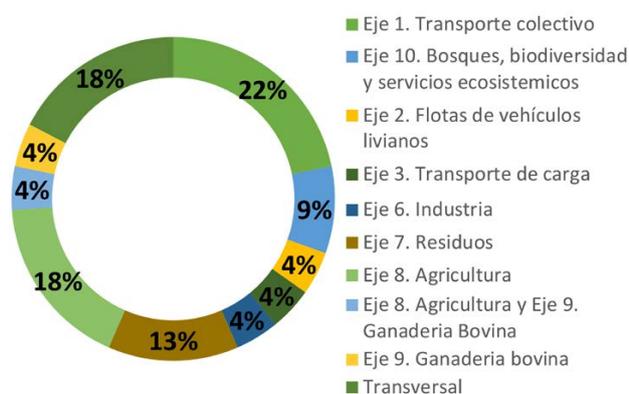


Figura 4.13. Orientación de los programas/proyectos según los ejes del Plan de Descarbonización.

En el caso de los programas y proyectos, en su mayoría se relacionan con los ejes de transporte colectivo, agricultura y de índole transversal (22%, 18% y 18% respectivamente). En un menor porcentaje se encuentra el eje bosques y biodiversidad (9%) y los de vehículos livianos, transporte de carga, industria, agropecuario y ganadería bovina, con un 4% cada uno (figura 4.13).

4.2.4. Acciones de mitigación según áreas principales de impacto

Costa Rica ha definido siete áreas para facilitar la identificación del impacto de las acciones de mitigación, lo que facilita gestionar la acción climática con los sectores priorizados. Esas áreas son: transversal, industria y servicios, energía, transporte y desarrollo urbano, agropecuario, bosques y biodiversidad terrestre y residuos. Los sectores

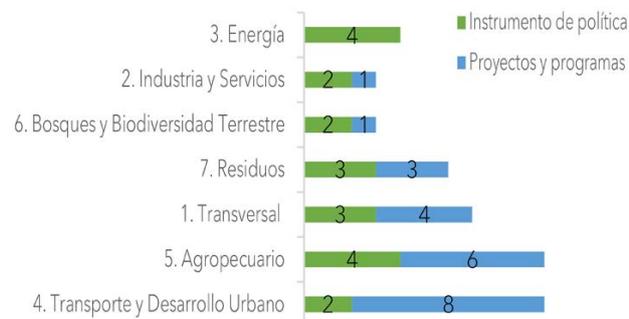


Figura 4.14. Orientación de acciones por áreas de impacto principal.

Fuente: elaboración propia.

de transporte y desarrollo urbano y agropecuario suman más iniciativas de tipo programas y proyectos, mientras que los sectores agropecuario y energía suman más acciones tipo política. Transporte y desarrollo urbano y agropecuario son los dos sectores que más acciones contemplan en total.

Los instrumentos de política mapeados se relacionan mayormente con los sectores agropecuario y energía (20% cada uno), seguido de los residuos y de índole transversal (15% cada uno). Finalmente, los sectores bosques y biodiversidad, transporte, e industria y servicios tienen 10% cada uno (figura 4.15).

Por su parte, los programas y proyectos se relacionan principalmente con los sectores de transporte (35%), seguido del sector agropecuario (26%), de índole transversal (18%), residuos (13%) y bosques y biodiversidad e industria y servicios, con 4% cada uno.

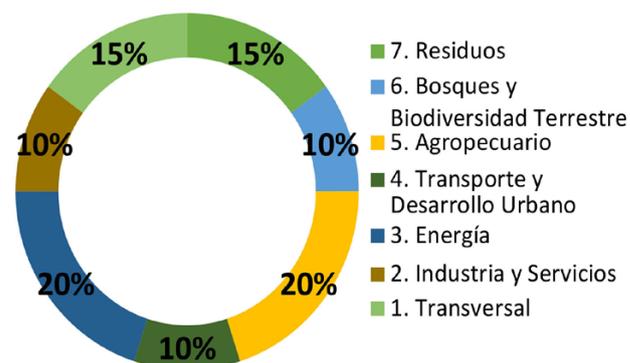


Figura 4.15. Instrumentos de política según área de principal impacto.

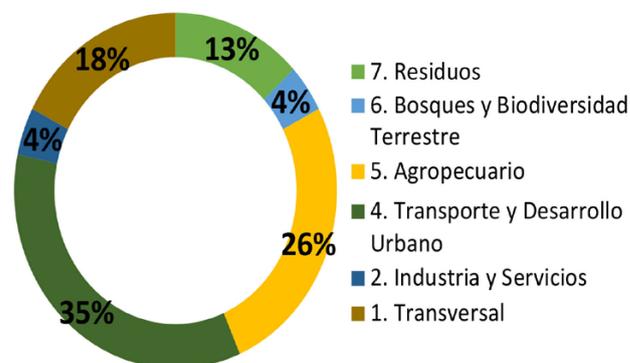


Figura 4.16. Programas/proyectos según área de principal impacto.

4.2.5. Clasificación según ODS

Los ODS fueron adoptados mundialmente en 2015 y son considerados la agenda de desarrollo sostenible más importante para que los líderes logren erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad. Cada uno de los 17 ODS tiene metas que deben alcanzarse.

El ODS 13 Acción por el Clima define dentro de sus metas “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales” y “...movilizar recursos financieros a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación...”.

Dado que una acción de mitigación puede tener múltiples impactos en diferentes ODS, al mapear las acciones de mitigación se consultó

a las entidades cual era el ODS que podría recibir mayor impacto y los que recibirían impactos secundarios. Con esto se facilita identificar los beneficios adicionales que se derivan de implementar acciones de mitigación y, a su vez, la relación que tienen otros objetivos de desarrollo sostenible con la acción climática.

Para este análisis se contabilizó cuantas acciones de mitigación mencionaban tener impacto principal o secundario sobre cada ODS. Conforme a los resultados obtenidos, se identificó que la mayoría de las acciones de mitigación (40 de 43 mapeadas) tenían una relación primaria o secundaria con el ODS 13. Los ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles y el ODS 12 Producción y consumo responsable son los siguientes ODS con mayor impacto (22 y 17 acciones respectivamente) (figura 4.17).

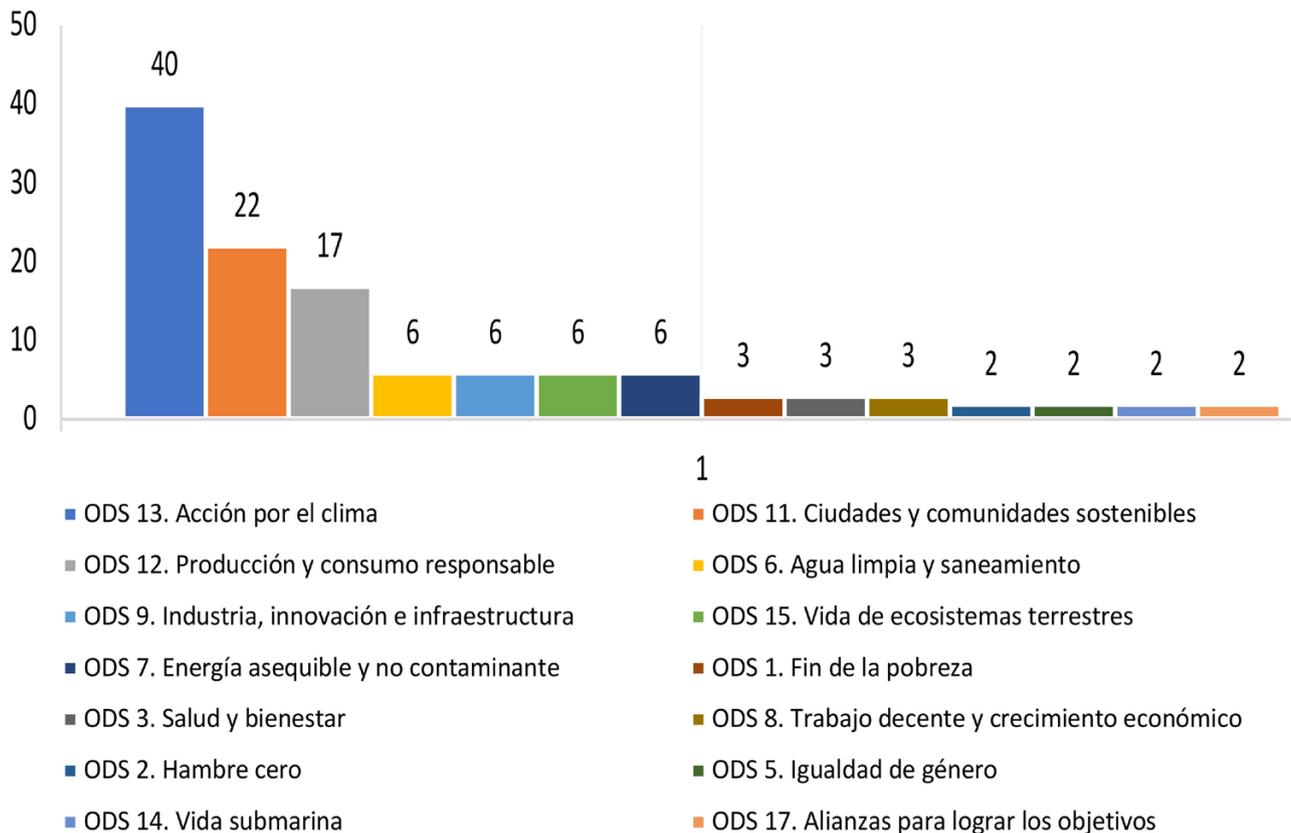


Figura 4.17. Clasificación según impacto en ODS.

4.2.6. Financiamiento

Un 40% de las acciones de mitigación de tipo instrumento de política no especifica el estado de financiamiento. Esto puede responder a que, por su naturaleza, los instrumentos de política plantean esquemas generales para abordar una problemática, siendo la consecución y definición de fuentes de financiamiento un proceso que se da paulatinamente y de manera progresiva e independiente para cada uno de los objetivos propuestos (figura 4.18).

Las acciones tipo programa/proyecto, por su parte, en un 35% tienen pendiente obtener los recursos necesarios para su ejecución, el 30% indica tener recursos asegurados, el 26% en proceso de consecución y el 9% no indica información al respecto (figura 4.19).

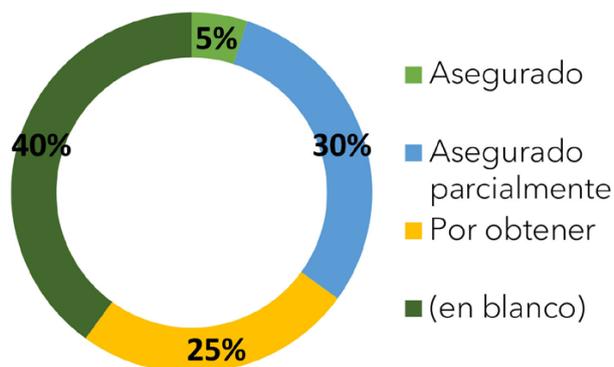


Figura 4.18. Estado de financiamiento de los instrumentos de política.

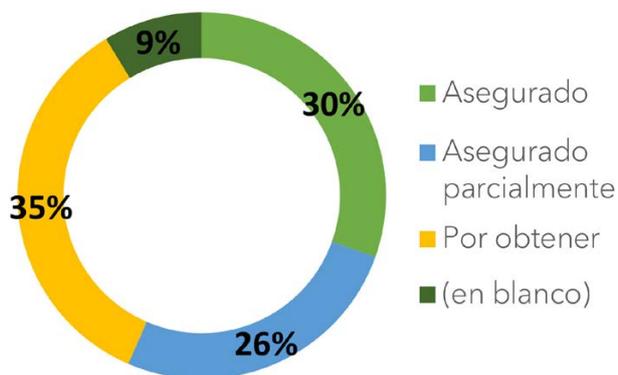


Figura 4.19. Estado de financiamiento de programas/proyectos.

La identificación de posibles fuentes de financiamiento de los instrumentos de política se realiza a medida que inicia la ejecución de los programas y proyectos puntuales. Sin embargo, un 25% de los instrumentos indican un financiamiento mixto, es decir que los recursos serán provistos por diferentes fuentes y un 15% que cuenta con apoyo de recursos de cooperación internacional (figura 4.20).

Para el caso de los programas y proyectos, se identificó que el 31% es apoyado financieramente a través de cooperación internacional, el mismo porcentaje se observa para financiamiento mixto, mientras que el sector privado apoya el 13% de estas acciones (figura 4.21).

Las acciones de mitigación que no detallaron información de financiamiento (17%) fueron el proyecto Red de Recarga Rápida del ICE y las

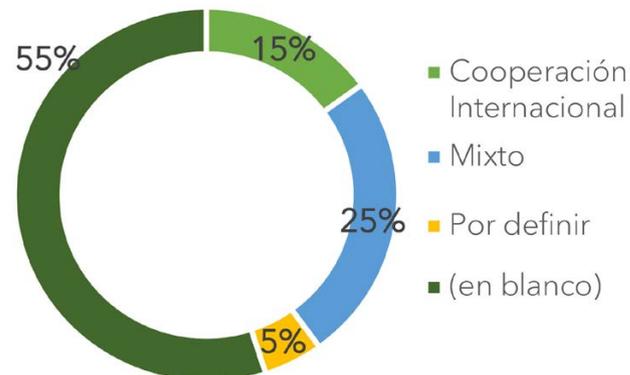


Figura 4.20. Fuente de financiamiento de instrumentos de política.

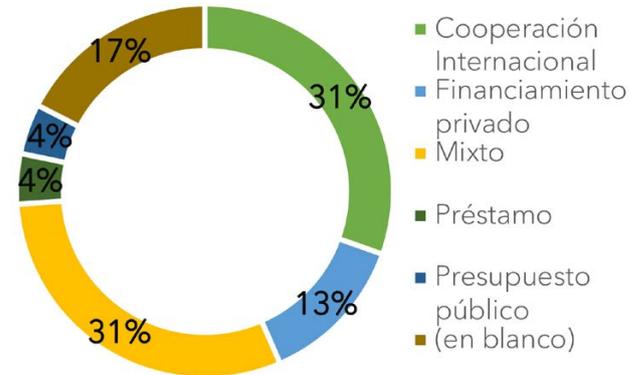


Figura 4.21. Fuentes de financiamiento de programas/proyectos.

NAMAs para los sectores de Ganadería, Residuos y Musáceas. Estas dos últimas NAMAs se encuentran en estado de planeación, por lo cual no se cuenta con información definida; sin embargo, para el caso de las acciones Red de Recarga Rápida y NAMAs Ganadería es necesario aclarar el detalle. El financiamiento a través de presupuesto público y de tipo préstamo representa cada uno el 4% de los programas y proyectos financiados.

4.3. Instrumentos de política

Los instrumentos de política son medidas que se formulan generalmente desde las entidades gubernamentales o bajo el liderazgo de gremios y asociaciones sectoriales, por lo tanto, usualmente tienen alcance nacional o sectorial. Por lo general, plantean lineamientos y estructuras que buscan mejorar y gestionar ciertas condiciones, ya sea en sectores, territorios, ecosistemas, o comunidades, entre otros. Puede que, desde un inicio, la formulación de estos instrumentos cuente con esquemas específicos para reducir emisiones de GEI, o que dentro de su alcance se evidencien

impactos directos e indirectos en la reducción de emisiones.

Las acciones de este tipo pueden tener ser leyes, políticas, reglamentos, planes, estrategias, entre otros. Para el periodo 2015–2020 se identificaron 20, 17 en estado de implementación y 3 en planeación.

Los instrumentos de política se formulan considerando las necesidades y prioridades país, así como los planes de desarrollo del Gobierno. Cuando estos instrumentos comprenden objetivos de mitigación al cambio climático, su principal insumo técnico y referente son los resultados de los INGEI, lo que facilita priorizar las medidas respecto a las fuentes de emisión más representativas para el país.

El cuadro 4.3 enlista las 20 acciones de mitigación de tipo instrumento de política mapeadas entre 2015 y 2020, incluida el área de impacto principal, el estado actual de avance, periodo de ejecución y la entidad cooperante.

Las principales acciones de mitigación tipo instrumento de política de son el PND y la Estrategia Nacional REDD+, sobre los cuales se amplía a continuación.

Cuadro 4.3 Instrumentos de política mapeados para el periodo 2015-2020.

Instrumento	Área de impacto principal	Estado	Periodo	Fuente de financiamiento
1. Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+)	Bosques y biodiversidad terrestre	Implementación	2018 - 2024	FCPF GCF
2. VII Plan Nacional de Energía	Energía	Implementación	2015 - 2030	Presupuesto público Financiamiento privado (banca - empresas distribuidoras de electricidad)
3. Plan Nacional de Transporte Eléctrico (PNTE)	Transporte y desarrollo urbano	Implementación	2018 - 2030	Presupuesto público Financiamiento privado (banca - empresas distribuidoras de electricidad)
4. Plan Estratégico Sectorial (PES)	Energía	Planeación	2020 - 2014	Por definir
5. Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono	Agropecuario	Implementación	2015 - 2034	No se especifica

Cuadro 4.3 Continuación.

Instrumento	Área de impacto principal	Estado	Periodo	Fuente de financiamiento
6. Actividades habilitadoras para la pronta ratificación de la Enmienda de Kigali	Industria y servicios	Planeación	2024 - 2045	Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal
7. Plan de gestión de Eliminación de HCFC en Costa Rica (primera etapa 2013-2020)	Industria y servicios	Implementación	2013 - 2021	Cooperación internacional
8. Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada Costa Rica 2050	Transversal	Implementación	2020 - 2050	No se especifica
9. Estrategia Nacional de Hidrógeno	Energía	Planeación	2023 - 2050	No se especifica
10. Acuerdo Intersectorial para la reducción de emisiones de GEI en el sector transporte, sectores infraestructura y transporte	Transporte y desarrollo urbano	Implementación	2019 - 2024	No se especifica
11. Política Nacional del Hábitat (PNH)	Transversal	Finalizada	2021 - 2040	No se especifica
12. Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica	Bosques y biodiversidad terrestre	Implementación	2019 - 2030	Presupuesto institucional SINAC y Conservación Internacional
13. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos	Residuos	Implementación	2016 - 2021	No se especifica
14. Plan Nacional para la Gestión Integral de residuos 2016-2021	Residuos	Implementación	2016 - 2021	No se especifica
15. Plan Nacional de Compostaje	Residuos	Implementación	2020 - 2050	Presupuesto público y se revisan opciones de privados y cooperación internacional
16. Plan Nacional de Descarbonización	Transversal	Implementación	2018 - 2050	No se especifica
17. Acuerdo entre MAG y MINAE para la reducción de emisiones en el sector agropecuario	Agropecuario	Implementación	2018 - 2023	No se especifica
18. Políticas para el Sector Agropecuario y el Desarrollo de los Territorios Rurales	Agropecuario	Implementación	2015 - 2018	No se especifica
19. Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense	Agropecuario	Implementación	2010 - 2021	No se especifica
20. Plan Estratégico para la Promoción y Desarrollo de Fuentes Renovables no Convencionales (PFRNC)	Energía	Implementación	2016-2035	No se especifica

Fuente: elaboración propia.

4.3.1. Plan Nacional de Descarbonización

Costa Rica se ha propuesto sentar las bases de la nueva economía del siglo XXI creando una visión positiva, innovadora e inspiradora del futuro: una economía que responda a los cambios del contexto mundial, transitando hacia una economía verde, que promueva el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Con esta visión, Costa Rica lanzó el Plan Nacional de Descarbonización (PND) en 2019, con el compromiso de convertirse en una economía moderna, verde y libre de emisiones. El objetivo a largo plazo es tener emisiones netas cero para el 2050. A través de este plan, se busca aunar esfuerzos con actores en todos los niveles e ir más allá de lo habitual para lograr la transformación necesaria y demostrar que es posible el cumplimiento de la Agenda 2030.

El PND está compuesto por 10 ejes, que trazan rutas de cambio en las áreas claves para revertir el crecimiento de emisiones de GEI, así como fomentar la modernización y dinamización de la economía bajo una visión de crecimiento verde. También cuenta con 8 estrategias transversales que buscan consolidar el cambio transformacional, mediante la modernización de la institucionalidad, el marco fiscal, el sistema educativo bajo

enfoques integrales, con consideraciones sociales, financieras, ambientales y tecnológicas.

Si bien, la transición a una economía baja en emisiones requiere de una transformación profunda, Costa Rica ha logrado avances importantes en décadas previas, como lograr que casi el 100% de la electricidad sea generada sin usar combustibles fósiles y revertir la deforestación. Aun así, los retos son grandes y requieren de esfuerzos transformacionales que el mismo PND ha estructurado a través de paquetes de política pública y actuaciones urgentes.

Las acciones se presentan en tres grandes etapas:

- a) etapa inicial (2018-2022)
- b) etapa de inflexión (2023-2030)
- c) etapa de normalización del cambio o despliegue masivo (2031-2050)

Para efectos del periodo en estudio (2015-2020), se presenta a continuación los avances de la etapa inicial.

Como se puede observar, la estructura del PND comprende todos los sectores productivos de Costa Rica y las acciones de cambio que se planean realizar para cada uno de ellos, con el fin de dar

Cuadro 4.4 Avances de la etapa inicial del PND (2019-2022).

 <p>Eje 1 Movilidad sostenible y transporte público</p>	<p>Sector IPCC Energía – transporte</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Movilidad y transporte</p>	<p>GEI CO₂</p>	<p>ODS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1107 1396 1219 1500">  </div> <div data-bbox="1225 1396 1337 1500">  </div> </div>
<p>Acciones de cambio Modernizar transporte público y crear un sistema integrado e intermodal Electrificar y adoptar tecnologías cero emisiones en el transporte público Implementar prácticas de desarrollo urbano orientado al transporte y bajo emisiones</p>			
<p>Progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • 58 kilómetros de carriles prioritarios para autobuses, equivalentes al 65% de avance • Intervención en seis rutas troncales con tramos prioritarios para autobuses • Implementación piloto del sistema de pago electrónico en el tren y en una ruta troncalizada de autobús • Inició el pilotaje de tres buses eléctricos • Se fijó la tarifa para recarga de buses eléctricos en plantel • Inauguración de la ciclovia hacia el este en el cantón de Montes de Oca • 21 cantones están en el Programa País Carbono Neutralidad 2.0 			

	<p>Eje 2</p>	<p>Sector IPCC Energía – transporte</p>	<p>GEI</p>	<p>ODS</p>  
<p>Transporte liviano cero emisiones</p>		<p>Área de acción NCD Movilidad y transporte</p>	<p>CO₂</p>	
<p>Acciones de cambio Acelerar la transición de la flota de vehículos hacia tecnología cero emisiones Mejorar eficiencia de flota de combustión</p>				
<p>Progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • 35 instituciones gubernamentales adquirieron 332 vehículos eléctricos • 62,3% de la meta de instalación de centros de recarga para vehículos prevista para el 2022 • Se fija una tarifa por tiempo de recarga (colones/minuto) para los centros de recarga rápida • Inició el Plan Piloto de Transporte Público 2021 tras el ingreso de tres buses eléctricos, cinco cargadores y una licencia de monitoreo de datos con el apoyo y donación del Gobierno de Alemania • INA y TEC cuentan con programas para técnicos en reparaciones de vehículos eléctricos. 				
	<p>Eje 3</p>	<p>Sector IPCC Energía – transporte</p>	<p>GEI</p>	<p>ODS</p>  
<p>Transporte de carga emisiones cero</p>		<p>Área de acción NCD Movilidad y transporte</p>	<p>CO₂</p>	
<p>Acciones de cambio Consolidar programa de logística de carga para la reducción de emisiones Promover la eficiencia tecnológica en el sector transporte de carga pesada y liviana</p>				
<p>Progreso 60% de avance en el proceso de integrar en el modelo de distribución y comercialización de carga, el uso de transporte de carga liviana y pesada: i) Finalización del estudio de mercado sobre el uso intensivo del transporte ferroviario para la movilización de mercancías en trayectos largos y de mayor demanda; ii) finalización de capítulos sobre la estrategia operativa y patios intermodales del estudio de factibilidad</p>				
	<p>Eje 4</p>	<p>Sector IPCC Energía – Industrias de la Energía</p>	<p>GEI</p>	<p>ODS</p>  
<p>Energía eléctrica renovable a costo competitivo</p>		<p>Área de acción NCD Energía</p>	<p>CO₂</p>	
<p>Acciones de cambio Promover la modernización del sistema eléctrico para enfrentar los retos derivados de la descarbonización, digitalización y descentralización en la producción eléctrica Promover la eficiencia energética</p>				
<p>Progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ICE y la CNFL cumplen la meta de mantener una matriz eléctrica renovable al 100% • Se establece la tarifa de media tensión “B”, aplicable a grandes consumidores (empresas electro-intensivas) y empresas certificadas en eficiencia energética • Formulación de proyecto piloto de almacenamiento energético de hasta 3MW por baterías, en la red de distribución eléctrica • Conclusión del informe sobre el potencial eólico marino para la generación eléctrica en Costa Rica y finalización del análisis de restricciones ambientales para la priorización de áreas energéticamente aprovechables y de la etapa de identificación del Proyecto Eólico Marino Punta Descartes • Instalación de 623.633 medidores de tecnología AMI • 5 empresas de alto consumo asesoradas por ICE en el marco del Programa de Eficiencia Energética bajo la norma ISO 50001 • Proyecto de ley para fomentar la eficiencia energética 				

 <p>Eje 5 Edificaciones sostenibles y de bajas emisiones</p>	<p>Sector IPCC Energía – Otros sectores</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Infraestructura y construcción</p>	<p>GEI</p> <p>CO₂</p>	<p>ODS</p>  
<p>Acciones de cambio</p> <p>Fortalecer las normas, estándares e incentivos para la implementación efectiva de prácticas de construcción sostenible en edificaciones y otras infraestructuras</p> <p>Mejorar las prácticas de operación de edificaciones existentes y otra infraestructura de manera que se reduzca significativamente su impacto en emisiones de GEI</p>			
<p>Progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creación y coordinación del Programa Bandera Azul Ecológica-Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica en la categoría de Construcción Sostenible • 78 edificaciones con certificación EDGE para un total de 4.614,62 m² con un ahorro de energía total de 506.563,81 kWh • LEED certifica 15 proyectos con un área acumulada de 954.508,83 m², mostrando un crecimiento de 14,53% con respecto a 2019 • 736 edificaciones y 29 municipalidades galardonadas en la categoría de cambio climático del Programa Bandera Azul Ecológica, para un total de 20.704,84 Ton CO₂ eq evitadas • Verificación de 170 empresas con declaraciones de carbono neutralidad bajo estándares del Programa País Carbono Neutralidad y la norma INTE B-5 			
 <p>Eje 6 Sector industrial de bajas emisiones</p>	<p>Sector IPCC Procesos industriales y energía - Industrias manufacturas y de la construcción.</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Industria, comercio y servicios</p>	<p>GEI</p> <p>CO₂ CH₄ N₂O Otros según tipo de industria</p>	<p>ODS</p>  
<p>Acciones de cambio</p> <p>Impulsar el proceso de transformación tecnológica de bajas emisiones del sector industrial</p> <p>Impulsar el desarrollo y consumo de productos y servicios bajo modelos de economía circular</p>			
<p>Progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de actores clave y creación de un grupo que lidere la implementación de metas del sector en la NDC y en el PND • 67 unidades de equipos de aire acondicionado ecoeficientes instaladas • 909 kg de refrigerante R-22 instalado y sustituido por NH₃/CO₂ recirculado • Destrucción de 392kg de gas refrigerante mediante co-procesamiento. Se evitan 392 tCO₂ eq. • Oficialización de la Estrategia Nacional de Bioeconomía y se encuentra en proceso su plan de acción, para fomentar la sustitución de combustibles fósiles, con modelos de economía circular • Investigación de envases de origen natural y compostables para sustituir el plástico • 4 pilotos de economía circular al 100%: Piloto de la Municipalidad de San Isidro de Heredia, Índice de Sostenibilidad de Marco, Eco planta de producción con modelo Ecolones y Modelo de cambio de insumos para reducción de emisiones • Modificación del Reglamento de Rellenos Sanitarios, para actualizar las condiciones para aprovechar el biogás, en el marco del Proyecto NAMA, para regular sitios de separación y disposición final de residuos sólidos 			

 <p>Eje 7 Gestión integral de residuos</p>	<p>Sector IPCC Desechos -Tratamiento y eliminación de aguas residuales y eliminación de desechos sólidos</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Gestión integrada de residuos</p>	<p>GEI</p> <p>CH₄ N₂O</p>	<p>ODS</p>  
--	--	--	---

Acciones de cambio

Políticas que promuevan la gestión integral de residuos baja en emisiones y economía circular
 Robustecer la gestión efectiva de las aguas residuales
 Crear condiciones habilitadoras para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos y líquidos

Progreso

- Desarrolladas 23 normas técnicas nacionales para etiquetado de plásticos de un solo uso
- NAMA Residuos diseñado al 100%
- Avance del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José, al 75,5%
- Gestión de 4.060 toneladas de residuos sólidos por día
- Lanzamiento Programa Ecomunidades, con la puesta en operación del primer centro de acopio y reciclaje administrado por una asociación de desarrollo, con capacidad de 100 toneladas
- Desarrollado ciclo de capacitaciones con asociaciones de desarrollo sobre disposición de residuos valorizables, programa Ecomunidades, mercadeo social y financiamiento de proyectos ambientales y de gestión de residuos. Participaron 168 líderes comunales
- Seis gobiernos locales tienen acuerdos para ser parte del programa Ecomunidades
- Creación de la Guía Paso a Paso para Facilitar la Transición de los Gobiernos Locales Hacia una Economía Circular: Caso de Costa Rica y capacitación a 13 gobiernos locales

 <p>Eje 8 Sistemas agroalimentarios bajos en carbono</p>	<p>Sector IPCC AFOLU - Tierras de cultivo</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Agropecuario</p>	<p>GEI</p> <p>CH₄ N₂O</p>	<p>ODS</p>  
--	--	--	---

Acciones de cambio

i) Desarrollar procesos de innovación en la cadena de valor de productos prioritarios que faciliten la generación de bienes agropecuarios descarbonizados

Progreso

- Tres procesos para programas de reducción de emisiones iniciados
- Gestión de recursos de cooperación para diseñar las NAMAs arroz, musáceas y caña de azúcar

 <p>Eje 9 Modelo ganadero bajo en emisiones</p>	<p>Sector IPCC AFOLU – Ganado</p> <hr/> <p>Área de acción NCD Agropecuario</p>	<p>GEI</p> <p>CH₄ N₂O</p>	<p>ODS</p>  
---	--	--	---

Acciones de cambio

Impulsar que el sector ganadero contribuya a la descarbonización mediante prácticas eficientes y la captura de carbono, la protección de servicios ecosistémicos y la generación de resiliencia
 Diseñar y mejorar un sistema de métrica asociada a unidades productivas ganaderas

Progreso

- 860 fincas ganaderas implementaron tecnologías en el marco del modelo NAMA, 48,5% de la meta prevista
- Más de 25 fincas lecheras con sistemas de biodigestores
- Implementación de sistemas de bioles en 12 fincas lecheras o mixtas
- 325 nuevas fincas aplican la metodología de MRV en 2020 acumulando 1075 fincas, 63% de la meta
- Más de 150 técnicos del MAG y CORFOGA fueron capacitados en la metodología MVR

	Sector IPCC AFOLU – Tierras	GEI	ODS  
Eje 10 Gestión de territorios con soluciones basadas en la naturaleza	Área de acción NCD Bosques y biodiversidad terrestre	CO ₂	
Acciones de cambio periodo 2019 – 2022 Implementar la Estrategia REDD+ para fomentar la reducción de emisiones por deforestación, degradación evitada y conservación de bosques y ecosistemas en zonas rurales y urbanas Fomentar la protección, restauración y gestión de otros ecosistemas altos en carbón			
Progreso <ul style="list-style-type: none"> • Restauración de 64 hectáreas en el CBI María Aguilar y tres hectáreas en el CBI Torres • 320 mil hectáreas y 8 millones de árboles bajo contrato en más de 8.000 fincas, en el marco del PSA • Se completó la preparación de la Estrategia Nacional REDD+ y se avanza en su financiamiento • Ríos Limpios, la Estrategia Nacional para la Recuperación de Cuencas Urbanas 2020-2030; esta iniciativa fue oficializada a inicios del 2020 • Desarrollados 14 planes de gestión para corredores biológicos y elaborados tres gestión para CBI • Oficializada la Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya - Costa Rica 2019-2030 • Inicio de las acciones de reforestación e implementación del programa de restauración hidráulica en el marco del Proyecto Restauración, conservación y manejo sostenible de los manglares de Costa Rica y Benín frente al Cambio Climático 			

Fuente: elaboración propia.

cumplimiento a objetivos y metas establecidos por el país para contribuir con la acción climática.

Al ser el Plan Nacional de Descarbonización junto con la NDC 2020 los instrumentos principales que orientan la acción climática en Costa Rica, se halló la relación de cada una de las acciones de mitigación mapeadas con dichos instrumentos. La relación se hace a nivel de área de acción de la NDC 2020 y de Eje del PND.

4.3.2. Estrategia Nacional REDD+

La Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) de Costa Rica se construyó a partir de un largo proceso de consulta durante la preparación para REDD+ desde 2011 y hasta 2015. Desde el inicio fue vinculada al Plan Nacional de Desarrollo, a la ENCC y a otros instrumentos de política relacionados (Plan Nacional de Desarrollo Forestal, Política de ASP, programa de PSA).

La ambición de esta estrategia va más allá de vender reducción de emisiones en el marco

del Fondo de Carbono, ya que aspira a atacar los motores de la deforestación y la degradación. La estrategia está conformada bajo la estructura de seis políticas REDD+ (figura 4.22), que son el marco orientador que permite establecer los planes para atender las cinco acciones REDD+. Adicionalmente, las seis políticas dan los lineamientos para establecer responsabilidades institucionales e identificar actores relevantes.

Con la implementación de esta estrategia, se estima que entre 2018–2024 se reducirán emisiones en 36,7 millones de toneladas de CO₂ eq, con una inversión total de USD 1.177.601.179. La reducción de emisiones por la conservación y el manejo forestal sostenible para el periodo de 2018–2019 fue de 10.486.289 toneladas de CO₂ eq. A continuación, se describen en detalle la estrategia y sus avances.

4.3.3. Instrumentos de política sectorial

En esta sección se describen los instrumentos de política mapeados para el periodo 2015–2020



Figura 4.22. Políticas de la Estrategia Nacional REDD+.

Cuadro 4.5 Resumen Estrategia Nacional REDD+.

Acción			
Estrategia Nacional REDD+	Descripción: Es un esfuerzo país que combina acciones de inversión propias y expectativas de financiamiento internacional a partir de los pagos por reducción de emisiones forestales. Aspira a mejorar la actuación del país en la generación de beneficios para la acción climática y a mejorar el desarrollo humano, en especial de las zonas rurales. Se espera que las acciones tengan beneficios sociales y ambientales, que favorezcan la gestión integrada del paisaje, el desarrollo económico, ambiental, social y cultural. Esta estrategia tiene como objetivo reducir emisiones de GEI por deforestación y degradación forestal y aumentar los stocks de carbono.		
Meta	Estado	Periodo	
Para el período 2010-2025, la meta es de 4.365.160 t CO ₂ e año ⁻¹	Implementación	2018 – 2014	
Avances			
Política 1. Promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.			
<ul style="list-style-type: none"> No se han hecho mediciones directas, sin embargo, hubo aumento del área de bosque secundario que en 2015 alcanzó cerca de 930.000 has. Desarrollo de iniciativas como la NAMA Ganadería y el NAMA Café. Esquemas de financiamiento creados en FONAFIFO: i) Crédito para plantaciones de aprovechamiento forestal. Financia el cultivo de árboles en sistemas agroforestales, a la fecha se han financiado 205 proyectos con financiamientos de 1 a 5 millones de colones, con pequeños y medianos productores. II). Crédito FONAFIFO a tu Lado. Promueve el emprendimiento de mujeres en el sector forestal y ambiental, a la fecha se han otorgado 23 créditos por más de 129 millones de colones. De acuerdo con datos del Sistema de Monitoreo Forestal, del 2010 al 2020 se restauraron 142.343 has de bosque secundario 			
Política 2. Fortalecer programas de prevención y control de cambio de uso de la tierra e incendios.			
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de cadena de custodia mediante la creación de plataformas tecnológicas de productos de madera. Desarrollo del sistema de catastro del Patrimonio Natural del Estado, en SINAC. Desarrollo de la plataforma del Sistema de Alerta Temprana de incendios forestales. Fortalecimiento tecnológico para la implementación del Proceso del Inventario Forestal Nacional. 			

Cuadro 4.5 Resumen Estrategia Nacional REDD+.

Acción	
Estrategia Nacional REDD+	Avances
	<p>Política 3. Incentivos para la conservación y el manejo forestal sostenible.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consecución de financiamiento para actividades de conservación de bosques. • Aprobación del Proyecto con el FVC que dotará de USD 54 millones (40 para el PSA). • Firma del Acuerdo de Compa de las Reducciones de Emisiones (ERPA) por USD 60 millones (USD 30 millones se utilizarán para promover la protección de los bosques). • Elaboración y puesta en marcha del Contrato de Reducciones de Emisiones Forestales (CREF) para el reconocimiento del servicio ambiental de mitigación e inicio del proceso de reclutamiento de fincas con bosque para participar en el programa.
	<p>Política 4. Restauración de paisajes y ecosistemas forestales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento con el MIVAH para coordinar la mesa interinstitucional de planes reguladores para la integración de criterios de priorización de servicios ecosistémicos por recurso hídrico.
	<p>Política 5. Participación de los pueblos indígenas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finalización de la consulta con 19 territorios indígenas. • Modificaciones al manual de procedimientos del Programa de PSA para el reconocimiento de la autonomía y cosmovisión de los pueblos indígenas en el pago de conservación de bosques. • Fortalecimiento y capacitación de 140 mediadores culturales para el proceso de información de cambio climático y REDD en territorios indígenas. • Primera propuesta de capítulo indígena para el Plan Nacional de Desarrollo Forestal. • Creación de la Comisión de Asuntos Indígenas del MINAE.
	<p>Política 6. Condiciones habilitantes.</p> <p>Elaboración de informe de monitoreo para el período 2018 – 2019. Presentación del Anexo Técnico de REDD+ en el Reporte de Actualización Bienal (BUR). Desarrollo, presentación y aprobación de la propuesta de pago basado en resultados ante el Fondo Verde del Clima (GCF). Borrador del Plan de Distribución de Beneficios que muestra la forma en que Costa Rica distribuirá los beneficios del Programa de Reducción de Emisiones con el Fondo de Carbono. Elaboración, validación e implementación del Plan de Acción de Género para la Estrategia. Desarrollo de un sistema de gestión de ASP en el SINAC.</p>

Fuente: elaboración propia.

para cada uno de los sectores o áreas de impacto principal definidos por Costa Rica.

4.3.3.1. SECTOR AGROPECUARIO

Con instrumentos como la Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense (2010-2021) formulada por el MAG y la Política para el Sector Agropecuario y el Desarrollo de los Territorios Rurales (2015-2018) de la SEPSA, se han logrado importantes avances en productividad, competitividad, innovación y de desarrollo tecnológico.

La Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono (2015-2034) presentada en 2015 por el

MAG es la primera que avanza en la generación de condiciones habilitadoras para transformar el sector ganadero hacia un modelo bajo en carbono, eficiente y productivo. Con la implementación de la Estrategia se estima el secuestro de carbono en 3.861,8 miles TM de CO₂ al año 2034.

El Acuerdo entre el MINAE y MAG, firmado en 2018, para integrar y potencializar iniciativas del sector y agendas climáticas, tiene como objetivo impulsar la descarbonización del sector de manera gradual, con reducción de emisiones GEI y aumento de la captura de CO₂. El en Acuerdo se estima que el sector reducirá las emisiones en un rango entre 30 y 45 kg de CO₂eq por unidad de PIB agropecuario de las fuentes de GEI emanadas de forma directa.

4.3.3.2. SECTOR ENERGÍA

El VII Plan Nacional de Energía (2015-2030) es el principal para avanzar en el desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional y mejorar la eficiencia energética del país. Este instrumento establece orientaciones específicas para fomentar las acciones frente al cambio climático, mediante el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento. El plan fue actualizado en 2019 y en el informe de cierre se identificó que, de 171 metas, 76 (44%) fueron finalizadas. Las metas no finalizadas se incluyeron en la nueva versión del plan, junto con nuevas metas. Es liderado por el MINAE y la SEPSE.

El Plan Estratégico para la Promoción y Desarrollo de Fuentes Renovables no Convencionales - PFRNC (2016-2035) del ICE lidera iniciativa para ordenar y sistematizar nuevas opciones energéticas renovables. Sus dos objetivos estratégicos proponen estudiar proyectos y opciones de generación, respetando la viabilidad técnica, económica y ambiental e incorporar fuentes para la satisfacción de la demanda eléctrica nacional. El PFRNC se enmarca en los compromisos y visión que el país tiene en la promoción y uso de energías limpias y reducción de GEI. Está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo y el VII Plan Nacional de Energía.

El Plan Estratégico Sectorial (PES 2019-2025) abarca el desarrollo sostenible de los sectores de infraestructura y transporte, incluyendo la reducción de emisiones GEI. Actualmente se tiene avances en el plan piloto de introducción de autobuses eléctricos en rutas urbanas de la GAM.

El MINAE trabaja en el diseño de la Estrategia Nacional de Hidrógeno con el fin de iniciar el aprovechamiento de las ventajas, oportunidades, y beneficios de la producción de hidrógeno con energía renovable, avanzando así en diferentes áreas de acción alineadas con el PND.

4.3.3.3. SECTOR TRANSPORTE Y DESARROLLO URBANO

El Plan Nacional de Transporte Eléctrico - PNTE (2018-2030) promueve la transición hacia una mayor participación de las energías renovables en la matriz energética nacional, mediante la electrificación del transporte. También busca mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas y reducir las emisiones de GEI. Se estima una reducción de emisiones para el sector energía de 1.300.000 ton de CO₂. De acuerdo con el informe de avance 2020 del PNTE, 18 acciones están finalizadas (30%), 12 tienen cumplimiento alto (20%), 12 acciones tienen cumplimiento medio (20%); 11 acciones tienen cumplimiento bajo (18%) y siete acciones no han iniciado (12%).

El Acuerdo Intersectorial para la Reducción de emisiones de GEI en el sector transporte, sectores infraestructura y transporte, firmado por el MINAE y el MOPT en 2019, impulsa la descarbonización del sector transporte bajo un trabajo conjunto entre el sector de infraestructura y transporte y el sector de ambiente, energía y mares. En el acuerdo el sector transporte se compromete a implementar medidas y otros instrumentos para emitir como máximo 5 MtCO₂ eq al 2024, medido con base al reporte de INGEI. Esto implica una reducción de 0,5 MtCO₂ equivalente con respecto al escenario tendencial.

4.3.3.4. SECTOR RESIDUOS

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2016-2021) y el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2016-2021) son herramientas fundamentales para la gestión de residuos.

El Plan Nacional de Compostaje (2020-2050), elaborado por la Secretaría del Consejo Nacional Ambiental, propone contribuir a la descarbonización, anticipando el envío de materia orgánica a los rellenos sanitarios para disminuir las emisiones de metano. Este plan cuenta con siete ejes de

acción relacionados con la carbonización del suelo, actualización de normativa, gestión de materia orgánica, emprendimiento e innovación, cambio cultural, contribución a la descarbonización y MRV y sostenibilidad financiera. Una de las metas es tener una Costa Rica libre de materia orgánica en los rellenos sanitarios para el 2030 y una sociedad más sensible a su adecuado manejo.

4.3.3.5. SECTOR INDUSTRIA Y SERVICIOS

El Plan de Gestión de Eliminación de Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) para Costa Rica es una iniciativa que ha trabajado el MINAE con el apoyo del PNUD, específicamente para el sector. En su primera etapa (2013-2020) pretendía reducir 35% del consumo de los HCFC's en el país antes del 2020, pero se superó la meta, alcanzado un 37%. El plan se fundamentó en el control de las importaciones de HCFCs.

Las Actividades Habilitadoras para la pronta ratificación de la Enmienda de Kigali (2024-2045) son un proyecto que planifica el MINAE con el fin de reducir gradualmente el consumo de HFC a partir de 2024. La meta de estas actividades se calculará a partir del 2023 cuando se cuente con la línea base.

4.3.3.6. SECTOR BOSQUES Y BIODIVERSIDAD

El instrumento principal es la Estrategia REDD+. Adicionalmente y para ampliar su acción a otros ecosistemas estratégicos de Costa Rica, se ha formulado la Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica (2019-2030), cuyo fin es aunar esfuerzos de planificación bajo una visión integral y regional, con el objetivo de conservar los manglares en el largo plazo y aumenta las absorciones de dióxido de carbono (CO₂eq). Esta estrategia ha estimado un potencial de mitigación de 23.528 de ton de CO₂ eq.

4.3.3.7. SECTOR TRANSVERSAL

El PND (2018 - 2050) es principal instrumento de política para la acción climática en Costa

Rica. Las metas son fijadas a horizontes 2030 y 2050 principalmente.

La Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada (2020-2050), liderada por el Mideplan, también es de gran relevancia con el objetivo de desarrollar un nuevo modelo económico territorial y evolucionar hacia una economía digitalizada, descentralizada y descarbonizada (3D). La estrategia es una herramienta geográfica multisectorial que permitirá avanzar en la planificación del país, identificando las intervenciones públicas claves que se requieren en áreas prioritarias para evolucionar a una economía 3D.

La Política Nacional del Hábitat - PNH (2021-2040), bajo el liderazgo del MIVAH, busca contribuir al desarrollo planificado y sostenible del territorio costarricense en todas sus escalas. Tiene cuatro ejes, relacionados con la gobernanza, planificación territorial, desarrollo territorial sostenible y desarrollo integral de asentamientos humanos y vivienda. Bajo estos ejes se desarrollarán acciones que servirán de marco para la mitigación de GEI como el desarrollo urbano orientado al transporte y la planificación territorial y la promoción de la construcción sostenible de viviendas de interés social.

4.4. Programas y proyectos

Los programas/proyectos son un conjunto organizado y coherente de actividades que se relacionan entre sí y que se desarrollan en forma simultánea o sucesiva con la finalidad de alcanzar los objetivos de mitigación establecidos y definidos para un alcance, escala y duración delimitada. Las medidas de mitigación que están dispuestas a tomar los países como parte de su contribución, se formulan bajo la estructura de las NAMAs. Estas acciones deben ser medibles, reportables y verificables.

Para el periodo objeto de análisis (2015-2020) se identificó que Costa Rica cuenta con 23 programas/proyectos relacionados con la mitigación al

cambio climático, 17 en implementación y 6 en planificación.

Sobre las NAMAs y el Programa País Carbono Neutralidad se profundizará ahora, dado que constituyen los principales avances en la implementación de acción puntuales de mitigación al cambio climático. Así mismo se ampliará sobre programas y proyectos identificados para cada uno de los sectores o áreas de impacto principal definidos por Costa Rica.

4.4.1. Acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMAs)

El gobierno costarricense en colaboración con el sector privado y organizaciones internacionales ha logrado avanzar en la formulación en implementación de las NAMA.

El primer mecanismo de este tipo desarrollado en Costa Rica fue la NAMA Café, en el año 2014, y fue la primera NAMA agrícola del mundo en

Cuadro 4.6 Resumen de NAMAs

NAMA			
NAMA Café	Descripción: La apoyan los sectores público, privado, financiero y académico con el fin de transformar el sector a través de estrategias que permitan producir, procesar y comercializar café bajo en emisiones de manera sostenible y resiliente. Las acciones incluyen reducir el uso de fertilizantes, mejorar la eficiencia del uso de agua y energía, promover mecanismos financieros para apoyar nuevos sistemas agroforestales, determinar la huella de carbono, desarrollar estrategias de promoción de café diferenciado y viabilizar la implementación de tecnologías bajas en emisiones.		
	Meta	Estado	Periodo
	Reducir 340.000 ton/CO ₂ eq de emisiones GEI. En 10 años, tiene como objetivo alcanzar toda la zona de producción de café con una inversión total de USD 30 millones.	Implementación	2014 – 2024
	Avances		
	- 71.763 ton/CO ₂ eq reducidas al 2020 - 9.851 personas beneficiadas		
NAMA			
NAMA Fincas Ganaderas	Descripción: Busca mejorar los ingresos y la calidad de vida de más de 27.000 productores ganaderos, haciendo al sector más competitivo, garantizando la mitigación de GEI y con-beneficios como la adaptación ante los efectos adversos del cambio climático y mejorando la gestión de riesgos.		
	Meta	Estado	Periodo
	Reducir 3.127.669 ton/CO ₂ eq, a través de la transformación del sector que cubrirá el 70% del hato y 60% del área ganadera.	Implementación	2017 -2034
	Avances		
	73.000 ton/CO ₂ eq reducidas al 2020 1.400 fincas implementan el modelo NAMA Ganadería		
NAMA			
NAMA Arroz	Descripción: Pretende lograr un cambio transformacional en la cadena de valor del cultivo, industrialización y comercialización del arroz, al definir una estrategia que orienta la selección, implementación y evaluación de las acciones de mitigación de GEI y adaptación.		
	Meta	Estado	Periodo
	Abarcar todos los procesos y actividades vinculados a la agro cadena: producción primaria e industrialización del arroz. Integrar acciones de mitigación y adaptación.	Planeación	2022 –2030
	Avances		
	En 2020 se finaliza la nota concepto y en 2021 se inicia el diseño de la versión final de NAMA.		

NAMA			
NAMA Caña de Azúcar	Descripción:	Busca implementar buenas prácticas agrícolas y acciones tecnológicas para estimular e incrementar los niveles del sector en productividad en un marco de ecoeficiencia, rentabilidad económica y beneficio social; incorporando medidas que contribuyan a la mitigación de GEI y adaptando los sistemas agroproductivos a las condiciones impuestas por el cambio climático.	
	Meta	Estado	Periodo
	Reducción de emisiones a nivel de cadena de valor.	Planeación	2022 –2032
Avances			
En 2020 se finaliza la nota concepto y en 2021 se inicia el diseño de la versión final de NAMA.			
NAMA			
NAMA Musáceas	Descripción:	Aspira a generar un cambio transformacional en la cadena de valor del cultivo, empaque y comercialización de las musáceas, al definir una estrategia que oriente la selección, implementación y evaluación de las acciones de mitigación y adaptación.	
	Meta	Estado	Periodo
	36 fincas de pequeños y medianos productores de musáceas (20 pequeños y 16 medianos) y cuatro de productores exportadores.	Planeación	Sin determinar
Avances			
Actualmente se cuenta con la nota concepto.			
NAMA			
NAMA Residuos Sólidos	Descripción:	Tiene como objetivo desarrollar sistemas para el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante el tratamiento in situ, sistemas comunitarios o sistemas centralizados, además de la captura y quema de los gases generados por la descomposición anaerobia en los sitios de disposición final. Con la NAMA se avanzará en el desarrollo de estrategias de compostaje, el establecimiento de mejores prácticas de gestión integral de residuos en los entornos municipales y comunitarios y en la promoción de la separación de residuos en la fuente domiciliar, comunal y empresarial.	
	Meta	Estado	Periodo
	Reducir el 64% (528.000 t CO ₂ e) de las emisiones de GEI proveniente de los residuos sólidos en 2032.	Planeación	2022 -2032
Avances			
Inició actividades, pero hasta 2022 tendrá resultados específicos. Se estima que de 2018 a 2020 se ha evitado la emisión de 5.354 ton/CO ₂ eq.			

Fuente: elaboración propia.

implementación y una de la más representativas del país dado la importancia que tiene el sector en la identidad nacional costarricense. En 2017 inició la implementación de las acciones NAMA de fincas ganaderas, que es uno de los mecanismos propuestos para implementar la Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono (ENGBC) que el país presentó en 2016. Sin embargo, es en el marco del PND presentado en 2018, que Costa Rica fortalece e intensifica el proceso de formulación de acciones de mitigación, especialmente bajo la estructura de las NAMAs. Muestra de esto

es la NAMA Residuos que responde a los objetivos plantados en PND. A la par, esta NAMA es respaldada por otros instrumentos como el PNDIP 2019-2022.

Adicionalmente, Costa Rica ha trabajado arduamente en la formulación de tres NAMAs del sector agrícola correspondientes a los cultivos de arroz, caña de azúcar y musáceas. Eso se articula con el PND.

El cuadro 4.6 presenta un resumen general de los objetivos, metas y avances de las NAMAs en desarrollo.

4.4.2. Programa País Carbono Neutralidad

Es un mecanismo diseñado por el MINAE, de implementación voluntaria, dirigido a organizaciones, comunidades y fabricantes de productos, para que se unan al objetivo de descarbonización a largo plazo. Este programa, creado en 2012,

facilita a las organizaciones una metodología estandarizada para medir sus inventarios de carbono, demostrar reducciones de emisiones y alcanzar una neutralidad de carbono verificable. El cuadro 4.7 presenta la descripción y los avances de cada categoría.

Cuadro 4.5 Resumen Estrategia Nacional REDD+.

CATEGORÍA			
Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Organizacional	Descripción:	Es el programa nacional voluntario desarrollado por MINAE para la contabilización, el reporte y gestión de los GEI organizacionales. Establece las reglas que deben seguir los organismos de validación y verificación para realizar procesos de evaluación de los inventarios de GEI, las reducciones y las compensaciones de las organizaciones que participan en el programa. Esta categoría busca: sensibilizar a las organizaciones sobre los desafíos para avanzar en la descarbonización de la economía del país e integrar sus esfuerzos para producir información verificada y contribuir a mejorar la eficiencia y la productividad de las organizaciones.	
	Meta	Estado	Periodo
	No definido	Implementación	2012 - Programa permanente
	Avances	179 organizaciones participan de manera activa, 115 tienen el reconocimiento Carbono Neutralidad y 30 Carbono Neutralidad Plus. De esta forma, se ha logrado el reporte de 7.386.378 tCO ₂ e emitidas por las organizaciones desde 2012. Asimismo, se han reducido 339.930 tCO ₂ e, se han compensado 384.024 tCO ₂ y 527.392 tCO ₂ e han sido removidas. Estas últimas cifras equivalen aproximadamente a USD 52,5 millones estimados en beneficios sociales de carbono.	
CATEGORÍA			
Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Comunidades	Descripción:	Es un programa nacional voluntario desarrollado por MINAE con cooperación internacional, para la contabilización, el reporte y la verificación de los INGEI a escala cantonal y distrital. Ofrece un mecanismo para reconocer la adecuada gestión de las emisiones de GEI a escala cantonal y distrital.	
	Meta	Estado	Periodo
	No definido	Implementación	2012 - Programa permanente
	Avances	Reporte de 6.410.029 tCO ₂ e emitidas. Actualmente, 19 comunidades son parte del programa y 4 se encuentran en proceso de incorporación.	
CATEGORÍA			
Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Productos	Descripción:	Ofrece un mecanismo para reconocer la adecuada gestión de las emisiones de GEI en estudios de huella de carbono bajo un enfoque de ciclo de vida, aplicable a productos. Incluye los criterios relacionados a la implementación de estudios de huella de carbono y carbono neutralidad, correspondiente a todo el ciclo de vida del producto y la verificación de este estudio es realizada por el Organismo de Verificación y Validación (OVV) acreditado por el ECA. El programa aplica a todos los bienes y servicios que se produzcan, fabriquen, ensamblen, comercialicen, distribuyan, exporten, importen, o utilicen en el territorio costarricense y que cumplan con los requisitos estipulados.	
	Meta	Estado	Periodo
	No definido	Implementación	2021 - Programa permanente
	Avances	El Programa se oficializó en mayo del 2021, por lo que aún no ha generado resultados. Actualmente se elabora un pilotaje con cuatro empresas del sector café y dispositivos médicos.	

4.4.3. Programas y proyectos sectoriales

A continuación, se describe cada uno de los programas y proyectos identificados sectorialmente.

4.4.3.1. SECTOR AGROPECUARIO

Es el sector con mayor número de NAMAs en desarrollo, lo que responde a la representatividad que tiene la agricultura y la ganadería dentro del desarrollo económico y social del país.

Adicionalmente, el MAG como autoridad del sector, desde 2011 ha implementado el Programa Bandera Azul Ecológica - Categoría Agropecuaria con el fin de incentivar la aplicación de mejores prácticas para la gestión sostenible de los recursos naturales en la producción agropecuaria. Este es un programa permanente a través del cual en 2015 se galardonaron 65 fincas y 335 fincas en 2020.

En la siguiente tabla se resumen los seis programas/proyectos mapeados para el sector agropecuario, su estado actual, el periodo de implementación y la fuente de financiamiento.

4.4.3.2. SECTOR ENERGÍA

Para el sector energía no se identificaron acciones de mitigación de tipo programas y proyectos. Es importante aclarar que los programas y proyectos transversales tienen impactos directos en la reducción de emisiones en el sector energía.

Igualmente, es importante tener en cuenta que, si se analiza este sector de acuerdo con las directrices IPCC, incluye las emisiones generadas por el sector de transporte, el cual en el presente análisis cuenta con la mayor representatividad de acciones de mitigación mapeadas. Este análisis es importante ya que dentro de los resultados del INGEI que Costa Rica presentó en 2015 el subsector de transporte es el mas emisor dentro del sector energía, lo que explica por qué Costa Rica ha priorizado el desarrollo de acciones de mitigación para esta fuente de emisión.

4.4.3.3. SECTOR TRANSPORTE Y DESARROLLO URBANO

Los programas y proyectos del sector se enfocan en la reducción de emisiones de CO₂ generadas por sistemas de transporte convencionales y por el uso de combustibles fósiles. Con propuestas innovadoras para optimizar y modernizar la movilidad en su diferentes modos motorizados y no motorizados, se avanza en la implementación de medidas que beneficien tanto en la acción climática, como a las comunidades, la conectividad y el desarrollo urbano.

El cuadro 4.9 resumen los ocho programas/proyectos mapeados que por su objetivo se relacionan con el sector de transporte y desarrollo urbano.

Cuadro 4.8 Programas/proyectos del sector agropecuario.

Acción	Estado	Periodo	Fuente de financiamiento
1. NAMA Café	Implementación	2014-2024	Presupuesto público, Financiamiento privado y de cooperación internacional
2. NAMA Ganadería	Implementación	2017-2034	No se especifica
3. NAMA Arroz	Planeación	2022-2030	BID
4. NAMA Caña de Azúcar	Planeación	2022-2032	BID y Agencia Francesa
5. NAMA Musáceas	Planeación	Sin determinar	No se especifica
6. Categoría Agropecuaria del Programa Bandera Azul Ecológica	Implementación	2011-Permanente	MAG y sector privado

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4.9 Programas/proyectos – sector transporte y desarrollo urbano.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
1. Reorganización del Sistema de Transporte Público Modalidad Autobús, para el Área Metropolitana de San José y zonas aledañas.	Avanzar en el desarrollo de esquemas tronco-alimentados que logren la integración operativa y física del servicio en la modalidad de autobús. Reducir anualmente cerca de 506 ton de CO ₂ . Se han consolidado 70 kms de carriles exclusivos en operación y se han aprobados 12 esquemas operativos.	Planeación	2021 - 2028	Recursos propios de las instituciones participantes y de los operadores del servicio.
2. Construcción, equipamiento y puesta en operación de un sistema de tren eléctrico de pasajeros en el GAM.	Conectar el eje principal de este a oeste del país y avanzar en una movilidad segura, limpia, rápida y eficiente, favoreciendo el descongestionamiento vial y la disminución en la emisión. Con una longitud superior a los 84 km se avanzará en la intermodalidad entre autobuses, taxis o medios no motorizados. Se espera reducir 1.800.000 ton de CO ₂ en los primeros 30 años y luego mantener una reducción de al menos 62.000 ton anuales.	Planeación	2022-2027	Presupuesto público, financiamiento privado, préstamo
3. Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA).	Tiene como objetivo mejorar la gestión del transporte de carga y eficiencia, reduciendo sus emisiones y aumentando la competitividad del transporte de carga. Se espera que para el 2030 se hayan implementado mejoras logísticas como centros de consolidación de cargas. Actualmente se avanza con el estudio de factibilidad.	Implementación	2022-2026	BCIE
4. Piloto buses eléctricos - Cantidad de emisiones de GEI evitadas de CO ₂ eq por sustitución de fuente de energía en buses (diésel a energía eléctrica de la red eléctrica nacional).	Reducir CO ₂ a través de la electrificación del transporte público. La meta es reducir 135 toneladas de CO ₂ eq con dos buses en operación por cuatro meses en tres rutas diferentes, y se retiran de circulación durante la operación de los buses eléctricos dos buses diésel. Se ha avanzado con la compra de buses y la selección de las rutas dónde serán utilizados.	Implementación	2021-2022	Gobierno alemán por medio de la GIZ
5. Proyecto “mUE-ve – Movilidad Sostenible, Urbanismo, Equipamiento, Valoración del Espacio Público, y Enverdecimiento y Equidad”.	La Unión Nacional de Gobiernos Locales ha formulado este proyecto para promover el desarrollo urbano integral en línea con la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en los 15 gobiernos locales del área de influencia del Tren Metropolitano de Costa Rica.	Implementación	2020-2015	Cooperación internacional

Cuadro 4.9 Continuación.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
6. Fomento y desarrollo del ciclismo urbano en Montes de Oca y Curridabat, Costa Rica.	Reducir la emisión de GEI en los procesos de movilidad y reducir la congestión al usar la bicicleta. Actualmente se ha implementado el diseño y construcción de los primeros 4Km de red ciclista. Se finalizó la lectura de la demanda y planteamiento de la red completa de infraestructura ciclista como plan maestro y se finalizó el diseño de los tramos priorizados.	Implementación	2020-2021	Euroclima
7. Programa para un Sistema Integrado de Transporte Público Modalidad Autobús para la GAM SITGAM.	Generación de una propuesta de gobernanza que permita consolidar un Sistema Integrado de Transporte Público Masivo a nivel operacional, física y de multimodalidad. Con la coordinación del MOPT se espera alcanzar un 65% del reparto modal de los usuarios con el transporte público al 2035 y aumentar el uso de la bicicleta hasta ubicarse entre el 5 y el 10% del reparto modal total en la GAM al 2035.	Implementación	2020-2035	Recursos propios de las instituciones participantes y de los operadores del servicio.
8. Red de Recarga Rápida del ICE	Iniciativa para instalar los centros de recarga eléctrica para vehículos en puntos estratégicos del país, a través de alianzas público-privadas. A diciembre de 2019 se contó con 34 centros de recarga instalados.	Implementación	2016 - permanente	No se define

Fuente: elaboración propia.

4.4.3.4. SECTOR RESIDUOS

Este sector ha enfocado sus esfuerzos en aprovechar residuos orgánicos mediante el tratamiento in situ, especialmente del biogás. Con el inicio de actividades de implementación de la NAMA Residuos en dos fases 2022 a 2027 y 2027 a 2032, se planea la ejecución de proyectos puntuales relacionados con el fortalecimiento de las municipalidades en tratamiento de residuos, la estructuración técnica, financiera, y fortalecimiento de nuevos proyectos en compostaje y promoción de alianzas publico privadas.

El cuadro 4.10 detalla los 3 programas/proyectos que actualmente desarrolla el sector para reducir las emisiones de GEI. Se espera que con el inicio de la implementación de la NAMA Residuos, el sector active y fortalezca el desarrollo de

acciones puntuales para la reducción de las emisiones del segundo sector con mayor participación dentro de las emisiones estimadas en los INGEI.

4.4.3.5. SECTOR INDUSTRIA Y SERVICIOS

Específicamente en el sector de servicios se identificó el proyecto Turismo - Motor de Desarrollo Local (TuModelo), el cual representa una de las iniciativas que busca mejorar condiciones de vida de comunidades rurales a través de la identificación de oportunidades de mercado para cadenas de valor sostenibles en el sector turístico. Con la implementación del proyecto liderado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible se espera promover la participación ciudadana y avanzar en un modelo de desarrollo, de consumo

Cuadro 4.10 Programas/proyectos del sector residuos.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
1. Aprovechamiento de biogás PTAR Los Tajos en el marco del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José.	Aprovechamiento de biogás resultado del proceso de tratamiento de aguas, mediante su uso para producir energía eléctrica y calórica. Su meta es obtener 20.000 kWh/d de energía eléctrica mediante el uso de equipo de motogeneración a biogás. Actualmente el 100% del biogás se usa en calefacción y agitación de digestores de la PTAR.	Implementación	2016-Permanente	Préstamo
2. Programa de Biogás	Introducir al sector productivo primario nacional en el aprovechamiento de los residuos generados en sus actividades para la producción de energía.	Implementación	2015-Permanente	Financiamiento privado
3. NAMA Residuos	Los detalles de esta NAMA de describieron anteriormente.	Planeación	2022-2032	No se define

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4.11 Programas/proyectos – sector industria y servicios.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
1. Turismo - Motor de Desarrollo Local (TuModelo).	Iniciativa que busca mejorar condiciones de vida de comunidades rurales a través de la identificación de oportunidades de mercado para cadenas de valor sostenibles en el sector turístico.	Implementación	2019-2022	Cooperación internacional

Fuente: elaboración propia.

y de producción responsable para reducir la huella de carbono.

El cuadro 4.11 detalla el objetivo y desarrollo de la acción mencionada.

Es importante resaltar que programas y proyectos categorizados de índole transversal, como el PPCN, tienen impactos especialmente en el sector industria.

4.4.3.6. SECTOR BOSQUES Y BIODIVERSIDAD

Uno de los proyectos más representativos de Costa Rica que ha sido referente y modelo de replicación en diferentes países de Latinoamérica es el Programa pago por Servicios Ambientales (PSA), que consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado a los propietarios y poseedores

de bosque y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.

Anualmente, el programa establece la cantidad de hectáreas y/o árboles nuevos a sembrar de cada actividad a reconocer, así como los montos a pagar. La meta anual es de 115.000.000 ton CO₂eq y para los contratos de reforestación de 1.000.000 ton CO₂ eq.

Este programa se articula con la Estrategia REDD+, a través de la cual se ha gestionado la consecución de recursos financieros (USD 40 millones) para reforzar el programa.

El cuadro 4.12 resume la información general del programa PSA.

Cuadro 4.12 Programas/proyectos – sector bosques y biodiversidad.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
1. Programa PSA	Reducción de emisiones generadas por la deforestación a través de la protección de los bosques.	Implementación	2017-Permanente	Principalmente el 3,5% del impuesto a los combustibles, sumado al 25% de la recaudación de canon de agua, y a convenios y acuerdos con empresas públicas o privadas.

Fuente: elaboración propia.

4.4.3.7. TRANSVERSAL

Finalmente, se describen los programas y proyectos categorizados como transversales, dado que su objetivo, metas y estructura comprende el impacto en la reducción de emisiones de GEI en fuentes de emisión de diferentes sectores productivos. El cuadro 4.13 incluye el PPCN y el Programa de Gestión Ambiental Institucional-PGAI.

4.5. Diagramas resumen por área de impacto principal

A continuación, se presentan siete diagramas resumen que corresponden a cada Área de Impacto Principal anteriormente analizada, con el fin de tener de forma ilustrativa y en una línea de tiempo, el desarrollo de acciones de mitigación de acuerdo con la fecha de inicio de su implementación. Cada diagrama indica a la izquierda los instrumentos de política y a la derecha los programas y proyectos mapeados para el periodo de 2015 a 2020.

Cuadro 4.13 Programas/proyectos – transversales.

Acción	Objetivo y avances	Estado	Periodo	Fuente de Financiamiento
1. Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Organizacional.	Ofrecer un mecanismo para reconocer la adecuada gestión de las emisiones de GEI a organizaciones públicas y privadas.	Implementación	2012 - Programa permanente	Presupuesto público (de las instituciones públicas), financiamiento privado y cooperación internacional.
2. Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Comunidades	Busca potenciar la acción climática cantonal y distrital, a través de la gestión de las emisiones de GEI en sus actividades, dando prioridad a los esfuerzos de reporte, reducción y verificación de GEI; sensibilizar a los municipios, así como a sus ciudadanos.	Implementación	2018 - Programa permanente	Presupuesto público (de las municipalidades o distritos) y cooperación internacional.
3. Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Productos	Incluye los criterios relacionados a la implementación de estudios de huella de carbono y carbono neutralidad, correspondiente a todo el ciclo de vida del producto de "cuna a tumba".	Implementación	2021 - Programa permanente	Presupuesto público y financiamiento privado.
4. Programa de Gestión Ambiental Institucional-PGAI	Por medio de un proceso cíclico de planificación, implementación, revisión y mejora, se busca cumplir objetivos ambientales.	Implementación	2011 - Programa permanente	MINAE y Ministerio de Salud.

Fuente: elaboración propia.

Sector Agropecuario

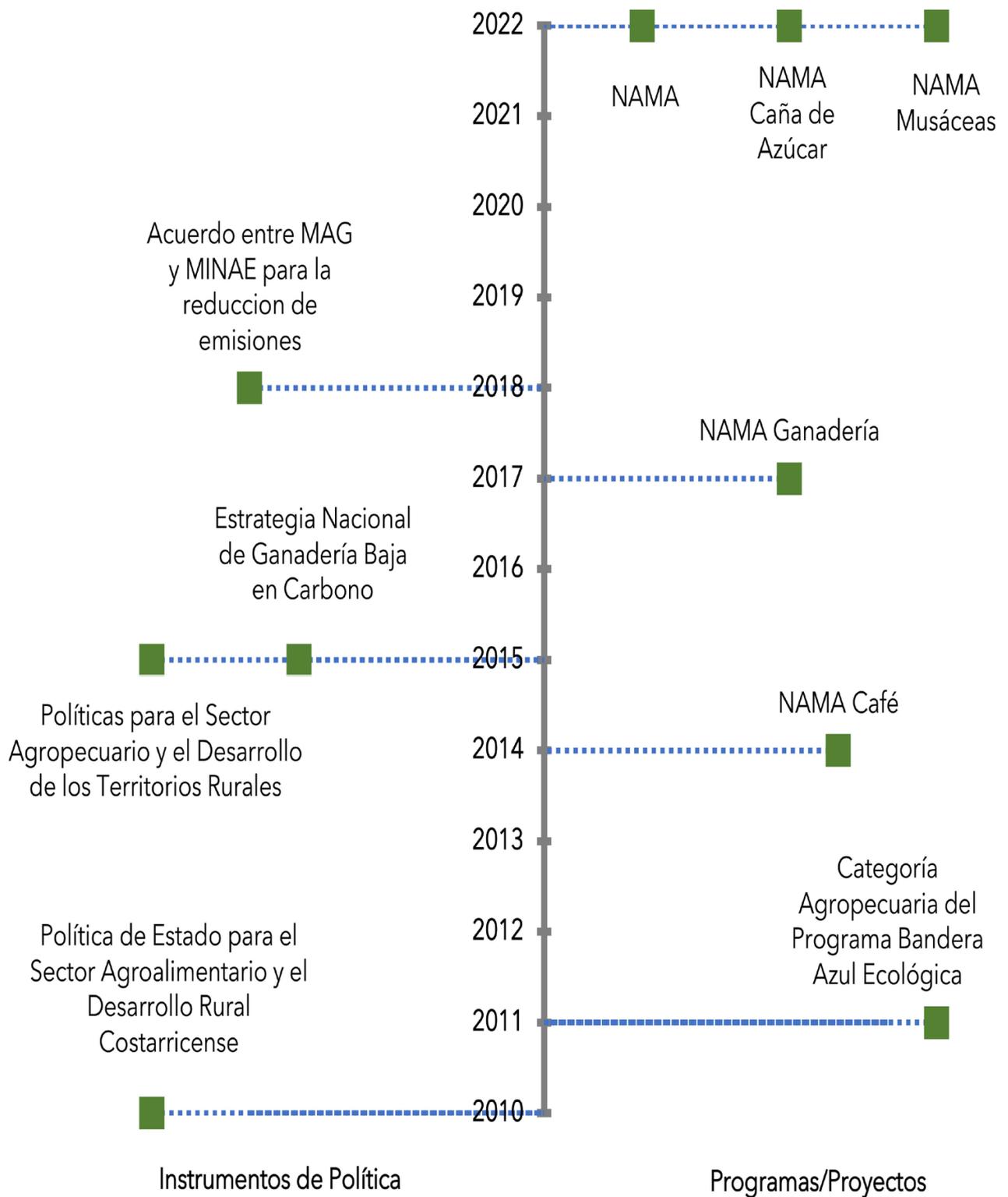


Figura 4.23. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector agropecuario.

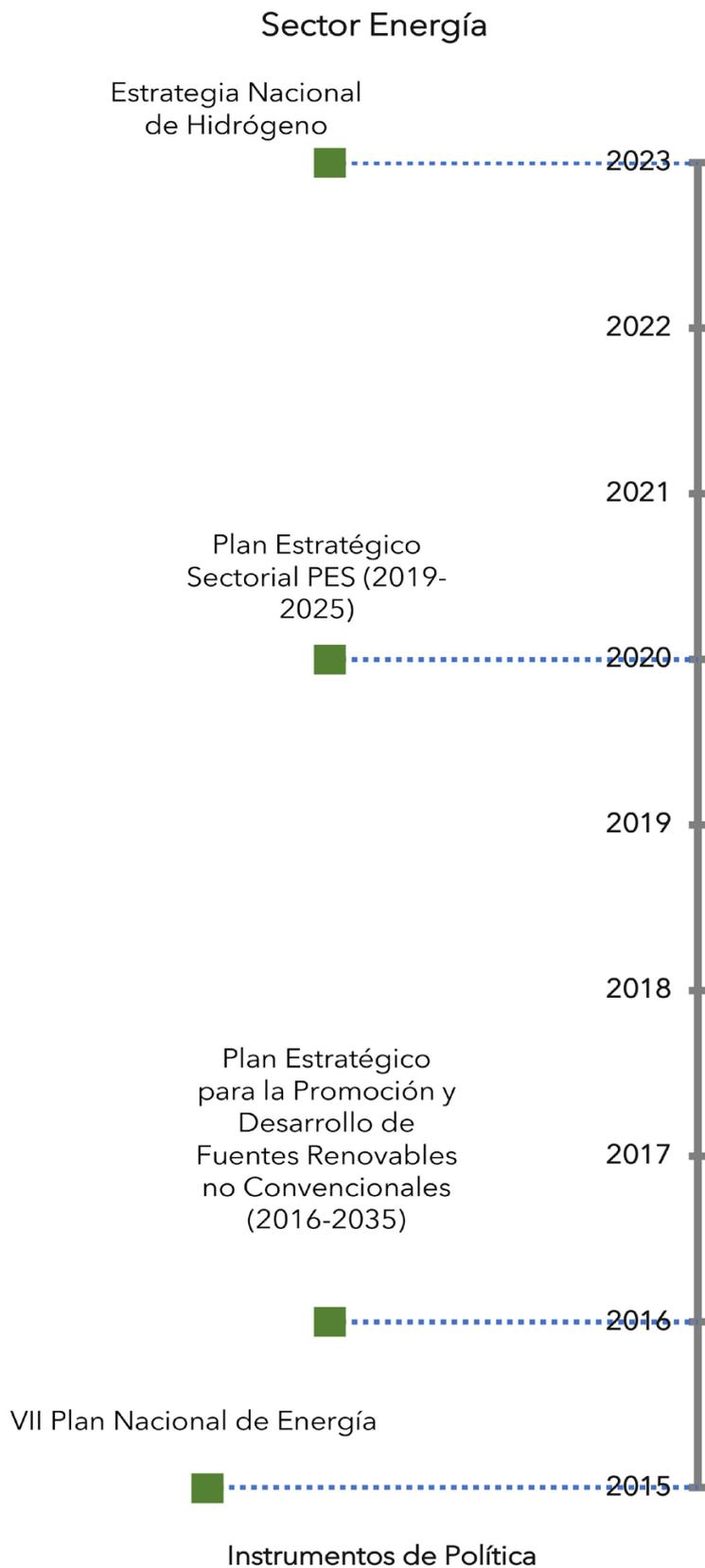


Figura 4.24. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector energía.

Sector Transporte

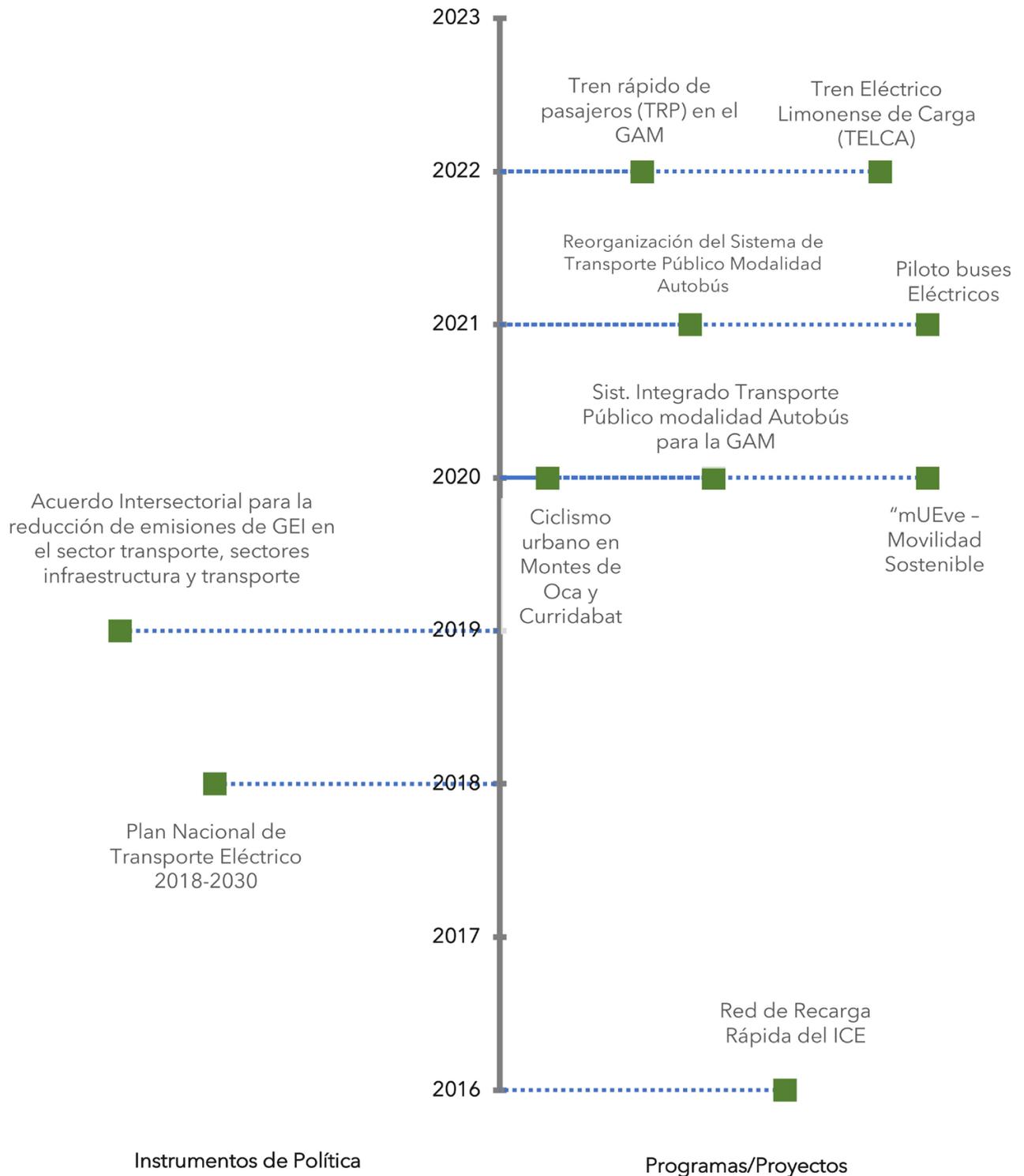


Figura 4.25. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector transporte y desarrollo urbano.

Sector Residuos

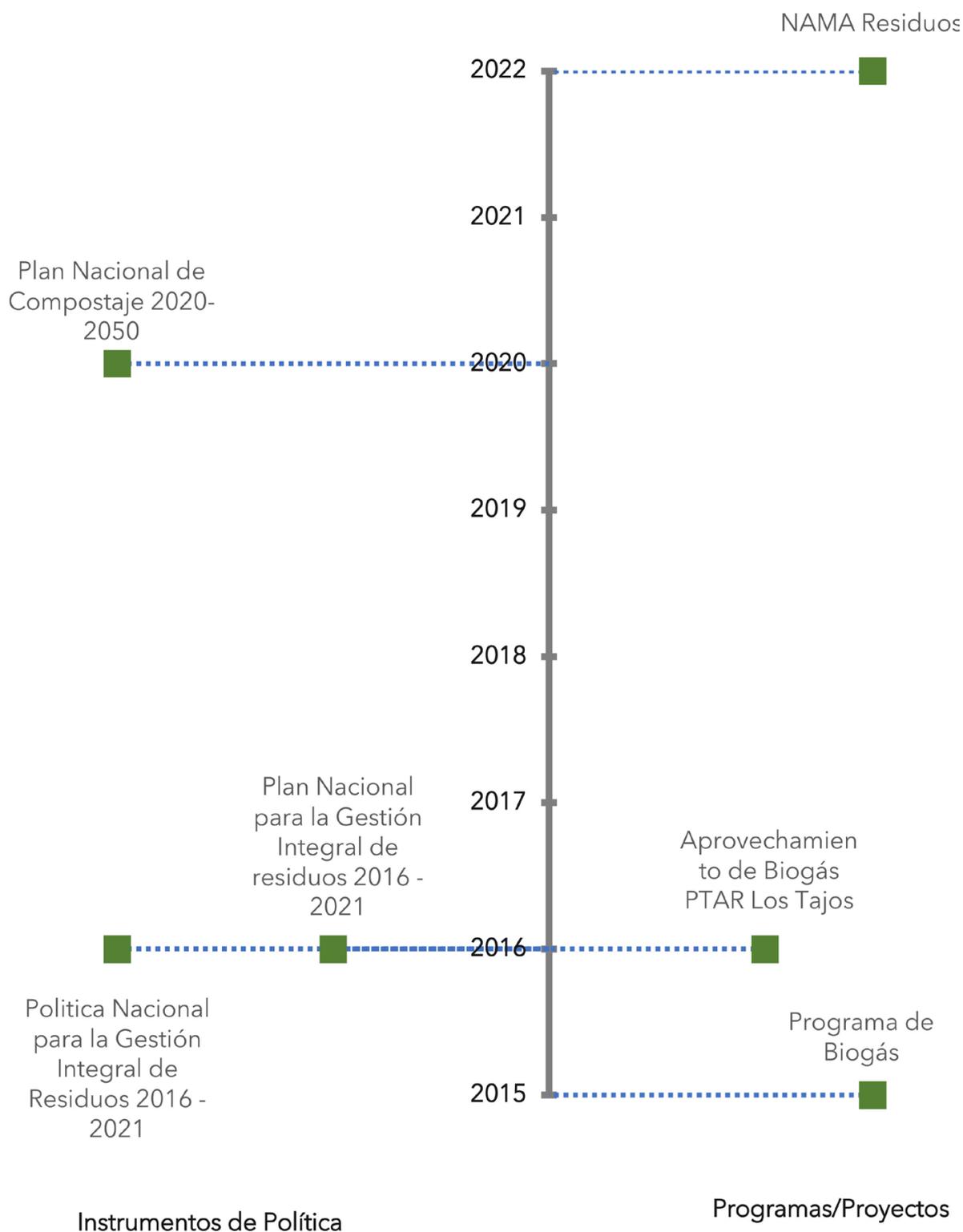


Figura 4.26. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector residuos.

Sector Industria y Servicios

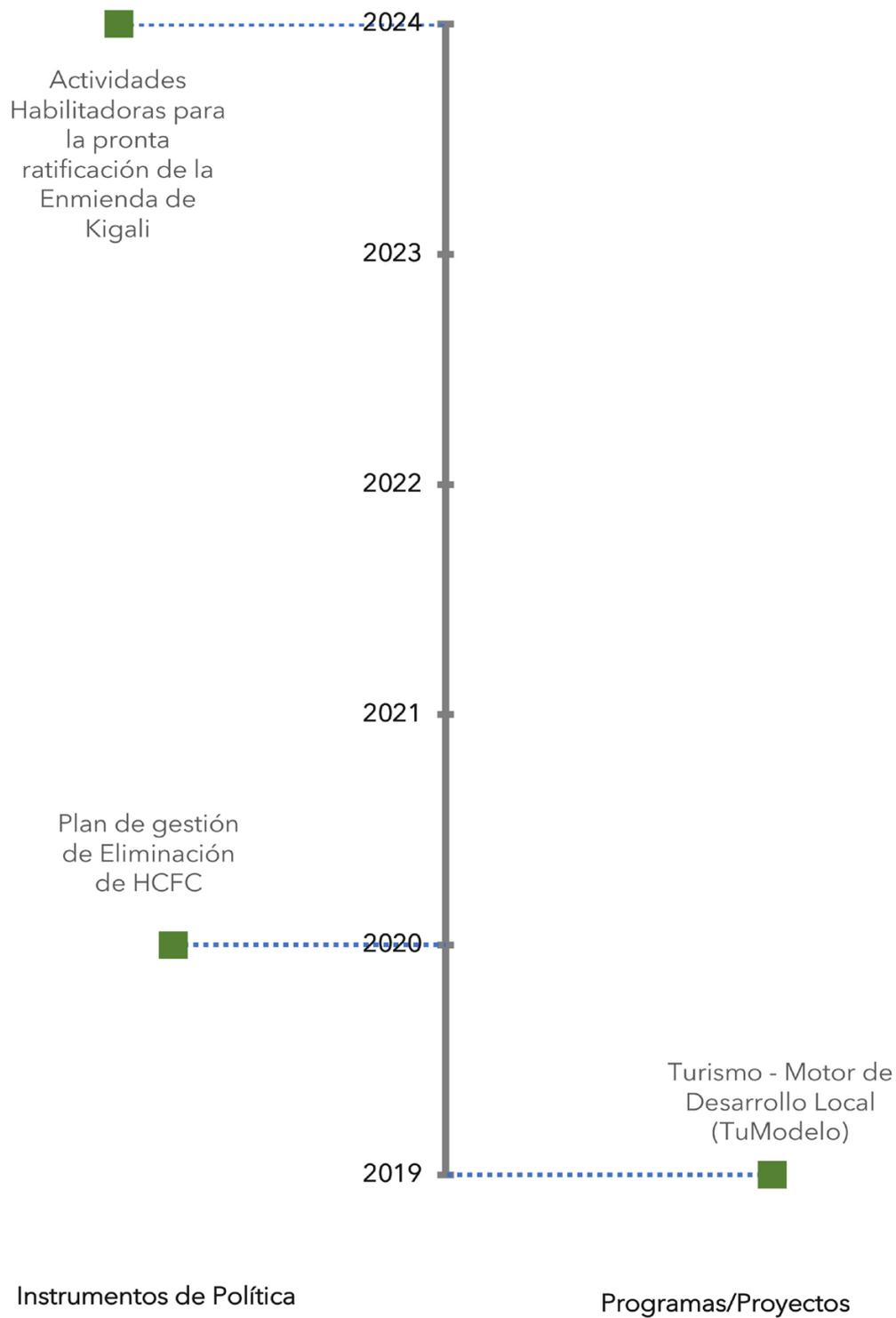


Figura 4.27. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector industria y servicios.

Sector Bosques y Biodiversidad

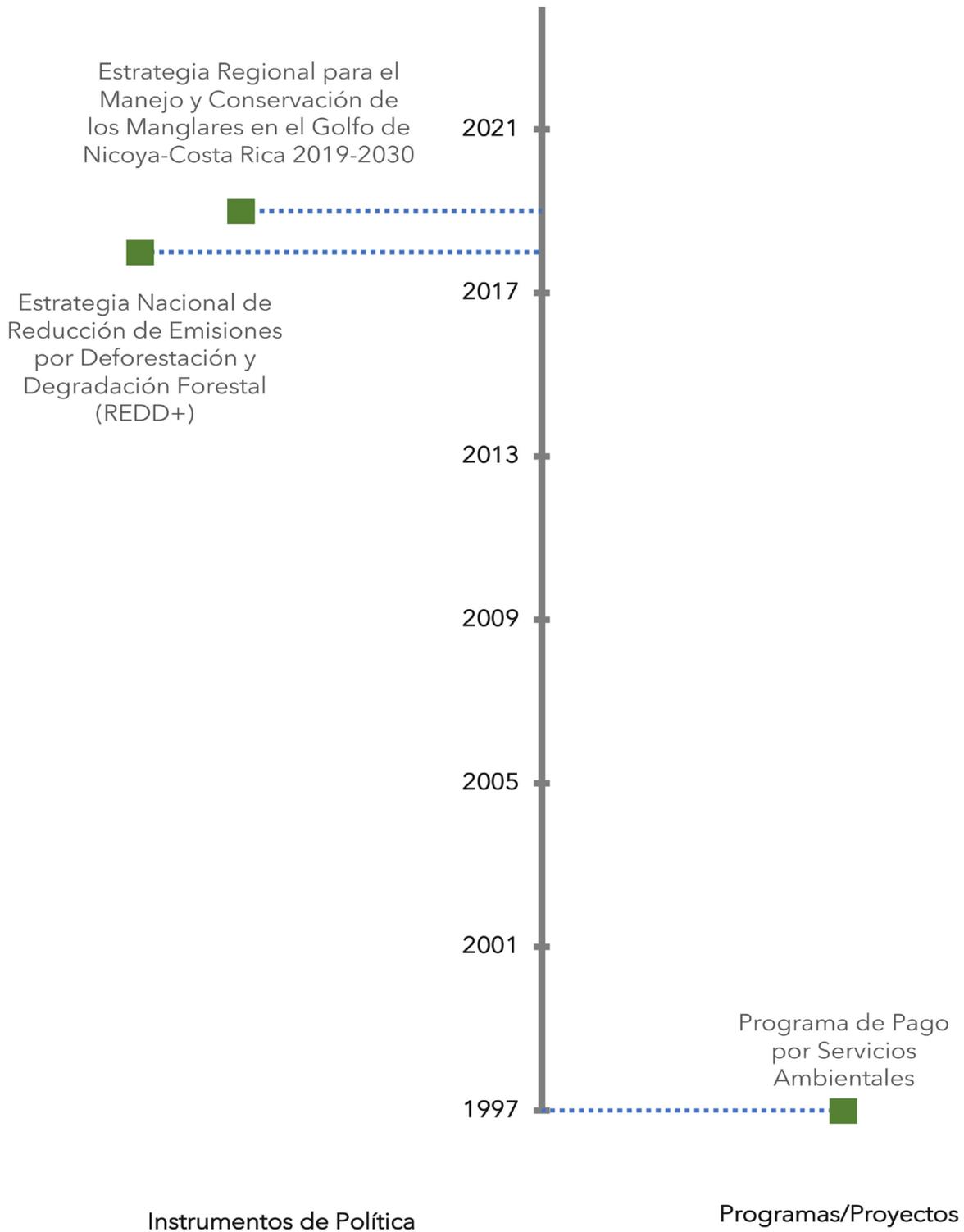


Figura 4.28. Acciones de mitigación desarrolladas en el sector bosques y biodiversidad.

Transversal

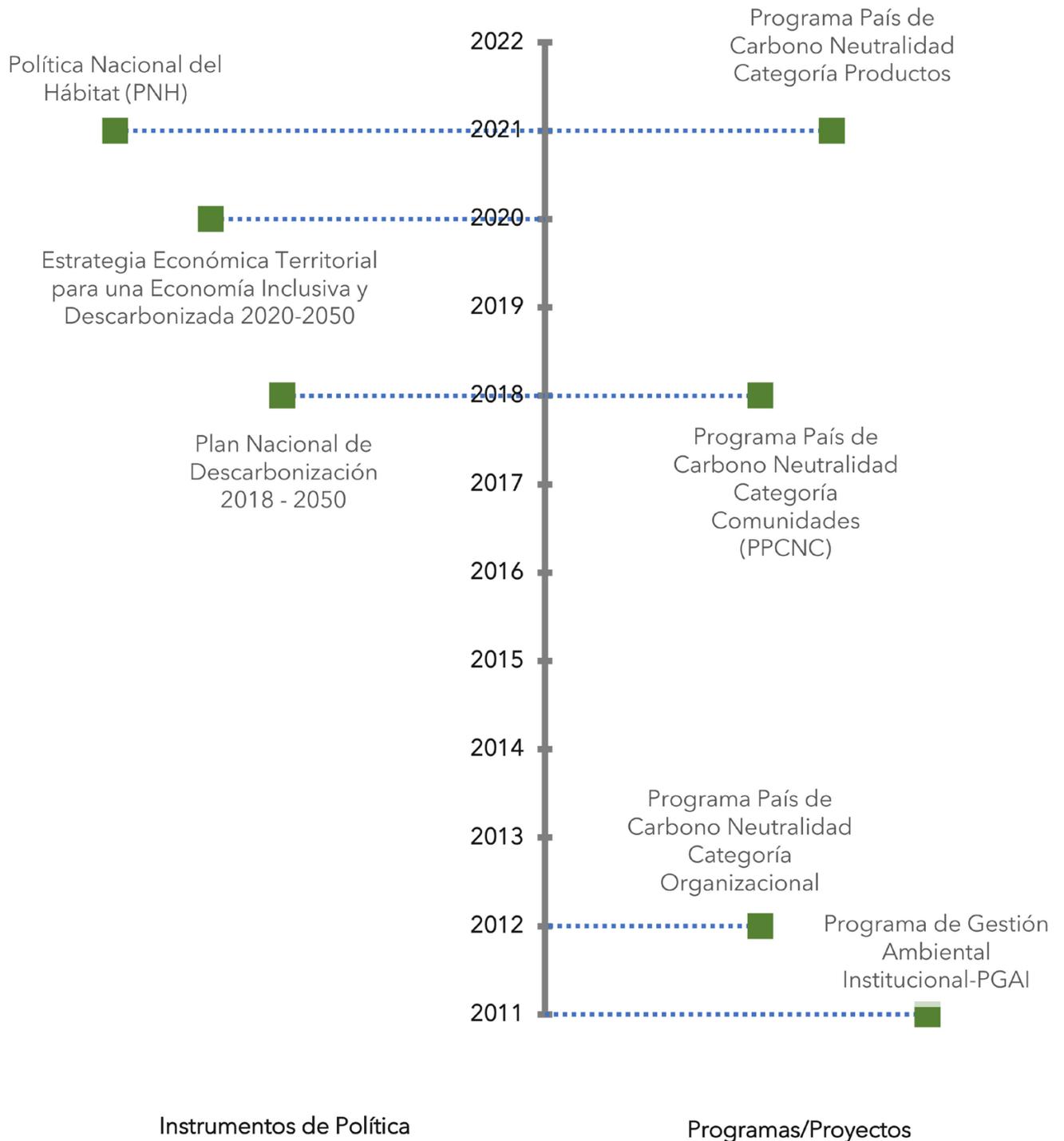


Figura 4.29. Acciones de mitigación transversales.

4.6. Proyectos de cooperación internacional que contribuyen a la mitigación

La cooperación Internacional son las acciones de carácter internacional orientadas al intercambio de experiencias y recursos entre países desarrollados y en vías de desarrollo, así como entre estos últimos, para alcanzar metas comunes de desarrollo basadas en criterios de solidaridad, equidad, eficacia, interés mutuo y sostenibilidad”,(MIDEPLAN, 1974).

Con la adopción de la CMNUCC y los compromisos internacionales que se han derivado de ella, se han introducido nuevos conceptos como el Marco Reforzado de Transparencia (MRT) que busca fomentar la transparencia y la confianza mutua entre países desarrollados y en vías de desarrollo para avanzar conjuntamente en el cumplimiento de metas relacionadas con la acción climática. Bajo este panorama y con la evolución

de las negociaciones en el marco de la Conferencia de las Partes (COP), se ha incrementado la necesidad de crear nuevos canales, estructuras y medios que faciliten a las partes y actores involucrados, dar y solicitar cooperación para el financiamiento climático.

Costa Rica, como país en desarrollo, ha avanzado progresivamente en los procesos para la consecución de recursos financieros que apoyen el cumplimiento de las metas establecidas. La adecuada gestión y distribución de los recursos financieros obtenidos es parte de los logros gestionados a través de los diferentes equipos técnicos que lideran la acción climática en el país.

A continuación, se presenta un breve resumen de los proyectos gestionados con recursos financieros de fuentes y agencias de cooperación internacional, que se han planificado y/o implementado entre 2015–2020. La información fue suministrada por la DCC del MINAE.

Cuadro 4.14 Acciones de mitigación gestionadas desde la cooperación internacional.

Acción	Relación con mitigación	Periodo	Fuente de cooperación	Agencia de cooperación
1. Sexta fase Operativa del Programa de Pequeñas Donaciones Costa Rica	Desarrolló procesos de restauración de bosques y paisajes productivos degradados en organizaciones comunitarias de Costa Rica.	2016 – 2019	FMAM/GEF	PNUD
2. Préstamo basado en políticas y cooperación técnica BID-AFD	Contribuye a la transición progresiva hacia emisiones netas de GEI al 2050.	2020- 2022	BID AFD	
3. Agricultura climáticamente inteligente y cadenas de valor (DeSIRA)	Transforma el sector hacia cadenas de valor resilientes y bajas en carbono. Apoya NAMA Café y NAMA ganadera, así como el diseño de la NAMA Musáceas.	En proceso de aprobación	BMU/IKI, UE	GIZ
4. Fortalecimiento de las capacidades de las Asociaciones de Acueductos Rurales (ASADAS) para enfrentar el Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en Costa Rica	Contempló la implementación de medidas experimentales de saneamiento (tratamiento de residuos y sanitarios ecológicos secos) y rehabilitación de zonas de recarga de agua a través de la reforestación y la regeneración natural.	2016 – 2021	FMAM/GEF	PNUD

	Acción	Relación con mitigación	Periodo	Fuente de cooperación	Agencia de cooperación
5.	Contribuciones Frescas para Combatir el Cambio Climático (C4)	Genera control de los gases fluorados y mejora las condiciones para el uso de equipos RAC eficientes y de refrigerantes naturales y agentes espumantes respetuosos con el ambiente.	2016 – 2021	BMU	GIZ
6.	Canje de Deuda España CR Fortalecimiento de capacidades técnicas para el direccionamiento estratégico de la DCC	Apoya la implementación de la ENCC, políticas, normativas y demás procedimientos.	2007 – 2016	Gobierno de España	AECID
7.	Primer Informe Bienal de Costa Rica ante la CMNUCC	Apoyó la preparación y presentación del Primer Informe Bienal ante la COP de la CMNUCC.	2014 – 2016	FMAM/GEF	PNUD
8.	Costa Rica-Programa de Fomento de Capacidades en Desarrollo Bajo de Emisiones-LECBP	Fortalece el eje de mitigación de la ENCC, principalmente los sectores transporte y ganadería.	2013- 2016	Unión Europea y Alemania	BMU y Fondos Bilaterales del eje de Cohesión Social de la UE
9.	Desarrollo de la Cuarta Comunicación y el Segundo Informe Biennial a la CMNUCC	Apoya la presentación de informes ante la CMNUCC.	2017 – 2021	GEF	PNUD
10.	Fomento a la implementación de la ENCC como modelo de desarrollo bajo en emisiones, Programa Acción Clima II.	Apoya el desarrollo de capacidades e instrumentos para una gobernanza amigable con el cambio climático que asegure las metas propuestas, así como el avance en el desarrollo bajo carbono.	2015 – 2021	BMU / IKI	GIZ
11.	Alianza para preparación al mercado (Partnership for Market Readiness) PMR Fase II	Diseña una propuesta de país para PMR, para desarrollar el mercado doméstico de carbono en Costa Rica.	2016 – 2020	Banco Mundial - PMR	Banco Mundial - PMR
12.	Proyecto para facilitar la implementación y preparación para la mitigación FIRM	Apoya el desarrollo bajo en emisiones de los sectores ganadería y transporte público.	2013 – 2016	Gobierno de Dinamarca	DANIDA
13.	Reglas de contabilidad climática para el logro de las metas de mitigación en países	Diseña reglas de contabilidad para dar seguimiento al logro de la meta nacional de mitigación (NDC).	2014 – 2018	Gobierno de Alemania	GIZ
14.	Programa de Movilidad Urbana para San José	Desarrolla el Plan Integrado de Movilidad Urbana Sostenible (PIMUS), así como el sistema de MRV para el sector.	2014 – 2017	GEF	BID
15.	NAMA Café BID-FOMIN Fortalecimiento de la Competitividad y Desempeño Bajo Carbono del Sector Café en Costa Rica	Apoyo al desarrollo de la NAMA y los proyectos piloto.	2014 – 2017	BID	FOMIN

	Acción	Relación con mitigación	Periodo	Fuente de cooperación	Agencia de cooperación
16.	NAMA Café NAMA-Facility Fortalecimiento de la Competitividad y Desempeño Bajo Carbono del Sector Café en Costa Rica	Creación de un fondo para facilitar créditos para inversión en tecnologías y prácticas bajas en emisiones. Así como apoyo en análisis de oportunidades de mercado y de producción sostenible del café.	2015 - 2022	Nama Facility	GIZ
17.	Apoyo al Programa Nacional de Cambio Climático en Costa Rica	Apoyar con insumos técnicos el desarrollo de la nota concepto para la futura NAMA Energía/Biomasa.	2015 - 2017	Gobierno de España	AECID
18.	Determinación de las Contribuciones Nacionales Fase I.	Genera insumos para la determinación de las NDC nacionales.	2015 – 2016	BM	BM
19.	EC-LEDS Fase II	Apoya la NAMA de ganadería con el desarrollo de espacios de promoción del modelo regional y con el diseño y validación de un sistema de MRV.	2015 – 2017	Gobierno de Estados Unidos de América	CCAD-USAID-DR-CAFTA
20.	Facilitando la Implementación y la preparación para la mitigación de emisiones (FIRM) Fase II	Desarrolla el Programa País Carbono Neutralidad Cantonal Formulación de guías metodológicas y portafolios de acciones de mitigación.	2017 – 2017	Sistema de Naciones Unidas	PNUMA
21.	Protección climática en el sector transporte	Apoyo en el desarrollo de requisitos regulatorios para la implementación de una política de transporte sostenible, así como en la implementación de medidas político mejorando el sistema de transporte público y disminuyendo las emisiones.	2017 – 2021	BMU / IKI	BMU-IKI
22.	Sistema de Gestión de Conocimiento en Manejo de Bosques Tropicales y Servicios Ecosistémicos como instrumento de valor para Adaptación y Mitigación: The Costa Rica Green Hub	Generación de información y desarrollo de herramientas sobre manejo de bosques tropicales, su aporte en mitigación, adaptación y construcción de esquemas financieros de servicios ecosistémicos.	2017 – 2019	CTCN	UNEP-CTCN
23.	Initiative for Climate Action Transparency (ICAT)	Operativiza el SINAMECC para la recopilación de información a través de la creación de una política de uso de datos y la negociación de acuerdos con organizaciones. El proyecto también operativizará el MRV del sector transporte.	2017 – 2019	Sistema de Naciones Unidas	UNEP
24.	NDC Support Programme (LECBP II)	Fortalecimiento transversal del eje de mitigación de la ENCC de Costa Rica con énfasis en transportes y ganadería.	2017 – 2019	Unión Europea, Alemania y Australia	PNUD

Acción	Relación con mitigación	Periodo	Fuente de cooperación	Agencia de cooperación
25.	Desarrollo de instrumentos para la implementación de las políticas para la descarbonización de la economía costarricense. Apoyo a Costa Rica en la consolidación del modelo de descarbonización de su economía y en compartir la experiencia al nivel regional. (ARAUCLIMA)	2018 – 2019	AECID	AECID
26.	Soporte al desarrollo de un inventario de carbono negro y análisis de medidas de mitigación para el carbono negro con los software TIMES y LEAP	2018 – 2018	Sistema de Naciones Unidas	PNUMA
27.	Vertically Integrated Climate Policies (VICLIM)	2016 – 2020	BMUB / IKI	BMU-IKI
28.	Plan para la Descarbonización de Costa Rica. / Apoyo al Gobierno en el desarrollo de una hoja de ruta para la implementación de su NDC.	2018 – No definido	BID	
29.	CBIT: Sistema Integrado de reporte y Transparencia de Costa Rica (Costa Rica's Integrated Reporting and Transparency System)	2019 – 2022	GEF	PNUMA
30.	Soporte al desarrollo de un inventario de carbono negro y análisis de medidas de mitigación para el carbono negro con el software TIMES y LEAP fase II.	2019 – 2021	CCAC	CCAC
31.	Supporting the Design of Long Term Decarbonization Strategies (Análisis Costo-Beneficio del Plan de Descarbonización (ejes 4-10))	2019 – 2020	BID	BID

Acción	Relación con mitigación	Periodo	Fuente de cooperación	Agencia de cooperación
32. Desarrollo de una metodología tarifaria costo-efectiva para la adopción de buses eléctricos en CR	Definición de esquemas tarifarios para dar el servicio de transporte público con buses eléctricos.		NDC Facility Fund	BM
33. Programa de cooperación técnica en Costa Rica, COOTEC	Desarrollo de instrumentos para la implementación de las políticas para la descarbonización de la economía costarricense.	2018 – 2019	Gobierno de España	AECID
34. Financing Implementation of Intended DC (BID) (Desarrollo de un Plan de Inversiones para el Plan de Descarbonización (ejes 1, 2 y 3))	Análisis de los costos de inversión asociados a la implementación de los ejes 1, 2 y 3 del PND, además de otras necesidades para la ejecución de las acciones.	2018 – 2019	BID	BID
35. Financing Implementation of Intended NDC (para últimos dos pagos) (Análisis Costo-Beneficio del PND (ejes 1, 2 y 3)).	Análisis de los costos y beneficios de la implementación de los ejes 1, 2 y 3 del plan de descarbonización con metodologías de toma de decisión robusta.	2018 – 2020	BID	BID
36. Integrating Climate Risk into economic decision-making frameworks (Análisis Costo-Beneficio del PND (ejes 1, 2 y 3))	Análisis de los costos y beneficios de la implementación de los ejes 1, 2 y 3 del plan de descarbonización con metodologías de toma de decisión robusta.	2019 – 2019	BID	BID
37. France-LAC Partnership Program to Support Projects with Climate Impact (Actualización de la NDC de Costa Rica)	Apoyar el proceso de actualización de la CND de Costa Rica para su presentación en 2020.	2019 – 2020	AFD	BID
38. Deep decarbonization pathways in Latin America and the Caribbean (DDP-LAC Costa Rica)	Diseña e implementa un proceso participativo de con-construcción y basado en la ciencia para la actualización de la NDC, de manera que esté alineada con los objetivos del PND.		BID	BID
39. Integración Vertical de Políticas (VICLIM - VIKLIM)	Apoya la implementación de los compromisos climáticos nacionales a través de la integración de actores subnacionales. Su enfoque propone fortalecer las capacidades de los responsables de las políticas climáticas a nivel subnacional y establecer mecanismos de coordinación y cooperación vertical.	2016 - 2020	BMUB / IKI	GIZ

Fuente: elaboración propia.

4.7. Limitaciones para el levantamiento de la información, vacíos y oportunidades de mejora

A través de la investigación realizada para este capítulo se evidenciaron limitaciones en el proceso, y algunos vacíos de información que se convierten en posibilidades de mejora para futuras actualizaciones de este tema.

Durante la consulta a los sectores y entidades coordinadoras de acciones de mitigación, fue evidente que en algunos casos no son claros los conceptos clave como mitigación, instrumentos de política, INGEI, categorías IPCC, entre otros. Varias de las dudas fueron aclaradas durante el mismo proceso a través de documentos de contexto, videollamadas o correos electrónicos. Sin embargo, se puede deducir que siguen existiendo vacíos de contexto y conceptualización que a futuro se podrían aclarar en reuniones introductorias que den cuenta de la terminología usada en la gestión de la acción climática.

De las 20 acciones de mitigación tipo instrumento de política identificadas en el mapeo, ocho fueron formuladas específicamente para lograr la reducción de GEI y de los 22 programas y proyectos, 11 fueron diseñados concretamente para alcanzar logros en la mitigación al cambio climático. Las demás acciones, por lo general, responden a iniciativas sectoriales que comprenden dentro de sus objetivos impactos en el medio ambiente. Algunos de estos impactos se relacionan con la descarbonización y la transición a un desarrollo sectorial y económico bajo en carbono. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se definen metodologías para conocer efectivamente el impacto generado. Con el fin de potencializar el alcance de estas acciones, es recomendable desde la etapa de planeación, considerar indicadores de cambio climático y la inclusión de objetivos y metas específicas en mitigación.

Un aspecto para tener en cuenta es que, aun las acciones que fueron formuladas para

alcanzar objetivos en mitigación, no necesariamente presentaron información relacionada con la estimación de línea base, escenarios, potencial de mitigación y metodologías utilizadas. Para un análisis integral más detallado, se requiere información de dichas variables y, en la medida de lo posible, reuniones con los equipos técnicos responsables para tener una mejor comprensión del alcance de cada acción.

Para la mayoría de las entidades consultadas, no fue fácil identificar si el impacto de su acción tenía visibilidad en el INGEI. Se recomienda a futuro considerar jornadas de capacitación sectoriales sobre la estructura y metodología para la estimación de emisiones GEI, lo cual generaría beneficios tanto para consolidar mejores datos de actividad para la estimación de emisiones como para el diseño y formulación de acciones de mitigación vinculadas con los INGEI.

Igualmente, se percibe que para algunos sectores no es clara la relación de las acciones de mitigación con la adaptación al cambio climático, especialmente en sectores industria, transporte y residuos. Para otros sectores les es más fácil vincular la relación, como lo es para el sector agropecuario, bosques y biodiversidad, turismo, energía y ordenamiento territorial.

En total 11 de las 43 acciones no respondieron a la posible vinculación con la adaptación y 17 mencionan sí tener una relación. Es recomendable hallar puntos de intersección entre ambos frentes.

Otra dificultad fue identificar el progreso y los resultados alcanzados con respecto a las metas generales de la acción para el periodo 2015–2020. En algunos casos, la acción contaba con reportes periódicos de los avances generados, sin embargo, en otros casos se manejaban cifras consolidadas (totales) o no se tenía claridad del progreso ya sea por estar en proceso de consolidación o porque no se contaba con un sistema de seguimiento claramente establecido.

En este mismo sentido, de las 43 acciones 17 no respondieron a la consulta sobre contar con

un sistema de MRV. Algunas hicieron referencia a sistemas y comités de seguimiento y evaluación a través de los cuales se ejerce un control interno.

Con los nuevos compromisos adquiridos en el Acuerdo de París y la implementación del Marco Reforzado de Transparencia, se hace totalmente necesario avanzar en el fortalecimiento de capacidades técnicas para incluir sistemas de MRV dentro de la planeación e implementación de acciones.

Algunas de las variables consultadas no fueron respondidas o no contaron con el nivel de detalle necesario para poder analizarlas a profundidad. Especialmente, se observó este caso en variables relacionadas con el financiamiento climático. Puede que esto responda a temas de confidencialidad o a la necesidad de documentar de manera transparente el financiamiento a la acción climática. Este es uno de los temas clave que se espera abarcar a través del registro de

acciones de mitigación, con el fin de contar con información transparente y confiable.

Finalmente, se considera que varias de estas limitaciones y vacíos de información, seguramente se empezarán a subsanar con la implementación del registro de acciones climáticas con impactos en mitigación en el SINAMECC.

La respuesta positiva y la disponibilidad de suministrar información por parte de las entidades consultadas fue determinante a la hora de consolidar el mapeo de acciones en el tiempo acordado. Sin embargo, desde las mismas entidades consultadas se sugirió realizar reuniones de contextualización donde ellos puedan conocer detalladamente sobre lo investigado. Si bien la programación de reuniones con cada entidad coordinadora de acciones de mitigación implicaría mayor tiempo de ejecución, se considera que puede ser un ejercicio enriquecedor para futuras actualizaciones del mapeo.

informa con evidencia a los tomadores de decisión política de los avances y retos latentes. Entre 2015 y 2020, 49 entidades publicaron artículos técnico-científicos sobre cambio climático en el país, relacionados con observación sistemática o cambio climático. La producción la lideraron ONGs, instituciones gubernamentales, instituciones de investigación y enseñanza y de cooperación. En ese periodo, se promediaron unas 50 publicaciones anuales y la Universidad de Costa Rica (UCR) aventajó con 52 artículos, una media anual de nueve artículos y 17,3% del total de publicaciones. Dos instituciones gubernamentales, el IMN y el INTA, aportaron 22 artículos cada una, con temas de mucha relevancia para los INGEI, la métrica del cambio climático, las comunicaciones nacionales, los reportes bienales de actualización y las NDC. También hubo aportes importantes del Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura (IICA), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que incorporan en sus presupuestos las planillas de los investigadores y probablemente los materiales necesarios o parte de estos insumos para sacar dichas tareas.

Temas relevantes han sido el efecto del cambio climático en la agricultura, que destaca la centralidad de la seguridad alimentaria en el contexto nacional, así como la inclusión de las posibles medidas de mitigación en la agricultura, específicamente con el NAMA Café. En segundo lugar, se ubicaron las publicaciones sobre bosques, que van de la mano con la política nacional de carbono neutralidad e incluyen los esfuerzos interinstitucionales para mejorar en la métrica de los inventarios forestales a través del Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). Las energías alternativas también son tema investigación destacado, principalmente por la variedad existente, la transferencia tecnológica y al financiamiento de proyectos en este ámbito. Los estudios e investigaciones sobre vulnerabilidad, adaptación y

riesgo a los eventos extremos climatológicos han tomado relevancia y generan abundantes insumos para los tomadores de decisión. Por otro lado, los estudios sobre emisiones e inventarios suelen ser importantes para las instituciones que, siguiendo las metas país, se involucran en que sus actividades o productos alcancen la carbononeutralidad y apoyen la disminución de la huella de carbono. Temas como la adaptación basada en ecosistemas, biodiversidad, la protección de las zonas marinas, corredores biológicos, entre otros, emergen como parte de la búsqueda de soluciones. Más recientemente, también han tomado importancia la gobernanza, los seguros y el financiamiento local, principalmente por la insuficiencia de los resultados de las medidas de mitigación.

Las investigaciones constituyen de esta forma un pilar adicional que guía las acciones nacionales contra el cambio climático, al proveer de criterios científicos para tomar decisiones, orientar y reorientar iniciativas y hacer más rigurosas y precisas las intervenciones y la orientación de recursos para atender el cambio climático.

Es así como el Estado, a través de la planificación estratégica, la orientación científica especializada y la alineación de prioridades de cooperación internacionales ha logrado grandes avances para alcanzar los objetivos establecidos y enfrentar muchos retos más que se esbozan en este capítulo.

5.1. Observación sistemática

Los datos y la información que se proporcionan a los tomadores de decisiones sobre los impactos potenciales del cambio climático y que aportan criterios técnico-científicos para la elaboración de medidas de adaptación y mitigación han mejorado desde la presentación de la Tercera Comunicación Nacional ante la CMNUCC (MINAE/IMN, 2014) y el Primer Informe Bienal de Actualización ante la CMNUCC (MINAE/IMN, 2015). En este ámbito, la observación sistemática juega un papel esencial que requiere continua mejora.

El informe del IPCC de 2018 concluyó que “la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años puede atribuirse a actividades humanas” y subrayó la necesidad de ulteriores evaluaciones que requerirán observaciones a largo plazo y de alta calidad. Eso conlleva a examinar los recursos del país para alcanzar las metas, así como las series de tiempo y la calidad de los datos almacenados, que determinarán el fundamento de los análisis de la variabilidad climática. Los análisis de las series de datos, su calidad y la orientación de las investigaciones podrían encontrar variaciones importantes, por lo que se requiere gran cantidad y variedad de mediciones ambientales que permitan inferir los alcances de los EHE.

Los climatólogos pueden obtener información abundante y útil de las observaciones atmosféricas habituales que, si se recopilan durante largos períodos de tiempo, pueden ayudar a describir la climatología de una región. Adicionalmente, pueden efectuar observaciones más precisas y continuas de los sistemas climáticos, con el fin expreso de evaluar los cambios a largo plazo. Por otro lado, la recolección de datos climáticos también es útil para investigaciones en otras disciplinas afectadas por el calentamiento global. En este ámbito, el IMN mantiene una observación sistemática continua; proporciona pronósticos, avisos e información meteorológica orientada a apoyar y potenciar la producción de bienes y servicios para diferentes sectores socioeconómicos, a proteger la atmósfera y el ambiente, a enfrentar el cambio climático. Complementariamente, informa a los tomadores de decisión sobre los impactos de los desastres naturales de origen hidrometeorológico.

La observación meteorológica sistemática de Costa Rica está comprometida con los objetivos de la OMM y sus políticas de datos, para aprovechar los avances más recientes de la tecnología satelital e informática y subsanar las deficiencias de observación. Costa Rica está representada por el IMN ante la OMM, por lo tanto, forma parte del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC/GCOS)

que permite obtener datos para la vigilancia y el estudio del sistema climático y para alimentar los modelos numéricos dinámicos y estadísticos que generan las proyecciones a futuro del cambio climático (OMM,2020). Las observaciones realizadas por las redes de observación nacionales también son utilizadas por GCOS. A lo largo y ancho del país, las estaciones de observación meteorológica operan en un régimen coordinado por la OMM y cumplen una serie de compromisos respecto a la ubicación, exposición de instrumentos, tratamiento de errores, unidades de medición, codificación (cifrado) e intercambio de informes.

Con el fin de mejorar el monitoreo sistémico, Costa Rica ha venido fortaleciendo sus capacidades de observación y en ello varias instituciones colaboran.

5.1.1. Institucionalidad de la red de observación sistemática nacional

El IMN es el principal organismo encargado de realizar las observaciones meteorológicas y atmosféricas, pero otras instituciones en el país efectúan observaciones, en la mayoría de los casos es con el fin de disponer de una información meteorológica o de contaminación del aire específica para sus actividades, como es el caso del ICE, el AyA, el SENARA, la CNE y otras.

El ICE es la entidad que cuenta con más estaciones meteorológicas en el país, alrededor de 250 y le sigue el IMN con unas 150 estaciones (figura 5.1). Para el ICE, su principal objetivo es monitorear la precipitación en las partes altas de las principales cuencas hidrográficas del país, por un interés de producción hidro-energético. Pero, en todo caso, ambas instituciones están sujetas al mandato de intercambio de información meteorológica en casos de emergencia nacional.

Considerando que el IMN es la institución responsable del monitoreo climático, se pueden observar problemas de cobertura de estaciones meteorológicas en algunas regiones del país. La

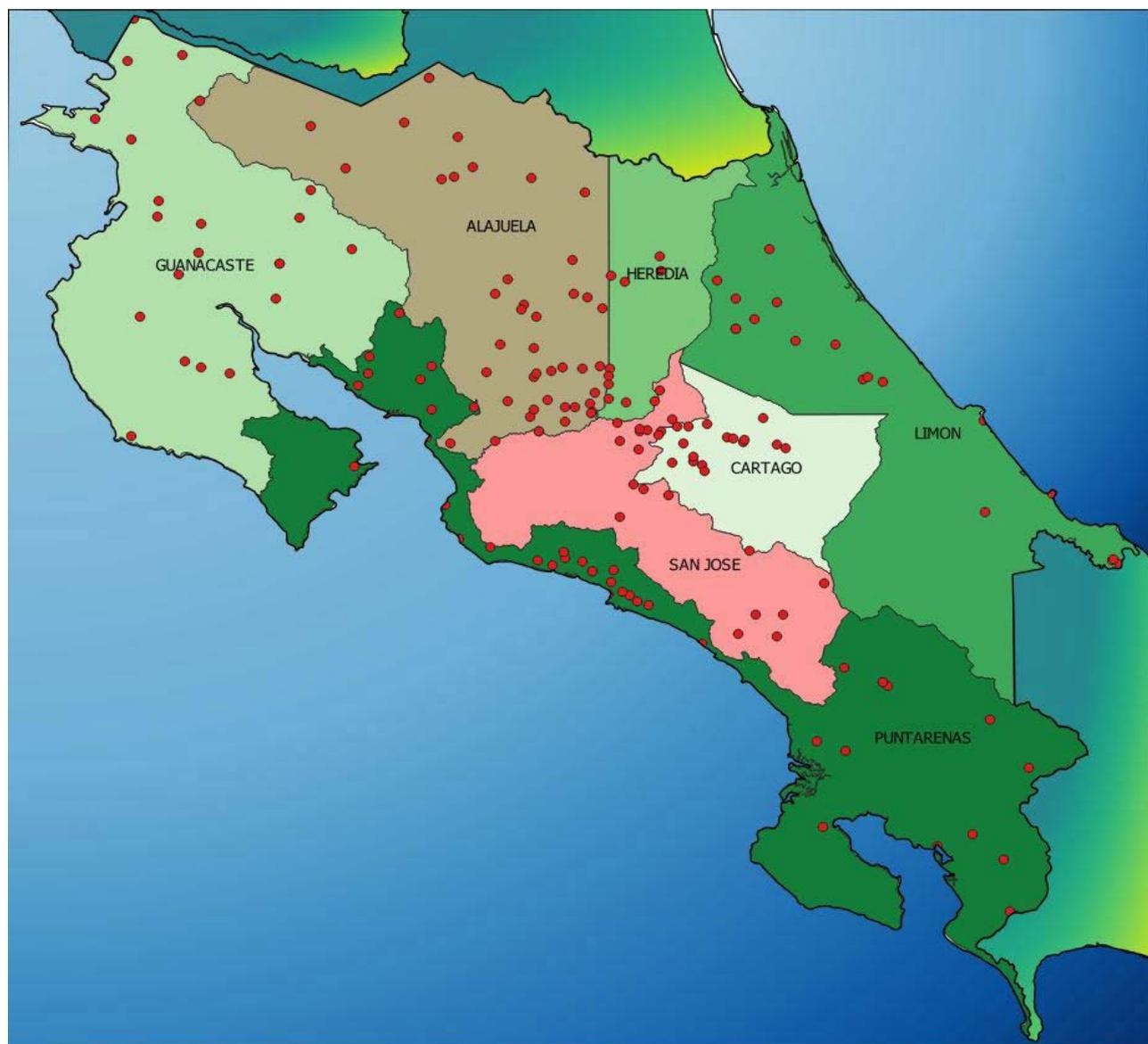


Figura 5.1 Distribución provincial de las estaciones meteorológicas del IMN.

GAM posee una buena porción de todas las estaciones, lo cual es bueno para las mediciones climáticas requeridas para los análisis de calidad del aire, pero no para la red climatológica, principalmente por la gran cantidad de microclimas que presenta el país debido a su orografía. Provincias como Limón y Heredia, en cambio, no cuentan con tantas estaciones. Al realizar una observación cantonal (figura 5.2), se puede ver que también hay cantones que no cuentan con estaciones como Talamanca. En algunos casos, hay estaciones cercanas que

colaboran con algún tipo de información. Y entre los motivos de que no haya estaciones en ciertos cantones se menciona que no siempre es fácil conseguir lugares adecuados y que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas, como el caso de Talamanca que es territorio indígena, tiene gran pendiente del terreno, cobertura boscosa, problemas de seguridad, falta de accesibilidad y de servicios eléctricos e internet que imposibilitan encontrar lugares propicios para instalar una estación meteorológica.

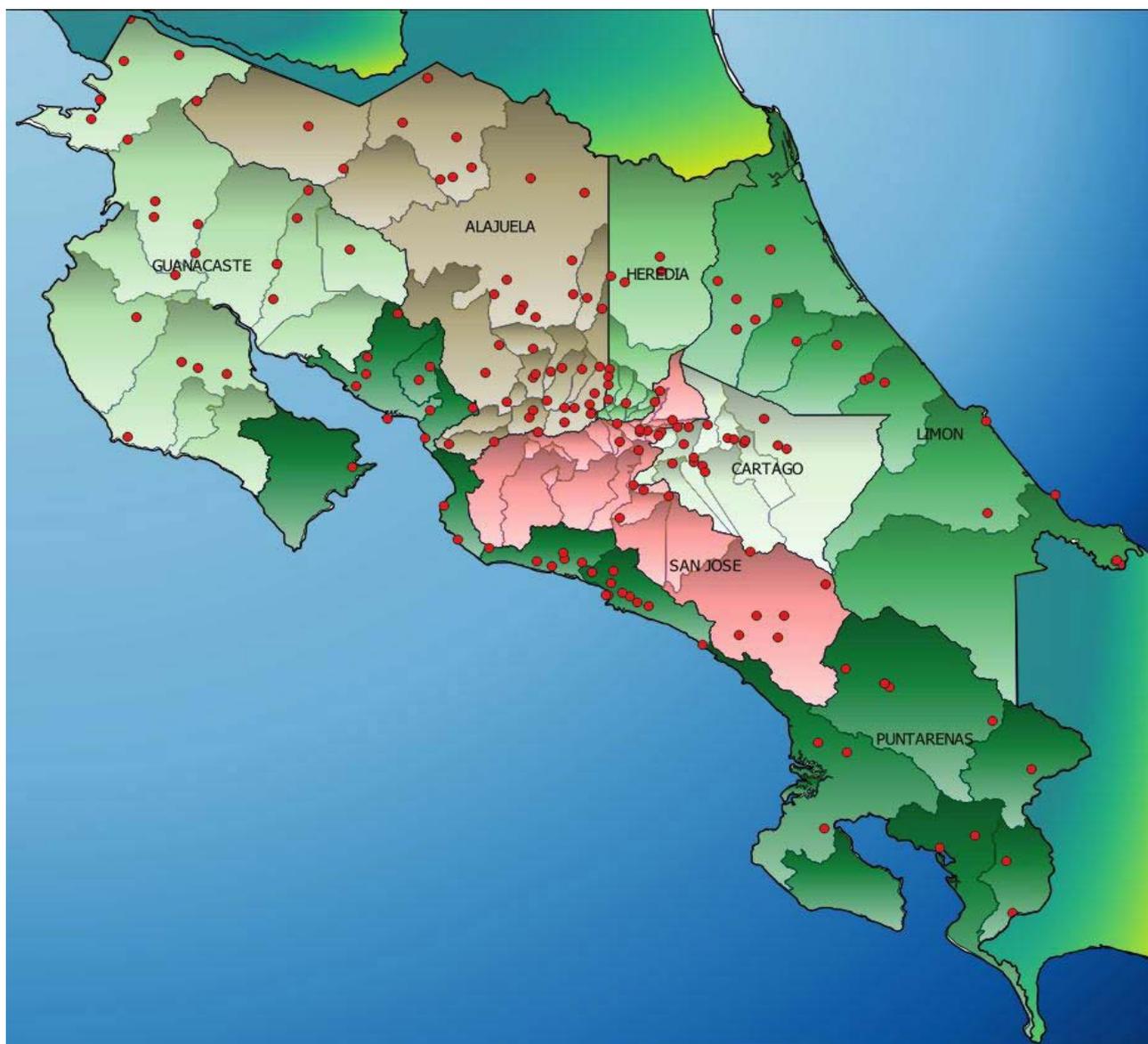


Figura 5.2 Distribución de las estaciones meteorológicas del IMN por región climática.

Actualmente, en el país se cuenta con redes de observación y medición que incluyen:

- Estaciones sinópticas
- Estaciones meteorológicas aeronáuticas
- Estaciones climatológicas
- Estaciones agrometeorológica
- Estaciones hidrometeorológicas
- Estaciones medidoras de la calidad del aire
- Estaciones mareográfica
- Red de monitoreo del cambio climático
- Red de descargas eléctricas

Sobre los aportes de cada una de ellas se ahonda a continuación.

5.1.2. Estaciones sinópticas

La red de estaciones sinópticas estudia los fenómenos meteorológicos en tiempo real, basándose en observaciones realizadas a la misma hora y anotadas sobre mapas geográficos con el objeto de predecir el estado del tiempo futuro. Así, se estudian fenómenos meteorológicos de



Figura 5.3 Radar meteorológico del IMN.

Foto: Rafael Pacheco.

escala sinóptica (miles de kilómetros), como: la circulación general de la atmósfera, sistemas de presión atmosférica semipermanentes, vaguadas en altura, corrientes en chorro a diferentes niveles, frentes fríos y frentes cálidos, así como la Zona de Convergencia Intertropical (Stolz,2012). La red sinóptica es apoyada por el servicio de imágenes satelitales al que el IMN tiene acceso por los convenios con la Agencia Nacional de Atmósfera y Océano de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés).

Uno de los esfuerzos para mejorar en este campo fue que el IMN, con ayuda de la CNE, compró un radar meteorológico (figura 5.3) que se ubica en la parte superior de sus oficinas centrales, en San José. Desde allí, se monitorean las condiciones para el Valle Central. En un futuro, y con ayuda internacional, se podrían adquirir más radares para ampliar la cobertura a otras



Figura 5.4 Sistema de recepción satelital del IMN.

Foto: Rafael Pacheco.

regiones del país. No obstante, existe el inconveniente de que los costos de operación y mantenimiento son altos y el presupuesto operativo del IMN es limitado.

El IMN tiene en línea los productos y las imágenes que genera el radar, para que puedan ser observadas en las redes sociales por los interesados. La información recogida y procesada permite darle seguimiento a las tormentas que se desarrollan en cualquier parte de la GAM y así alertar, en tiempo real o con anticipación, a los comités de emergencia de la CNE, para que activen los protocolos respectivos.

Además del radar, el IMN instaló una antena para recibir la señal del satélite geoestacionario especializado para meteorología GOES-16 (figura 5.4), que en 2018 puso en operación la NOAA y que cubre toda América. Este satélite tiene capacidad para generar imágenes de alta resolución, con un alto grado de detalles y con regularidad. El lanzamiento del GOES-16 obligó al IMN a cambiar sus sistemas de recepción satelital, al igual que debieron hacerlo todos los servicios meteorológicos de la región.

Estas nuevas herramientas sinópticas han mejorado los servicios que el IMN puede ofrecer y a disminuir el riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos. Sin embargo, es esencial proveer los recursos financieros necesarios para que el IMN asegure su funcionalidad y mantenimiento, así como la capacitación del personal, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento posible.

5.1.3. Estaciones meteorológicas aeronáuticas

Estas estaciones, del IMN, están ubicadas en los aeropuertos internacionales del país (Juan Santamaría, Tobías Bolaños, Daniel Oduber y aeropuerto de Limón) para dar información sobre las condiciones atmosféricas necesaria para la seguridad de las operaciones aeronáuticas (aproximaciones, aterrizajes y despegues de los aviones) y facilitar la toma de decisiones operativas

y económicas de las autoridades aeroportuarias. Los datos meteorológicos son esenciales para planificar las operaciones aéreas. La observación meteorológica es tan importante para la aviación que, por ejemplo, los datos de viento se utilizan para seleccionar las pistas en servicio, para procedimientos de atenuación de ruido y para determinar el peso máximo permitido en el despegue y aterrizaje. Otros datos, como los de temperatura, influyen en la longitud de pista requerida para el despegue.

Los sistemas de observación meteorológica en aeropuertos cumplen con los estándares de calidad establecidos por la OMM y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). A pesar de la excelente calidad de los sistemas de seguridad de los aviones actuales, la meteorología todavía tiene un impacto importante en la seguridad y en la eficiencia económica de los vuelos. Por ello, es vital que los informes del tiempo sean fiables, que se realicen con precisión y calidad y que estén disponibles a la hora establecida, según los acuerdos entre las autoridades meteorológicas y aeronáuticas correspondientes. Las estaciones meteorológicas aeronáuticas, además, deben ser redundantes (varias estaciones) en los aeropuertos, colocándose a cierta distancia unas de otras y en lugares estratégicos de las pistas de aterrizaje. En Costa Rica, hay estaciones redundantes y también hay estaciones especializadas que conforman un sistema automatizado de observación del tiempo (AWOS, por sus siglas en inglés). Dichas estaciones fueron diseñadas para acoplar las necesidades en los aeropuertos y para la generación automatizada de informes para asistir a la tripulación de los aviones. Tales estaciones se adquirieron con la supervisión y ayuda financiera de la Dirección de Aviación Civil.

Pese a todas estas facilidades, un reto importante es contar con más personal calificado. En algunos casos en estas estaciones se requieren representantes del IMN de forma continua y la entidad no tiene suficientes funcionarios capacitados

para ello, por lo que en la mayoría de los aeropuertos el personal trabaja horas extra. Esta situación menoscaba el presupuesto institucional y desgasta a los funcionarios. El problema de fondo es que el reglamento de la OACI establece que en ausencia de observaciones meteorológicas el aeropuerto debe cerrarse, lo que ocasionaría importantes pérdidas económicas e inconvenientes a turistas y al transporte aéreo en general.

Otro reto destacable es el mantenimiento, la reparación o el cambio de instrumental en las estaciones de los aeropuertos (figuras 5.5 y 5.6), pues en caso de emergencia, los aeropuertos son prioritarios. No obstante, las visitas de emergencia pueden retrasarse por los protocolos de seguridad de los aeropuertos. Con cierta frecuencia, el tiempo de respuesta del IMN se extiende por el lento y engorroso trámite de ingreso a ciertas áreas de los aeropuertos, principalmente los internacionales, situación que debe mejorar.

La red de meteorología aeronáutica también cuenta, para su apoyo, con una instalación de radio sondeo en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, Alajuela. Diariamente, y en algunas ocasiones más de una vez al día, se utiliza un globo sonda que permite medir parámetros meteorológicos específicos por estrato de altura de la atmósfera. Este sondeo es empleado en el pronóstico a muy corto plazo, en especial para alertar las

operaciones en tierra de los aeropuertos internacionales del GAM. Por otro lado, el cálculo de series anuales en la troposfera, tales como: el viento, humedad relativa, temperatura potencial equivalente y contenido de agua, son indispensables para diferenciar una atmósfera normal de una atípica. Del análisis de las condiciones registradas por el radio sonda se pueden identificar las condiciones más idóneas para la formación de tormentas eléctricas (por ejemplo, para los casos de ondas tropicales, bajas presiones, calentamientos diurnos moderados y fuertes).

Con base en lo anterior, el radio sondeo es clave para la seguridad aeronáutica y el pronóstico diario, pero enfrenta el reto de que el personal que la realiza requiere un entrenamiento especializado, que abarca desde a manipulación del helio que se utiliza para inflar los globos, hasta saber la ubicación para realizar dicha operación, el momento idóneo del día y la forma de hacer la captura, la edición, el almacenamiento y el procesamiento de la información recibida. El IMN sólo cuenta con un funcionario para dicha labor y pronto se jubilará. Nuevamente, contar con el personal idóneo es crucial. Adicionalmente, el costo de las radio sondas y del gas helio es alto y se requiere de un lento proceso de licitación y compra internacional para adquirirlos, por lo que es importante agilizar estos trámites a lo interno del MINAE.



Figura 5.5 Mantenimiento de estación en pista.

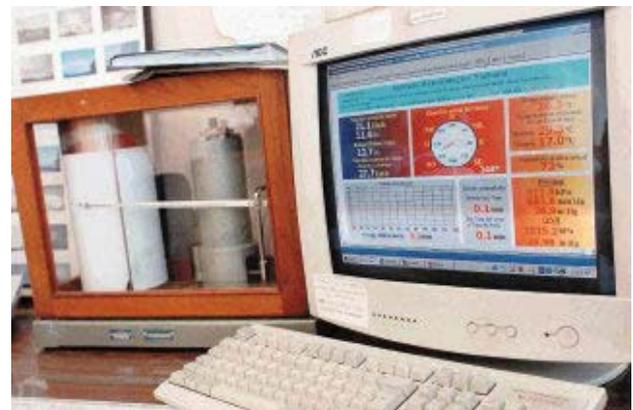


Figura 5.6 Información generada por sensores.

5.1.4. Estaciones climatológicas

Las estaciones climatológicas albergan instrumentos destinados a medir y registrar regularmente variables meteorológicas como la temperatura del aire, la presión atmosférica, las precipitaciones, la humedad relativa del aire o la velocidad y dirección del viento. Sus sensores tienen una vida media de alrededor de dos años y son adquiridos anualmente mediante licitación por el IMN. Los datos que proveen estas estaciones permiten comparar observaciones recientes y fundamentar muchos datos climáticos basados en anomalías (por ejemplo, las temperaturas medias mundiales). También se utilizan para predecir las condiciones que muy probablemente se darán en un lugar determinado.

Anteriormente, las observaciones provenían de estaciones mecánicas y automáticas, pero hoy en día el IMN cuenta con alrededor de 150 estaciones climatológicas y todas son automáticas. Las estaciones automáticas pueden ser ensambladas con ciertos propósitos y constituir parte de otras redes meteorológicas con fines ampliados, además, pueden medir todas las variables meteorológicas. Recientemente, el IMN se propuso recuperar y actualizar la información almacenada en los loggers de las estaciones automáticas, el cual es una especie de computadora programada para recibir la información que proveen cada uno de los sensores meteorológicos. Hoy, la información generada por cada sensor de la red de estaciones es transmitida en tiempo real al IMN, por lo que los usuarios pueden contar con la información de los parámetros meteorológicos en tiempo real, tal y como consta en la página de internet del IMN (se hace la salvedad de que los datos almacenados podrían sufrir algún cambio, una vez que hayan sido analizados por el personal del IMN). Aún bajo estas facilidades, el IMN carece de personal suficiente para analizar, revisar, dar calidad al dato y almacenar la información que llega en tiempo real.

Hay otra limitante en el mantenimiento de las estaciones. Los funcionarios dedicados al

mantenimiento de la red de las 150 estaciones también están saturados y desgastados, pero a ellos no se les suele pagar horas extras en sus giras. Eso hace que las actividades de mantenimiento tengan una logística sumamente complicada y se vean afectadas.

5.1.5. Estaciones agrometeorológicas

Esta es una red de estaciones meteorológicas automáticas (EMAs) estratégicamente ubicadas, dotadas de sensores electrónicos y que proporcionan información para tomar decisiones sobre control de plagas y enfermedades y de necesidades de agua de los cultivos. La observación y los datos de los elementos físicos y biológicos del ambiente es esencial para la meteorología agrícola; sin ellos, la planificación, predicción e investigación agrometeorológica no podrán satisfacer su función. La observación de los elementos físicos del clima tiene por objeto evaluar las cosechas reales o potenciales, la producción animal y los daños causados a la producción agrícola por el ambiente. También contempla las modificaciones climáticas que la humanidad pueda introducir a través de la agricultura, ganadería o silvicultura. En estas actividades humanas se incluye la determinación de las fechas, amplitud y tipo de las operaciones de cultivo y de otras actividades agrícolas (siembra, recolección, plantación, esquila, apareamiento del ganado, aplicación de biocidas y herbicidas, labranza, nivelación con la grada, allanar con rodillo, regar, suprimir la evaporación, reparar y construir los almacenes y alojamiento del ganado), así como los distintos métodos de conservación, industrialización y transporte de los productos agrícolas.

Un ejemplo de red agrometeorológica lo tiene la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), que ha puesto a disposición del sector bananero el proyecto BANACLIMA – CORBANA. Es una unidad especializada en recopilación y manejo de información agrometeorológica, para estudiar las condiciones climáticas e hidrológicas y mejorar la

producción. Por medio de una red de estaciones agrometeorológica se monitorean permanentemente las principales zonas de producción bananera del país, para informar a los productores pronósticos del clima y alertar sobre cambios extremos o amenazas de fenómenos naturales, con el fin de contener el impacto en el cultivo de banano. De igual manera, la información suministrada facilita a los productores la planificación y optimización de los recursos para mejorar la producción. BANACLIMA es un apoyo tecnológico indispensable y forma parte de los esfuerzos de CORBANA, para garantizar la sostenibilidad de la producción bananera nacional. En la actualidad, la información generada por esta red es compartida al IMN.

Durante algún tiempo, en el pasado, el IMN tuvo estaciones agrometeorológicas, principalmente en estaciones experimentales asociadas con investigación agrícola. Debido a la falta de mantenimiento del instrumental meteorológico por parte de los funcionarios de las instituciones anfitrionas, las estaciones se deterioraron y finalmente cerraron. Actualmente el IMN no cuenta con estaciones agrometeorológicas, pero en caso de alguna solicitud, las estaciones automáticas suelen adaptarse y no sería problema adaptar una de sus estaciones a los sensores que los investigadores requieran, aunque posiblemente el IMN pondría el equipo básico y el interesado los sensores más específicos.

5.1.6. Estaciones hidrometeorológicas

Esta es una red compuesta por estaciones de diverso tipo: medidoras de lluvia, de temperaturas, de humedad relativa, de radiación solar, de velocidad y de dirección del viento. Son muy importantes para el análisis de los balances hídricos, por lo que se relacionan con otras estaciones que permiten medir el nivel de agua de los ríos y los embalses (lisimétricas).

Los sistemas y las herramientas hidrometeorológicas son cada día más utilizados en la observación, predicción, modelización, prevención y

alerta temprana en las áreas de control de inundaciones y en aplicaciones específicas como la producción de energía y gestión de embalses. El ICE, el AyA y el Sistema Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA) cuentan con estaciones de este tipo para monitorear algunas de sus actividades mediante la observación, el procesamiento y el análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales, relacionados con los factores meteorológicos. La institución que más ha utilizado este tipo de estaciones es el ICE, debido a la producción de energía basada en el recurso hídrico. Este tipo de estaciones son importantes para estimar el balance hídrico de una cuenca; debido a ello, se ubican principalmente en la parte alta de las cuencas, con el fin de evaluar la entrada del recurso hídrico y también en la cuenca baja, para medir el caudal de salida mediante lisímetros.

En este sentido, el IMN se encarga del agua atmosférica, así que no cuenta con estaciones hidrometeorológicas. Sin embargo, existen convenios institucionales bajo los cuales se permiten el intercambio y la adquisición de datos específicos, principalmente en casos de emergencias.

5.1.7. Estaciones medidoras de la calidad del aire

Costa Rica monitorea y estudia los contaminantes atmosféricos con la Red de Monitoreo de Calidad del Aire para el GAM, que genera información cuantitativa confiable sobre el estado progresivo de la calidad del aire en el país. La red tiene como fin la evaluación continua de la calidad del aire para establecer la base técnica que permita orientar la reducción de la contaminación atmosférica. Actualmente, la red está compuesta por 10 estaciones, donde se monitorean partículas PM₁₀ sólidas o líquidas, dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es inferior o igual a 10 micrómetros. Otros contaminantes monitoreados son el O₃, SO₂, CO, NO₂ y PM_{2.5}.

El IMN es parte de la alianza institucional para la medición de la calidad del aire y por ello, se ha seleccionado una serie de estaciones climatológicas para relacionar la velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión, lluvia y radiación solar, como parámetros que ayudan a la interpretación de los datos de concentración de gases contaminantes obtenidos. Las instituciones involucradas se esfuerzan por mantener y actualizar la operación de equipos de monitoreo de partículas. Cada dato recolectado le permite al país conocer su situación con respecto a la calidad del aire en la GAM, actualizar las normativas nacionales e impulsar medidas para atender la situación. El IMN ha provisto la información meteorológica necesaria para realizar investigaciones y ha informado sobre la presencia de polvo del Sahara y de erupciones volcánicas, situaciones que, aunadas a la contaminación vehicular e industrial local, alteran la salud de la población.

De existir la posibilidad de que el monitoreo se extienda a otras áreas, lo cual es deseable e importante debido al crecimiento de la GAM, dicha expansión dependerá mucho de los recursos económicos para adquirir equipo nuevo, así como de los costos de mantenimiento del equipo, que hasta ahora ha adquirido el MINAE con el apoyo de proyectos y ayudas de instituciones internacionales.

5.1.8. Estaciones mareográficas

El nivel del mar es un parámetro que se aplica en el control de procesos dinámicos costeros, de cambio climático, navegación marítima, obras portuarias, aplicaciones geodésicas y medioambientales, control de tsunamis y actividad volcánica. Además, medir el nivel del mar con un mareógrafo y un receptor GPS de forma simultánea permite controlar los movimientos verticales de la costa y el cambio global del nivel del mar.

Algunas veces estas estaciones son combinadas con otros sensores atmosféricos, ya que la presión atmosférica, el viento predominante en

cada época del año y la variación de la temperatura del agua provocan variaciones en el rango de marea.

En Costa Rica, el IMN junto con el Instituto Internacional del Océano de la UNA, estuvieron involucrados en el programa RONMAC, el cual administra la red de mareógrafos ubicados en Puntarenas, Guanacaste y Limón. Su objetivo principal es pronosticar mareas para ambas costas del país e investigar amenazas costeras: tsunamis y corrientes de resacas. El IMN provee el equipo y el mantenimiento de la parte atmosférica. Conforme aumente el número de sensores marinos e instalaciones en otros puntos de nuestras costas, el IMN podría seguir colaborando.

5.1.9. Red de cambio climático

Es una ampliación de la red de estaciones climatológicas, que dan seguimiento a los fenómenos y efectos que tienen que ver con el cambio climático. Estas nuevas estaciones con sensores redundantes (dos por cada parámetro meteorológico) hacen posible la investigación para desarrollar planes y programas de adaptación a los escenarios futuros.

Hay siete estaciones localizadas en puntos estratégicos del territorio nacional, con el objetivo de evaluar el impacto de la variabilidad del clima y crear modelos que ayuden con la predicción climatológica. Estas estaciones miden durante todo el año valores de temperaturas, precipitación, dirección y velocidad del viento y radiación solar incidente cada diez minutos. Con todos estos datos se generan modelos en los que, según el comportamiento de las variables meteorológicas, se puede estimar trayectorias con el aumento de los GEI, del consumo de combustibles fósiles y con las fluctuaciones económicas de los países. Esta información sirve de marco de referencia a los tomadores de decisión respecto a estudios de evaluación de impactos, análisis de vulnerabilidad, riesgo y medidas de adaptación y mitigación.



Figura 5.7
Ubicación de las estaciones de descargas eléctricas.
Fuente: Grupo ICE

El IMN elabora los INGEI, actividad que hasta el momento se ha desarrollado con la ayuda financiera del GEF, que a través del PNUD-Costa Rica, ha provisto el financiamiento necesario. En este sentido, se hace necesario que el país financie sus propias investigaciones y elabora más frecuentemente los INGEI y los informes país ante la CMNUCC. Una fuente de financiamiento estable para que el IMN pueda cumplir esta importante misión es necesaria. El financiamiento para elaborar investigaciones que permitan tener factores de emisión nacionales, hace imperativo reforzar el presupuesto de instituciones como el INTA, UNA, UCR, ITCR entre otros, cuyas labores de investigación coordinadas por el IMN, podrían disminuir y mejorar la incertidumbre asociada a factores de emisión generalizados.

5.1.10. Red de descargas eléctricas

La red de descargas eléctricas del ICE está conformada por siete sensores (figura 5.7) que detectan con alta precisión y confiabilidad los rayos producidos en el territorio nacional. Los funcionarios del ICE cuentan con capacitación y equipo para su aprovechamiento, así como recursos para su mantenimiento.

El radio de monitoreo de cada sensor va desde los 3.000 hasta los 30.000 metros. La información recopilada con estos equipos permite al ICE planificar tareas de mantenimiento y emitir alertas por rayería para instalaciones como torres y plantas eléctricas, subestaciones y redes de distribución y transmisión. Así, se garantiza la continuidad del suministro y se registran datos para decisiones futuras. Esta información también resulta de gran utilidad para la navegación marítima y aérea, para la predicción meteorológica, las telecomunicaciones, las redes eléctricas, actividades sociales, la detección de huracanes al inicio de su formación, también para la protección de plantas

de generación eólica, entre otros. De igual forma, los datos son de utilidad para la programación de actividades constructivas, agropecuarias, pesqueras, hoteleras, deportivas y recreativas (ICE, 2020).

5.1.11. Necesidades en observación sistemática

La mejora de la observación sistemática en Costa Rica requiere intervenciones multivariantes, desde el ámbito económico hasta logístico, técnico-administrativo, de personal y otros tipos.

Según se ha mencionado, para mejorar la información sobre variabilidad y cambio climático, así como su métrica es indispensable una mayor asignación presupuestaria para ampliar y aumentar las redes de observación; para contar con más personal del IMN que cumpla con las labores de preparación, instalación y mantenimiento de las estaciones responsables de la observación sistemática. Este aspecto en particular requiere del apoyo ministerial y de autoridades del Gobierno. Además, el país debería

contar con presupuesto específico para elaborar sus propios reportes, como los INGEI y las comunicaciones nacionales ante la CMNUCC.

Tal como se ha mencionado, el recurso humano del IMN debe contar con un programa de capacitación técnico-profesional permanente que permita sacarle el máximo provecho a la información obtenida de las redes existentes, especialmente a su automatización en tiempo real.

Finalmente, es imperativo mantener la plataforma informática de la institución, con el fin de proveer los recursos necesarios para el almacenamiento, el traslado de la información desde las estaciones hasta el IMN, los servicios de intranet, así como la capacitación necesaria a los funcionarios de la oficina de cómputo.

5.2. Transferencia tecnológica

La transferencia de tecnología es decisiva en la respuesta mundial al cambio climático, tal como lo han propuesto, principalmente, los países en



Figura 5.8 Gobernanza de Costa Rica para la gestión de cooperación internacional para proyectos de cambio climático. Fuente: Elaboración propia.

desarrollo. Su aporte es tan relevante que se plasma en el artículo 4.5 de la CMNUCC, que establece que las partes: “tomarán todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar, según proceda, la transferencia de tecnologías y conocimientos prácticos ambientalmente sanos, o el acceso a ellos, a otras Partes, especialmente los países en desarrollo, a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención” (CMNUCC, 1992).

En virtud de estos compromisos, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ayuda a los países en desarrollo a evaluar sus necesidades de tecnología y financia proyectos de transferencia tecnológica (TNA, 2020; FMAM, 2012). Para acceder a estos recursos, Costa Rica emplea la estructura de gobernanza detallada en la figura 5.8. Para priorizar sus actividades e intereses se apoya en la NDC y en un marco legal e institucional en concordancia con los pilares de adaptación y mitigación que incluyen la PNA y el PND (MINAE/DCC, 2013, 2018, 2019).

Pero la cooperación internacional tiene ciertas limitaciones establecidas por acuerdos entre naciones y organismos. Una de ellas es que Costa Rica se clasifica internacionalmente como un país en vías de desarrollo y de renta media, lo cual limita los recursos que se reciben. De esta forma, para el país es más probable conseguir cooperación multilateral en proyectos regionales, que cooperación bilateral. Adicionalmente, parte de la agenda nacional debe ser implementada con los esfuerzos, recursos y las capacidades técnicas nacionales.

Costa Rica ha avanzado en las actividades propuestas para alcanzar en 2030 un máximo de emisiones netas de 9,11 millones de toneladas de CO_{2e}, principalmente con dos instrumentos: los INGEI, que han señalado que el principal reto es el área de energía de transporte y el PND, que plantea una hoja de ruta para descarbonizar este sector. De esta forma, hay coherencia del país en sus actividades propuestas, lo que le da credibilidad

para lograr apoyo internacional que complemente el financiamiento del PND, la NDC y la PNA.

Sobre los apoyos que el país ha recibido en los últimos años y los recursos que ha provisto en este sentido se ahonda a continuación.

5.2.1. Soporte recibido

En el periodo 2015-2020, los recursos financieros que el país recibió de donantes o entidades para transferencia tecnológicas se dirigieron a tres áreas importantes (cuadro 5.1):

- 1) **Desarrollo eléctrico.** Para mantener activas las fuentes de energía renovables, suplir la demanda nacional, investigar y desarrollar tecnologías con miras a la carbono neutralidad.
- 2) **Reducción de emisiones.** Esta cooperación puede mejorar favorablemente el INGEI.
- 3) **Apoyo a la métrica de INGEI.** De esta forma, se apoyan acciones medibles, reportables y verificables (MRV).

Entre los apoyos de cooperación recibidos destacaron los dirigidos a:

- **El proyecto Acción Clima I.** Iniciativa apoyada por la cooperación alemana y con recursos del Fondo Internacional de Cambio Climático, cuyo fin fue colaborar con el Plan Nacional de Transporte Eléctrico (PNTE). Este proyecto apoyó la implementación de la ENCC de Costa Rica y un desarrollo bajo en emisiones para el país (LatinClima, 2021).
- **Sector eléctrico.** El BID apoyó el financiamiento del programa de inversiones del ICE, para ampliar la capacidad de generación eléctrica, salvaguardar la disponibilidad energética, recuperar la eficiencia de las plantas renovables en operación, fortalecer el sistema nacional de transmisión para

Cuadro 5.1 Iniciativas de cooperación en transferencia tecnológica en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.

FICHA	AÑO	COOPERANTE	DESTINO	MONTO
1	2015	BMUB/GIZ	Contribuir con la reducción de emisiones en la actividad cafetalera.	\$ 4.145.332
2	2016	Servicio Forestal de los Estados Unidos de América	REDD+ y SIMOCUTE.	\$ 105.000
3	2016	BID	Apoyo a Proyecto de Desarrollo Geotérmico.	\$ 500.000
4	2016	BMUB/GIZ	Cool Contributions Fighting Climate Change.	N.D.
5	2017	Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial, GIZ, ABE, EPOMEX, FAO, FMAM	Restauración, conservación y manejo sostenible de los manglares de Costa Rica.	\$ 6.093.000
6	2017	BID, JICA, BEI	Mitigación de los impactos del cambio climático, crecimiento económico sostenible y fomento de la integración regional mediante el Mercado Eléctrico Regional.	\$ 1.329,4 millones
7	2018	UCR y JICA	Establecimiento de línea base de monitoreo en cambio climático para la Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos (FEIMA) de la Universidad de Costa Rica.	\$ 72.180
8	2020	CRUSA	Tecnologías limpias en el sistema de transporte público del país.	\$ 1.000.000

N.D. = No hay dato

Fuente: Elaboración propia, 2021.

acompañar el crecimiento de la demanda eléctrica y contribuir a resolver problemas de estabilidad de voltaje en los intercambios de producción eléctrica nacional en el mercado eléctrico regional. Este programa mejorará la confiabilidad, cobertura y calidad del servicio eléctrico, por la modernización del sistema de distribución.

- **Proyecto de Desarrollo Geotérmico para Guanacaste**, cuyo objetivo es aumentar el suministro de electricidad a través de energías renovables geotérmicas en Guanacaste (BID, 2014). Este apoyo fue por parte de BID.
- **Proyectos del sector energía**, para promover la producción amigable con el ambiente. Este apoyo lo dio la Fundación Costa Rica-Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA). El principal objetivo es contribuir

con los esfuerzos país para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de carbono, promoviendo el uso de energías limpias en el transporte público (CRUSA, 2018).

- **Apoyo al hidrógeno.** La Fundación CRUSA, BID-Lab del BID y la empresa Ad Astra Rocket Company financian una iniciativa alrededor del sector energético del hidrógeno, como una alternativa adicional para descarbonizar el transporte.
- **Transferencia de nuevas tecnologías empresariales** y modernos conceptos empresariales que sustituyen combustibles fósiles con biomasa o biogás y tecnologías de refrigeración con sistemas naturales menos contaminantes, con el apoyo de la cooperación alemana.

5.2.2. Soporte provisto

Complementariamente a estos apoyos, entre 2015 y 2020, el Gobierno desarrolló decretos, leyes, incentivos y un presupuesto inicial para atraer cooperación internacional.

El soporte provisto por el país debe contabilizarse separando los recursos para mitigación y para adaptación, tal como se presenta a continuación.

5.2.2.1. MITIGACIÓN

El PND cuenta con recursos financieros nacionales y, atrae cooperación del sector privado y ayuda internacional. El plan tiene 10 ejes de acción en mitigación, razón por lo cual se analiza seguidamente cada uno de ellos y el soporte provisto en materia de transferencia tecnológica (MINAE, 2018).

Eje 1. Desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable y en esquemas de movilidad activa.

Para promover mayor participación de las energías renovables en la matriz energética nacional, el Gobierno ha desarrollado iniciativas como el PNTE 2018-2030, con acciones que fortalecen y promocionan el transporte eléctrico en Costa Rica.

Para cumplir el objetivo 1.1 del eje 1 del PND, el MOPT desarrolla políticas, lineamientos, estrategias, planes, programas y proyectos que contribuyan a un desarrollo integral en pro de mejorar la calidad de vida de los habitantes, dentro de lo cual se garantiza el acceso universal al transporte público. El MOPT trabaja en organizar al sector transporte mediante un enfoque de planificación territorial; busca optimizar el servicio de transporte público intermodal por medio del reordenamiento eficiente de las rutas, la mejora en la eficiencia en el recorrido de las unidades y en las condiciones de acceso del servicio (BID, 2015). Con la modernización propuesta, las rutas urbanas de autobuses estarán agrupadas en ocho sectores y cuatro subsectores. Para ello, se han construido y puesto en servicio 58 kilómetros de carriles prioritarios para autobuses en las áreas a sectorizar (figura 5.9). Los sectores generarán 53 nodos de integración, que son lugares donde los usuarios realizarán el intercambio entre las diferentes modalidades de transporte público (MOPT, 2021).

Para cumplir el objetivo 1.2 de este eje, la modernización del transporte público también analiza incentivos a sectores prioritarios (taxis, autobuses y gasolineras), para favorecer el cambio tecnológico (vehículo o combustible) tendiente a reducir



Figura 5.9 Carriles exclusivos en la GAM.

Fuente: MOPT, 2021.

las emisiones de GEI (MINAE/IMN, 2014). Como incentivo a esta transformación, diversos bancos ofrecen créditos especiales para adquirir vehículos, taxis o autobuses eléctricos (Presidencia, 2019).

Una iniciativa importante en el marco de la Modernización del Sistema Integrado de Transporte Público, para cumplir el objetivo 1.3 del eje 1, es el pago electrónico. Ya se firmó un convenio para implementarlo, pues permitirá asegurar transparencia y rendición de cuentas en el servicio de transporte público concesionado (Arrieta, 2020). Esta modalidad de pago también permitirá contar con información real sobre la demanda y las necesidades de movilización, a la cual tendrán acceso el Gobierno y los empresarios para conocer la demanda, tener claridad sobre el costo-beneficio, fijar tarifas y determinar las necesidades para determinar las rutas. Emplear tecnología implicará también menos costos de operación para los transportistas, menos pérdidas por merma de efectivo, más seguridad para los empleados y también para sus miles de usuarios.

También, como parte de las metas necesarias para cumplir con el objetivo 1.3, los gobiernos locales de la GAM impulsan la bicicleta como medio de transporte y han instalado biciparques en lugares estratégicos (Municipalidad de San José, 2015; crhoy.com, 2018). Al menos 15 municipalidades se han involucrado en la transición hacia un desarrollo bajo en emisiones, por medio de la creación y mejora de áreas de parqueo, el uso de parquímetros, demarcación de zonas peatonales, creación y mantenimiento de parques y plazuelas (MOPT, 2021).

Eje 2. Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.

La descarbonización debe promover un cambio cultural hacia otros modos de movilización sostenible y el PNTE 2018-2030 establece tres sectores estratégicos: transporte privado, transporte

público y transporte institucional (SEPSE, 2019). Con el fin de promover ese cambio, la Ley 9815 promueve el transporte eléctrico, tal como lo contempla el objetivo 2.1, mediante incentivos económicos y no económicos para la adquisición y uso del transporte eléctrico (carros, motos, bicicletas asistidas o e-bikes, buses, camiones, trenes y otros modos de transporte cero emisiones). Los principales incentivos a los vehículos cero emisiones son: exoneración total o parcial de tres impuestos y exoneración parcial del impuesto a la propiedad por cinco años. Es así como, para apoyar el PNTE, el Grupo ICE adquirió en 2018 100 automóviles eléctricos y anunció la colocación de 110 cargadores semirrápidos en instalaciones del ICE (Herrera, 2018, 2019); por otro lado, la empresa Correos de Costa Rica incorporó a sus rutas de distribución 44 motocicletas eléctricas. En lo que respecta a motos, scooters y bicimotos eléctricas, solo en 2019 se introdujeron 907 unidades (Herrera, 2019).

En cuanto al desarrollo de objetivo 2.2, las agencias de venta de vehículos promocionan vehículos de combustión con eficiencia mejorada, así como los híbridos y eléctricos, aprovechando los incentivos de la Ley 9815. Además, estas agencias se han vinculado con bancos que ofrecen créditos y seguros especiales para vehículos eléctricos. Por otra parte, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el TEC, ofrecen programas para que los mecánicos se especialicen en reparación de vehículos eléctricos.

Eje 3. Fomento de un transporte de carga que adopte modalidades tecnológicas y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posible.

En la actualidad el transporte terrestre de carga está concentrado de forma casi absoluta en la carretera. La modernización del sistema integrado de transporte de carga pretende fortalecer, entre otros, el tren eléctrico limonense de carga (TELCA), un proyecto de \$450 millones cuyo objetivo es la reactivación económica de la zona mediante

un transporte ferroviario moderno de carga, alimentado por energía eléctrica. Uno de los objetivos más importantes del TELCA es transportar por ferrocarril mercancía de exportación al puerto en Limón y mercadería importada a diferentes puntos del país. Adicionalmente, se propone proveer de trenes turísticos que reactiven la economía de pequeños artesanos y productores de la zona, en congruencia con el PND y la Estrategia Territorial Productiva para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050. Como parte del programa logístico de carga para reducción de emisiones, se planea crear una ruta desde Valle de La Estrella, en Limón, hasta la frontera norte, pasando por los puertos del Caribe. Los tramos suman 250 kilómetros de vía férrea y su puesta en marcha implica la instalación del sistema eléctrico, del equipo rodante, al menos 250 puentes y 150 pasos de alcantarilla.

En cuanto a la construcción de nodos de carga, se trabaja con los gobiernos locales de la GAM para establecer esos centros de distribución, con el fin de mejorar la planificación de la distribución de carga liviana y pesada en puntos específicos, que en el futuro puedan acceder a los servicios del tren eléctrico metropolitano.

Eje 4. Consolidar el sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.

Con el fin de promover la modernización del sistema eléctrico (objetivo 4.1.), el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 estableció líneas estratégicas, prioridades y objetivos del Gobierno. Allí se consideró la necesidad de suplir la demanda energética mediante una matriz que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad y combustibles, dando prioridad a fuentes renovables al menor costo y diversificando la matriz energética.

La Política Energética también promueve eficiencia energética (objetivo 4.2.), la cual se plasma

en el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, cuyos lineamientos se basan en:

- Fomentar acciones frente al cambio climático global mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación como la instalación y operación de medidores inteligentes, la investigación y conocimiento de redes inteligentes, el desarrollo y monitoreo de bases de datos

Suplir la demanda de energía mediante una matriz energética que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad, promoviendo el uso eficiente de energía para mantener y mejorar la competitividad del país (BID, 2015).

Eje 5. Desarrollo de edificaciones de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia, con materiales y procesos de bajas emisiones.

Para cumplir con el objetivo 5.1, se crean y mejoran estándares que promuevan construcción sostenible. Una base para alcanzar esta meta son las normas para Edificios Sostenibles en el Trópico (RESET) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, y la norma desarrollada por la Fundación para el Desarrollo Urbano (FUDEU). Posterior a esto, y con mayor conocimiento de la adaptación climática que pueda tener una obra, será más sencillo crear programas de vivienda eficiente e incentivos para cumplirlos (Álvarez, 2015).

La arquitectura sustentable es un modo de diseñar de manera sostenible (objetivo 5.2) y se debe aplicar para mejorar la operación de edificaciones existentes. La certificación LEED valora la sostenibilidad de un edificio teniendo en cuenta su impacto medioambiental durante todo su ciclo de vida útil, mientras que la certificación EDGE permite a los constructores optimizar sus diseños de forma medible, lo que resulta en un producto inmobiliario más promocionable y una mejor

inversión para el comprador y permite a los desarrolladores estar a la vanguardia de la tendencia en construcción verde. Por lo anterior, ambas son certificaciones importantes para avanzar hacia construcciones sostenibles.

Eje 6. Transformación del sector industrial mediante procesos y tecnologías que utilicen energías de fuentes renovables u otras eficientes y sostenibles de baja y cero emisiones.

Con el fin de impulsar la transformación tecnológica de bajas emisiones del sector industrial (objetivo 6.1), el BID-Lab del Banco Interamericano de Desarrollo, la empresa Ad Astra Rocket Company y la Fundación CRUSA (2018) desarrollan una iniciativa que fomenta el conocimiento y la economía alrededor del hidrógeno, como una alternativa adicional para la descarbonización del transporte. Esta tecnología actualmente está en fase de instalación y pruebas en Costa Rica y posteriormente podría ser adaptada a los vehículos convencionales e incluso a los de transporte masivo.

Otro esfuerzo importante en eficiencia energética y servicios verdes (objetivo 6.2), se orienta a la industria de la refrigeración (refrigeradores y aires acondicionados) (Garza, 2019) con nuevas tecnologías con refrigerantes naturales. Entre las ventajas de estas nuevas tecnologías está que, además de impactar menos el ambiente, son energéticamente eficientes, lo que redundará en un beneficio económico para el consumidor.

Eje 7. Desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de GEI

Para cumplir con el objetivo 7.2 sobre robustecer la gestión efectiva de las aguas residuales, el uso de la digestión anaeróbica se está desarrollando en biodigestores o plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La gestión de las

aguas residuales permite impulsar los biodigestores como método de tratamiento de residuos orgánicos líquidos y sólidos. Esto implica no sólo eliminar contaminantes, sino también reutilizar las aguas tratadas y recuperar los subproductos, como los lodos, que contienen energía y nutrientes que pueden ser aprovechados. La legislación establece, además, que todo ente generador que utilice procesos anaeróbicos está obligado a captar el gas metano generado para utilizarlo en generación de energía.

Eje 8. Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono.

Las políticas públicas de Costa Rica en cambio climático han integrado en las políticas sectoriales los objetivos de reducción de emisiones, cumpliendo así con el objetivo 8.1 de este eje. De acuerdo con el Grupo ICE (2019), Costa Rica cuenta con una capacidad instalada de generación de 46,9 MW utilizando residuos agrícolas orgánicos (RAO). La mayor capacidad proviene de biomasa seca, 44,5 MW asociada al bagazo de los ingenios azucareros; la instalación restante, 2,8 MW es a partir de biomasa húmeda. Los tipos de RAO más comunes en Costa Rica provienen de las actividades agrícolas más representativas, como piña, café, banano, palma aceitera, arroz, sector pecuario y la industria forestal.

El Grupo ICE (2019, 2021) también genera energía a partir de biogás, con el tratamiento de las excretas porcinas (cerdaza) y obtiene un residuo sólido que se usa como biofertilizante. El aumento en la demanda de carne porcina en Costa Rica y la disminución de participantes en la industria presenta una oportunidad de crecimiento importante.

Por otra parte, el Plan Estratégico 2015-2018 del MAG consideró entre sus pilares la mitigación y adaptación de la agricultura al cambio climático y, en este marco, apoya iniciativas como la NAMA Café (2021) y la Estrategia Nacional de Ganadería

Baja en Carbono (ENGBC), que es un instrumento de política pública que incluye la NAMA Ganadería. El propósito de la estrategia es crear condiciones políticas, tecnológicas y de inversión para que los ganaderos de Costa Rica logren mayor productividad y rentabilidad, menos emisiones de GEI por unidad de producto y más secuestro de carbono por unidad de área. Mediante la adopción y aplicación de estas prácticas de producción transformadoras y bajas en emisiones, el sector ganadero se está volviendo más eco-competitivo (MAG, 2019).

Con la NAMA Café, al igual que con la NAMA Ganadería, se espera reducir emisiones de GEI y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. El NAMA Support Project (NSP), financiado por la NAMA Facility, apoya la NAMA Café con asistencia técnica y financiera. Las principales acciones por implementar son: reducir el uso de fertilizantes, usar agua y energía de manera más eficiente en el procesamiento del café, promover mecanismos financieros para apoyar a los nuevos sistemas agroforestales, emprender auditorías de beneficios de café para determinar la huella de carbono, desarrollar estrategias para promover un café diferenciado, realizar estudios de factibilidad y diseñar proyectos para la implementación de tecnologías bajas en emisiones.

Eje 9. Consolidación de modelo ganadero eco-competitivo basado en la eficiencia productiva y disminución de gases de efecto invernadero.

El cumplimiento del objetivo 9.1. también es apoyado por la oficialización de la ENGBC como instrumento de política pública. El ganado de leche o de engorde genera metano (CH₄) con la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos como consecuencia del proceso digestivo de los herbívoros y las actividades agrícolas relacionadas con las excretas. Una segunda fuente de metano es la descomposición del estiércol bajo condiciones anaerobias, por ejemplo, en corrales o con sistemas basados en líquidos. Existen

medidas y nuevas tecnologías con el potencial para mitigar GEI, como la mejora en la calidad de las pasturas o concentrados, además del uso de enzimas digestivas para disminuir el metano producto de la actividad digestiva, así como el uso de los biodigestores para el tratamiento de excretas. Todos estos procedimientos mejoran la productividad de la actividad económica y mitigan el cambio climático.

Tecnologías y medidas bajas en emisiones a aplicarse han sido consideradas en al menos 860 fincas bajo el modelo NAMA, teniendo en cuenta su potencial de mitigación, factibilidad técnica, co-beneficios y el potencial transformacional. Como resultado de la puesta en marcha de estas técnicas se lleva a la aplicación del objetivo 9.2 y queda claro que estas medidas deben mejorar los sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV), lo que lleva a implementar sistemas de transparencia, fortalecer la transferencia de tecnología, desarrollar modelos de PSA y un enfoque de ganadería ecocompetitiva.

Eje 10. Gestión del territorio rural, urbano y costero orientado a la conservación y uso sostenible, incrementando los recursos forestales y servicios ecosistémicos a partir de soluciones basadas en la naturaleza.

Para implementar el objetivo 10.1 se debe contemplar que las plantaciones y áreas de reforestación son parte de la ecología del paisaje y pueden contribuir a que aumenten las reservas de carbono al tiempo que ayudan a las comunidades y a los ecosistemas a adaptarse al cambio climático. Para el sector forestal, la Estrategia Nacional REDD+ es una oportunidad como fuente de servicios ambientales. Por ejemplo, la generación de cobeneficios (servicios ecosistémicos, protección de cuencas, conservación de biodiversidad y potencial para la adaptación) puede hacer que REDD+ sea una opción de manejo más atractiva para los grupos interesados, incluidas las comunidades

locales y pueblos indígenas que viven en zonas forestales (FAO, 2007; Vallejo et al., 2016).

Con el fin de cumplir el objetivo 10.2, durante los últimos años, los corredores biológicos y la protección de humedales y manglares han proliferado. Actualmente, existen 44 corredores biológicos oficializados, que abarcan aproximadamente 16.927 km², o sea, un 33,1% del territorio nacional (MINAE/SINAC, 2021; Morera et al., 2021). En su conjunto, los corredores biológicos articulan casi en su totalidad las ASP terrestres del país, convirtiéndose en un mecanismo de conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales relevante (MINAE/SINAC, 2021).

En el caso de los manglares y humedales, la Ley 7575 limita la corta y el aprovechamiento en las zonas de manglares y las zonas de exclusión y afectación de los humedales. Además de ser una fuente de trabajo para muchas comunidades, servir como medios de transporte acuáticos y dar hogar a distintas especies de flora y fauna, estos ecosistemas naturales funcionan como barreras de protección frente a desastres, por lo que su conservación y uso sostenible resulta esencial para el país.

5.2.2.2. ADAPTACIÓN

La PNA es el marco orientador para planificar el desarrollo de Costa Rica en adaptación y tiene seis ejes sobre los cuáles se ha provisto soporte en el ámbito de la transferencia tecnológica, tal como se verá a continuación.

Eje 1. Gestión del conocimiento sobre efectos del cambio climático, servicios climáticos y desarrollo de capacidades locales e institucionales.

El lineamiento 1.1 determina la importancia de proveer recursos a instituciones con plataformas de información dedicadas principalmente a la recolección, generación y difusión de los servicios climáticos de información de acceso público y universal. El lineamiento 1.2 deja claro que

instituciones como el IMN y CNE deben recibir el apoyo gubernamental en este sentido. El lineamiento 1.3. establece la necesidad de centralizar la información y que la recolección de datos sea respaldada por las instituciones encargadas; en este sentido, SINAMECC juega un papel determinante.

Con base en toda esta información, el lineamiento 1.4 promueve la participación comunitaria, para que los investigadores generen y divulguen escenarios, mapas, gráficos y cuadros climáticos que faciliten el desarrollo de capacidades y que generen presentaciones y conferencias para la toma de decisiones, impulsando que las comunidades vulnerables propongan medidas y orienten acciones de adaptación con base en esta información. Además, se promueve la investigación científica y el intercambio de información en el ámbito internacional. Estas plataformas también facilitan la recolección sistemática de datos y el análisis actual y prospectivo de información sobre impactos, pérdidas y daños por amenazas hidrometeorológicas y los efectos adversos del cambio climático.

Eje 2. Fomento de las condiciones para la resiliencia de los sistemas humanos y naturales mediante la planificación territorial, marina y costera.

La adaptación al cambio climático debe ser el punto de partida del ordenamiento territorial. El objetivo de este eje es garantizar en los asentamientos humanos la dotación y el acceso a infraestructura, servicios, redes, movilidad y actividades productivas, que permitan a los habitantes desarrollarse en entornos de calidad física, social y ambiental, con criterios de equidad de género y enfoque de derechos humanos, adaptación integrada, así como habilitar procesos de adaptación en zonas urbanas, rurales y marino-costeras.

El principal reto del ordenamiento territorial en nuestro país es superar la histórica brecha entre regiones en desarrollo económico y social. En este sentido, el lineamiento 2.1. enfatiza la necesidad de desarrollar criterios y lineamientos de

adaptación, como disminuir los asentamientos humanos en condición de precario y las viviendas ubicadas en zonas de riesgo, principalmente en lugares donde existan peligros ambientales identificados, como es el caso de los manglares, humedales y corredores biológicos. En este sentido los gobiernos locales y sus planes reguladores juegan un papel muy importante. El lineamiento 2.2. establece la necesidad de que tales planes incorporen criterios de adaptación tomando en cuenta medidas para disminuir la invasión residencial en la planificación territorial, marina y costera. Además, es importante que los gobiernos locales disminuyan el déficit de infraestructura y de servicios de salud, educación y otros equipamientos sociales, particularmente en las zonas del país con mayor rezago y con mayor concentración de hogares pobres con jefatura femenina.

Este eje también promueve, mediante el lineamiento 2.3, el fomento de las condiciones para la resiliencia comunal. Las condiciones de resiliencia mejorarían en la medida que las municipalidades promovieran aumentar el número de población y zonas del país con acceso a agua potable, electricidad, alcantarillados e internet, particularmente en aquellas localidades alejadas y con mayor déficit de servicios. También sería oportuno que aumentara la cantidad de población que utiliza el transporte público.

Eje 3. Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marinos y costeros para la adaptación.

Este eje dirige la atención a proteger la biodiversidad, los ecosistemas, las cuencas hidrográficas y los espacios marinos y costeros mediante actividades de adaptación.

De acuerdo con el lineamiento 3.1, los corredores biológicos, reservas privadas y fincas bajo régimen forestal son vitales para proteger la biodiversidad, por eso, Costa Rica, desde la década de 1990, ha implementado corredores biológicos

como espacio de conectividad de las áreas protegidas (Ríos, 2015; Morera et al., 2021). El Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) es una parte fundamental de la estrategia de conservación que se desarrolla desde el SINAC/MINAE; posterior a su establecimiento la mayoría de los corredores biológicos recuperaron parte importante de la cobertura natural. Actualmente, existen 44 corredores biológicos oficializados, que abarcan aproximadamente 16.927 km², que significan un 33,1% del territorio nacional (Agencia EFE, 2019; MINAE/SINAC, 2021). Ese aspecto aplica al lineamiento 3.2. que promueve garantizar el resguardo de estos refugios climáticos para la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, mediante la gestión estratégica de áreas bajo dominio público del Sistema Nacional de Áreas de Conservación y de áreas bajo regímenes especiales.

En respuesta al lineamiento 3.3, el PSA ha dado a muchos pequeños y medianos propietarios la opción para financiar y hacer buen manejo de sus bosques, lo que garantiza la protección de los bosques privados, fomenta la seguridad y sostenibilidad de las cuencas hidrográficas, incluidos los manglares y espacios marino-costeros. Estos servicios ambientales también han permitido ofrecer opciones financieras y de manejo del bosque que permiten a los propietarios obtener ingresos sin agotar o subutilizar el recurso forestal.

Eje 4. Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente.

El objetivo de este eje es garantizar a la sociedad la continuidad de servicios públicos de alta calidad y una adecuada protección de activos (energía, telecomunicaciones, agua, salud, educación, infraestructura vial, entre otros), para mejorar su capacidad de adaptación al cambio climático, gracias a normas y lineamientos para la inversión pública.

En este sentido, el lineamiento 4.1 es competencia principalmente de las municipalidades, del

MOPT que deben velar por una mayor eficiencia y eficacia en las tareas de reconstruir, rehabilitar y conservar el patrimonio vial nacional. El IMN y la CNE proveen un valor agregado a estas inversiones, al proveer criterios técnicos sobre vulnerabilidad y riesgo para la protección de la infraestructura pública, que permiten la adopción de decisiones y el establecimiento de mecanismos de protección que aseguren la robustez de obras de infraestructura y otras líneas vitales que aseguren la continuidad de los servicios públicos vitales, tal y como lo comprende el lineamiento 4.3.

Por otro lado, como parte de los servicios públicos (lineamiento 4.4), existen investigaciones del IMN y el MINSA, que alertan sobre posibilidades de variación en las poblaciones de algunos vectores transmisores de enfermedades importantes como dengue y malaria.

Eje 5. Sistemas productivos adaptados y eco-competitivos.

Una de las principales limitaciones para los sistemas productivos es la falta de agua para riego. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) calcula que la superficie bajo riego ha crecido a un ritmo constante del 5% cada diez años y Costa Rica no es la excepción. Particularmente, en Guanacaste el desarrollo de la agricultura ha crecido, acompañada por un aumento en su población y el auge turístico (FAO, 2013).

En vista de que los estudios de vulnerabilidad hídrica realizados por el IMN y el MINAE determinaron que Guanacaste es la zona con mayor riesgo productivo, se impulsó el Proyecto Agua para Guanacaste, que ha fortalecido la acción institucional para asegurar el agua como un bien de dominio público, cumplir con el derecho humano al acceso del agua potable en calidad, cantidad y continuidad adecuada, fiscalizar su uso, penalizar la perforación ilegal de pozos y la contaminación y que promueva la participación ciudadana

y fortalezca la institucionalidad. Este proyecto es un ejemplo de la aplicación del lineamiento 5.2, ya que ha permitido generar las condiciones necesarias para promover la innovación, inversión, eco-competitividad y resiliencia de la economía ante el cambio climático, mediante el uso y distribución del agua sobrante de la generación eléctrica en varios cantones. Allí se cultiva arroz, azúcar, pasto, piscicultura, cítricos, papaya, piña, cebolla, sandía, algodón, ganadería de leche y engorde, que hoy generan al país entre \$150 millones y \$200 millones anuales (MINAE/DA, 2021; SENARA, 2021).

Eje 6. Inversión y seguridad financiera para la acción climática.

El lineamiento 6.1 motiva a identificar acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales. Un ejemplo de este eje de acción lo realizó el AyA, al ejecutar obras de inversión importantes en Guanacaste para mejorar el acceso al agua potable a más de 90.000 personas.

Como parte del lineamiento 6.2, el AyA concluyó el acueducto de Liberia, una inversión de \$4.392 millones para el beneficio de 12.000 personas por los próximos 20 años. Las obras constan de dos nuevos tanques de almacenamiento de acero vitrificado de 1.000 metros cúbicos, 26 kilómetros de tubería y dos nuevos pozos. Asimismo, se concluyeron obras para tres ASADAS, para el beneficio de 3.550 personas. La inversión fue de \$490 millones de AyA, el Fondo de Desarrollo y Asignaciones Familiares (FODESAF) y el aporte de las comunidades. Otra importante obra es el acueducto de Bagaces, una inversión de \$5.076 millones que beneficiará a 17.000 personas de la ciudad e instalará un tanque de almacenamiento de 2.500 m³.

Sobre el lineamiento 6.3, aunque el presupuesto del Gobierno es muy ajustado y la gestión del riesgo a desastres compite por fondos, el Estado generalmente asume gran parte del riesgo económico relacionado con los desastres; aunque lo ideal sería que

se considerara el riesgo relacionado con los activos públicos y el bienestar de sus ciudadanos como bien público y que el sector privado manejara el riesgo relacionado con sus propios activos.

En cuanto al lineamiento 6.4, una parte importante para la incorporación de criterios de adaptación dentro de la emergencia es la recolección de información y la coordinación de las acciones, función que tiene la CNE. La Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030 es el instrumento de política pública que deberá orientar a todos los actores sociales en la gestión del riesgo y la construcción de un desarrollo nacional seguro y sustentable.

5.2.3. Necesidades de transferencia tecnológica

En vista de los avances en el desarrollo del transporte eléctrico y para responder a las políticas energéticas del Plan Nacional de Energía, el PND, el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el PND y a la NDC, es esencial progresar en la integración del transporte público, en el descongestionamiento de la infraestructura

vial, con el fin de reducir las emisiones nacionales. Para ello, la transferencia tecnológica debe orientarse a proyectos que apoyen el PNTE, considerando los impactos que su puesta en marcha tenga en la demanda de energía eléctrica. Esto implica analizar la vulnerabilidad de la matriz hidroeléctrica y el riesgo en la oferta del recurso hídrico debido a la variabilidad climática, así como ampliar la participación de otras fuentes de energía renovable e investigar tecnologías de generación de electricidad más eficientes, con el fin de aumentar la oferta de energía hacia un subsector transporte eléctrico en crecimiento.

La puesta en marcha del tren eléctrico interurbano es uno de los proyectos que causará una reducción importante de emisiones que se verá reflejada en los INGEI e impactará la cultura de movilidad costarricense.

El cuadro 5.2 resume algunas propuestas en transferencia tecnológica que las autoridades de Gobierno deberían contemplar para alcanzar las metas climáticas del país.

Cuadro 5.2 Necesidades de transferencia tecnológica en el contexto de las metas climáticas.

Necesidad	Situación actual	Propuesta
MITIGACIÓN Eje 1	Desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable y en esquemas de movilidad activa.	
Avanzar el reordenamiento de las rutas de transporte público.	El ordenamiento de las rutas de transporte público es parcial y debe optimizarse para mejorar la eficiencia en los recorridos.	Proveer recursos al Consejo de Transporte Público para que concrete las rutas, haga operativos los recorridos, defina la ubicación de paradas, frecuencias, flotas, calidad del servicio, regule las concesiones y los permisos.
Terminar la construcción de los carriles prioritarios para el servicio de transporte público.	Actividad parcialmente en desarrollo.	Finalizar la construcción y puesta en marcha de los carriles prioritarios para el transporte público en las áreas a sectorizar.
Proveer facilidades e incentivos voluntarios a los sectores prioritarios (autobuses, taxis, gasolineras y estaciones de recarga eléctrica), para favorecer el cambio tecnológico (vehículo o combustible).	Existen incentivos que pueden mejorarse.	Crear una comisión gubernamental que proponga al sistema bancario nacional mejorar los créditos especiales para operadores de transporte y promover la modalidad cero emisiones, así como negociar el cambio tecnológico en empresas importadoras de transporte público.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Promover la creación de áreas de parqueo y parquímetros en el área de la sectorización.	La cantidad de espacios autorizados en parqueos y parquímetros es insuficiente.	Estimular la creación de parqueos y parquímetros en el área de la sectorización, fortalecer el control de infracciones, revisar el sistema tarifario, con el fin de desestimular el uso de vehículo privado en estas áreas.
Aumentar el incentivo al transporte no motorizado.	Algunas municipalidades han incentivado ciclovías, pero la red podría ampliarse.	Ampliar la red de ciclovías y biciparqueos a zonas de alta densidad poblacional, con accesibilidad para personas con discapacidad.
Dar seguridad y parqueo al transporte no motorizado.	Muy pocos lugares cuentan con facilidades y seguridad.	Decretar que las instituciones y gobiernos locales aseguren parqueo preferencial y seguridad al transporte no motorizado.
Implementar la modernización del tren eléctrico.	El servicio del tren mantiene condiciones muy antiguas, requiere modernizarse y mejorar las condiciones de seguridad.	Completar el plan de sectorización para conectar los buses y taxis con el tren, crear ciclovías para promover la intermodalidad y estacionamientos en las paradas para que la ciudadanía pueda guardar su transporte no motorizado, entre otras facilidades.
Mantener restricción vehicular por placa principalmente en los centros urbanos.	La restricción actual requiere de mayor control de las infracciones.	Aumentar el control diurno/nocturno de infracciones y financiar el costo adicional de esa actividad con las multas.
Implementar el pago electrónico en el transporte público.	A excepción de algunas empresas de transporte público de larga distancia, la mayoría de los empresarios utiliza el efectivo como medio de pago.	Implementar el pago electrónico en el transporte público con el fin de proveer mayor y contar con más información para fijar rutas y tarifas.
MITIGACIÓN Eje 2	Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.	
Más facilidades e incentivos voluntarios al sector privado para favorecer el cambio tecnológico de vehículo o combustible.	Existen incentivos que pueden mejorarse.	Que una comisión gubernamental proponga al sistema bancario mejorar los créditos especiales para el sector privado y así promover la modalidad cero emisiones.
Inducir al sector privado en la transferencia de nuevas tecnologías ecoeficientes.	La cooperación internacional ha apoyado tecnologías que sustituyen combustible fósil.	Capacitar a la empresa privada en la elaboración de INGEI empresariales, huella de carbono, aplicación a la carbono neutralidad y de otros incentivos producto de la ecocompetividad.
Una red más amplia de centros de recarga para vehículos eléctricos.	Existe una red de centros de recarga administrada por diferentes operadores eléctricos, entre ellos el Grupo ICE.	Ampliar la distribución nacional de los centros de recarga y mejorar las tecnologías de velocidad de recarga.
Promover la transición hacia el transporte cero emisiones por parte de individuos y empresas.	Algunas empresas como Grupo ICE, Correos de Costa Rica y Palí han adquirido vehículos eléctricos para sus flotillas de trabajo.	El Gobierno, a través del MINAE, debe estimular a las instituciones gubernamentales y a sus autoridades a dar el ejemplo, cambiando en el corto plazo, sus flotillas institucionales a tecnología eléctrica.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
MITIGACIÓN Eje 3		
Fomento de un transporte de carga que adopte modalidades tecnológicas y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posible.		
Apoyar al ICE en el desarrollo de su Plan Nacional de Energía 2015-2030.	El ICE trabaja en mejorar la calidad, eficiencia y sustentabilidad de la infraestructura productiva.	Avanzar en la conformación de una matriz energética más limpia apoyando el desarrollo de generación con fuentes renovables convencionales y no convencionales.
Mantener una restricción vehicular de carga/ repartidores.	Los servicios de carga y repartición deben cumplir con horarios establecidos para carga y descarga.	Mantener restricción vehicular horaria de carga/ repartidores para transporte no eléctrico, principalmente en centros urbanos.
Implementar la modernización del tren eléctrico de carga.	Este proyecto presenta una implementación modesta.	Fortalecer la implementación de este servicio para reducir la factura petrolera.
MITIGACIÓN Eje 4		
Consolidar el sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.		
Resolver los problemas de estabilidad de voltaje.	El ICE trabaja en la calidad, estabilidad y aseguramiento del suministro de electricidad en la red nacional en el marco del intercambio de Costa Rica en el mercado eléctrico regional (MER).	El MINAE debe apoyar las actividades del ICE en el proyecto geotérmico Miravalles, con el fin de aumentar el suministro de energía renovable y mitigar los impactos del clima sobre los proyectos hidroeléctricos.
MITIGACIÓN Eje 5		
Desarrollo de edificaciones de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia, con materiales y procesos de bajas emisiones.		
Aplicar a las edificaciones diseños bioclimáticos de bajas emisiones.	Las construcciones usan pocos principios de infraestructura sostenible.	Robustecer la reglamentación de construcción de edificaciones hacia diseños que reduzcan el impacto en emisiones.
Incentivar la construcción baja en emisiones.	No hay incentivos para la construcción baja en emisiones.	Crear o mejorar las prácticas de construcción sostenible baja en emisiones.
Los permisos de construcción deben valorar la ubicación, la vulnerabilidad y el riesgo de los sitios urbanos.	Existen construcciones que no han tomado en cuenta su ubicación geográfica dentro de las cuencas hidrográficas, con un alto riesgo a eventos hidrometeorológicos.	Incluir en los permisos de construcción que se gestionan en los gobiernos locales características, materiales y acabados resistentes al clima extremo, según la ubicación geográfica dentro de una cuenca.
MITIGACIÓN Eje 6		
Transformación del sector industrial mediante procesos y tecnologías que utilicen energías de fuentes renovables u otras eficientes y sostenibles de baja y cero emisiones.		
Proporcionar recursos financieros al Grupo ICE, universidades y centros de investigación, para complementar estudios sobre generación eléctrica a partir de residuos orgánicos.	El Grupo ICE se encuentra adelantado en estas investigaciones, pero se requieren más recursos para implementar los conocimientos adquiridos.	El MINAE, por medio de la DCC, solicita recursos de cooperación internacional para complementar los estudios existentes.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Equidad en la generación de empleo.	La industria maderera ha generado empleos, pero no siempre han sido equitativos entre las clases sociales.	Establecer en los mecanismos de generación de empleo, parámetros de selección que integren perspectivas de género, igualdad, inclusión social, justicia social, integralidad, accesibilidad, diversidad, interculturalidad y territorialidad.
Desarrollar nuevos programas para promover el cultivo de la madera.	FONAFIFO es el principal promotor de los recursos forestales.	Proveer recursos financieros para que FONAFIFO continúe programas para promover el cultivo de madera y la incorporación de árboles en los sistemas productivos.
Fomentar el uso de aire acondicionado y refrigeradores más eficientes.	Hay productos que utilizan tecnologías más eficientes.	El Gobierno puede recomendar adquirir productos energéticamente más eficientes a sus proveedoras institucionales.
Fomentar el conocimiento alrededor del sector energético del hidrógeno.	Existe una alianza entre BID-Lab del BID, la empresa Ad Astra Rocket Company y la Fundación CRUSA para la investigación de energía derivada del hidrógeno.	El MINAE podría crear una comisión que investigue las posibilidades de implementar las tecnologías que surjan de estas investigaciones en el transporte público.
MITIGACIÓN Eje 7 Desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.		
Implementar la combustión del metano para generar electricidad.	Existen investigaciones que permiten recuperar metano de las plantas de tratamiento de aguas residuales, pero su aprovechamiento requiere inversión.	Un ente coordinador establece procedimientos para que el metano generado en las PTAR genere energía que sea incorporada en la red eléctrica nacional.
MITIGACIÓN Eje 8 Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono.		
Mayor investigación sobre fertilizantes de lenta liberación.	El INTA investiga este tipo de tecnologías, pero las dosis y efectos pueden variar de acuerdo a la región geográfica y la climatología.	La DCC puede negociar con la cooperación internacional recursos para que el INTA avance en las investigaciones.
Mayor investigación sobre pastos de especies leguminosas para favorecer la NAMA Ganadería.	El INTA investiga sobre pastos leguminosos, fijadores de nitrógeno, pero se requiere mayor investigación para reducir emisiones de GEI importantes como metano y óxido nitroso.	La DCC puede negociar cooperación internacional para dar recursos al INTA para las investigaciones.
Promover mecanismos financieros para apoyar los sistemas agroforestales.	Tanto la NAMA Café como la NAMA Ganadería apuntan a la incorporación de árboles forestales en las fincas.	La DCC puede coordinar una mesa de negociación entre Icafé, NAMA Café, NAMA Ganadería y FONAFIFO para aplicar PSA a este tipo de proyectos agroforestales.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
MITIGACIÓN Eje 9		
Consolidación de modelo ganadero eco-competitivo basado en la eficiencia productiva y disminución de GEI.		
Promover investigaciones que establezcan la relación entre calidad del forraje y las emisiones de metano entérico.	Cuanto mayor es la ingesta alimentaria, mayor es la emisión de metano.	La DCC puede coordinar con el INTA/MAG, CATIE y las universidades para desarrollar investigaciones sobre cómo disminuir el aporte del metano a los INGEI.
Promocionar el uso de biodigestores en las fincas agropecuarias.	Algunas fincas utilizan biodigestores para convertir la materia fecal de sus animales en gas metano.	La DCC puede coordinar con el INTA/MAG, CATIE, ICE y las universidades para capacitar y proveer de biodigestores a los productores agropecuarios para disminuir el aporte del metano a los INGEI y generar energía.
MITIGACIÓN Eje 10		
Gestión del territorio rural, urbano y costero orientado a la conservación y uso sostenible, incrementando los recursos forestales y servicios ecosistémicos a partir de soluciones basadas en la naturaleza.		
Ampliar la cobertura del PSA.	FONAFIFO es el ente encargado del PSA, pero le faltan recursos para mejorar sus servicios.	Fortalecer a FONAFIFO para que amplíe la cobertura de los PSA y fortalezca el esquema al empoderar mujeres rurales, personas jóvenes, pueblos indígenas y pequeños y medianos productores agrícolas, principalmente en el marco del NAMA Café y NAMA Ganadería.
ADAPTACIÓN Eje 1		
Gestión del conocimiento sobre efectos del cambio climático, servicios climáticos y desarrollo de capacidades locales e institucionales.		
Promover la investigación para reducir una mala adaptación, pues algunas condiciones agroecológicas pueden ser productivas para un tipo de servicio, pero no para otros.	Instituciones como el CATIE, INTA/MAG, IICA investigan cómo mejorar los servicios ambientales considerando las compensaciones que pueden surgir entre los diversos tipos de servicios.	Evaluar en qué grado el suministro de servicios ambientales implica compensación de la producción agrícola, para entender los motivos de los productores al considerar la aplicación de un cambio.
Reforzar el conocimiento, las prácticas y tecnologías, los esfuerzos de las comunidades locales y pueblos indígenas en la lucha contra el cambio climático.	Algunas comunidades locales requieren ayuda para adaptarse al cambio climático.	La DCC podría establecer una mesa de trabajo con FONAFIFO y comités locales, pueblos indígenas, afrodescendientes, mujeres rurales, entre otros, para desarrollar capacidad y disminuir vulnerabilidad de quienes dependen de los servicios forestales.
ADAPTACIÓN Eje 2		
Fomento de las condiciones para la resiliencia de los sistemas humanos y naturales mediante la planificación territorial, marina y costera.		
Desarrollar estudios de vulnerabilidad y riesgo a eventos hidrometeorológicos extremos en unidades de planificación o distrito.	El IMN y el CFIA han realizado estudios de vulnerabilidad y riesgo de eventos hidrometeorológicos extremos en varias regiones vulnerables del país.	La DCC puede negociar con la cooperación internacional el financiamiento de estudios para que los tomadores de decisión política favorezcan la adaptación al cambio climático del sector infraestructura.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Adaptar la infraestructura vial a eventos hidrometeorológicos mediante materiales resistentes.	El mantenimiento de la red vial en muchas ocasiones no contempla las condiciones climáticas regionales, ni el uso de materiales apropiados.	Mejorar la fiscalización de los trabajos de construcción y mantenimiento de vías públicas, con el fin de garantizar las inversiones.
ADAPTACIÓN Eje 3		
Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marinos y costeros para la adaptación.		
Dar seguimiento al proyecto Agua para Guanacaste.	El proyecto se encuentra en etapa de implementación, sin embargo ha sufrido varios atrasos.	El MINAE ha sido clave en el seguimiento e implementación de este proyecto, sería ideal que los cambios de gobierno no afecten su seguimiento.
Instar al SINAC a buscar conectividad de los ecosistemas naturales para construir corredores biológicos.	La falta de corredores biológicos evidencia una falta de política de priorización.	Promover en las instituciones involucradas, la preservación y la restauración de la conectividad en los ecosistemas naturales, para la conservación de la biodiversidad y la planificación del paisaje.
Hacer que REDD+ sea más conocido para aumentar las reservas de carbono.	REDD+ ofrece múltiples beneficios poco conocidos por la comunidad.	Implementar REDD+ de manera integral para que se multipliquen los beneficios ecológicos, sociales y financieros, como la generación de cobeneficios y las actividades que pueden ser atractivas para los diferentes grupos interesados.
Proteger el paisaje, los corredores biológicos, la regeneración natural, las cuencas hidrográficas.	Los sistemas de reconocimiento de servicios ambientales deben ampliarse a otras actividades en el ámbito de los paisajes.	Generar mecanismos de conservación que establezcan sinergias entre los diferentes servicios ambientales que benefician la adaptación, la mitigación y la calidad del agua.
ADAPTACIÓN Eje 4		
Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente.		
Apoya al Aya para financiar la adquisición de tierras para ASADAS.	El PNUD ha dado fondos para apoyar a las ASADAS y al AyA con el fin de disminuir la vulnerabilidad al cambio climático en Guanacaste y la Zona Norte. Pero, el cambio climático puede afectar otras regiones del país que requieran ayuda en este sentido.	Apoyar al AyA en la búsqueda de soluciones a corto plazo con apoyo de la cooperación internacional.
El reglamento de construcción debe ser adaptado al riesgo debido al cambio climático.	Mucha de la infraestructura actual no tomó en cuenta los eventos hidrometeorológicos, que se han exacerbado con el calentamiento del planeta.	Adaptar el reglamento de construcción para corregir las vulnerabilidades físicas de los sistemas y asentamientos humanos.

Cuadro 5.2 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
ADAPTACIÓN Eje 5		
Sistemas productivos adaptados y eco-competitivos.		
La producción de energía hidroeléctrica es muy vulnerable al clima, por lo que se requieren alternativas de fuentes renovables.	La rectoría sobre este tema es del ICE.	El MINAE podría coordinar con el ICE la posibilidad de priorizar la colaboración internacional hacia otras posibles fuentes de energías renovables o mejorar las existentes.
Promover estudios para equilibrar la presencia espacial y temporal del pastoreo.	Existen pocos estudios regionalizados sobre el equilibrio entre la presencia espacial y temporal en los pastizales, de los hatos ganaderos.	Buscar financiamiento de la cooperación internacional para ayudar a los agricultores a aumentar la productividad del ganado.
Incentivar la producción del procesamiento de alimentos agropecuarios.	Se puede mejorar la calidad del alimento mediante un mejor manejo de los pastizales, especies mejoradas de pasto y el procesamiento de alimento.	Promover que instituciones como el INTA/MAG, CATIE y las universidades colaboren con los agricultores para aumentar la productividad del ganado para mejorar los medios de vida rurales y la seguridad alimentaria.
Reducir la aplicación de pesticidas en agricultura para evitar contaminación y pérdida de diversidad.	Los pesticidas en las zonas agrícolas son muy utilizados, por lo que el riesgo de pérdida de biodiversidad es muy alto.	Promover que instituciones como el INTA/MAG, IICA y CATIE primuevan la reducción del uso de pesticidas con el fin de mantener el hábitat de especies silvestres y compensar dichos esfuerzos con ecoturismo y agroturismo con la participación activa y protagónica de los jóvenes.
ADAPTACIÓN Eje 6		
Inversión y seguridad financiera para la acción climática.		
Mecanismos de alerta temprana en cuencas hidrográficas susceptibles a eventos hidrometeorológicos extremos.	El país cuenta con experiencia en sistema de alerta temprana, por medio del ICE, CNE y el IMN, pero es necesario aumentar en número las cuencas a monitorear.	La cooperación internacional puede colaborar con experiencia y recursos económicos para establecer mecanismos de alerta temprana en cuencas vulnerables.

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Educación y sensibilización

La educación es fundamental al abordar el cambio climático. La CMNUCC provee apoyo financiero para ello por medio del FMAM y también anima a las partes a recurrir a financiamientos bilaterales y multilaterales para este ámbito. La CMNUCC también facilita apoyo técnico mediante la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés). Tanto la UNESCO como el

FMAM contribuyen a reforzar las capacidades de los Estados Miembros en el marco de su programa de Educación para el Desarrollo Sostenible, con el objetivo de colocar a la educación en el centro de la respuesta mundial al cambio climático. La UNESCO estimula enfoques innovadores y mejora los programas pedagógicos de la educación no formal mediante los medios de comunicación, las redes y las alianzas profesionales, compartiendo los objetivos del artículo 6 de la CMNUCC (UNESCO, 2020) (figura 5.10).

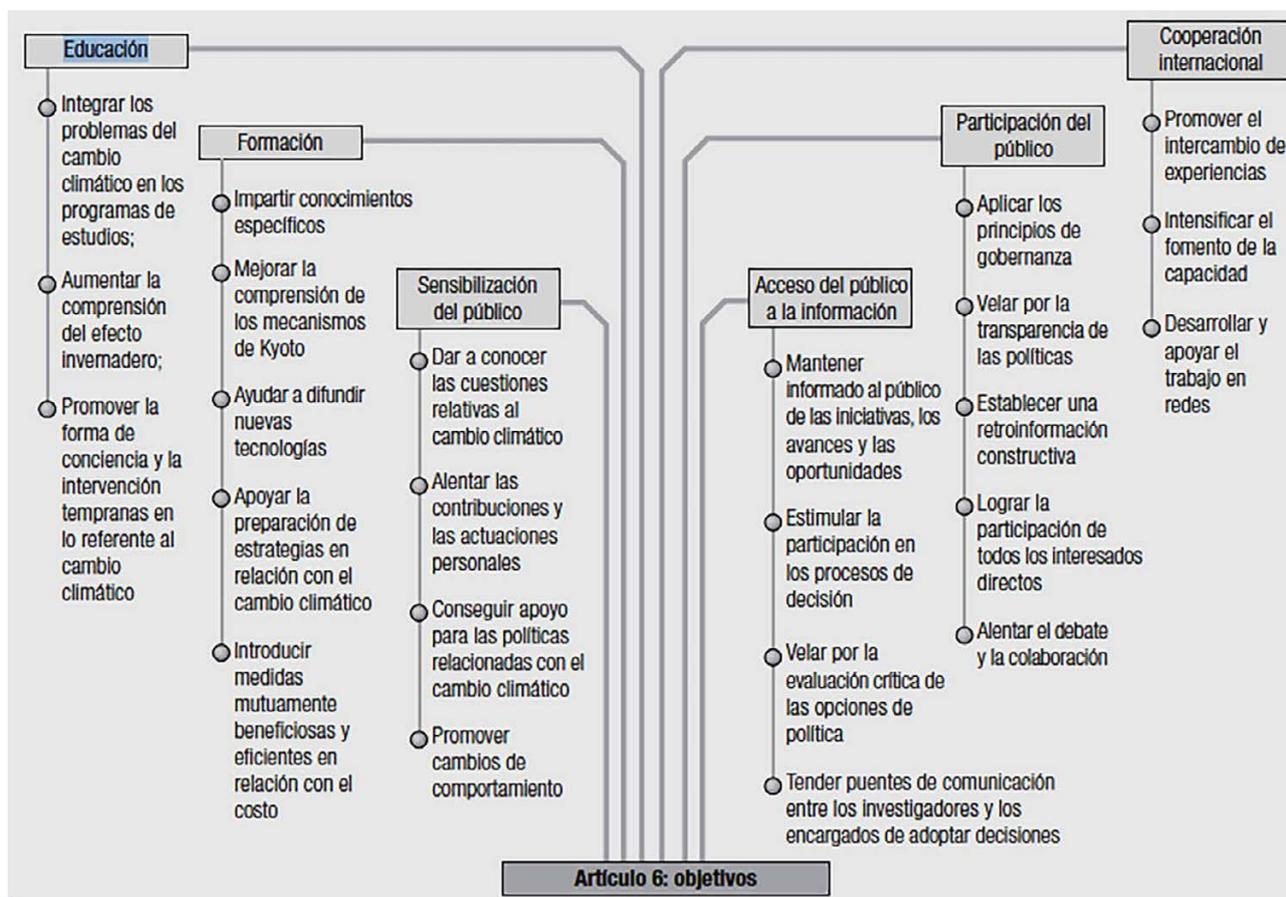


Figura 5.10 Objetivos del Artículo 6 de la CMNUCC. Promoción de la participación del público.
Fuente: CMNUCC, 2006.

De acuerdo con el MIDEPLAN, la sostenibilidad ambiental es un tema en el cual Costa Rica ha sido pionero y ejemplo de buenas prácticas internacionalmente. El país favorece la educación sobre este tema a través del MEP y tiene un papel importante la Política Pública de la Persona Joven (PPPJ). Aunque el cambio climático se ve desde el 2005 en los contenidos relacionados con el medio ambiente en las asignaturas de Estudios Sociales, Cívica y Ciencias, desde primer año de la escuela hasta quinto año del colegio, mediante la PPPJ el estudiantado puede reconocer y promover el ejercicio pleno del derecho de las personas jóvenes de vivir en entornos sanos y sostenibles, aptos para su desarrollo integral que satisfagan las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Si bien es cierto, esto demanda cambios en

el ámbito económico, productivo, social, cultural y político, la PPPJ promueve el desarrollo de actitudes protagónicas de las juventudes para lidiar con los impactos del cambio climático y generar compromisos de toda la sociedad en la adaptación y mitigación (MCJ, 2020). En este sentido, las posibilidades de participación de los jóvenes en el desarrollo de actividades contra el cambio climático podrían mejorar (OCDE, 2016).

Si bien parte del éxito alcanzado en educación se debe a que el MEP y la sociedad en general conciben la educación como el eje fundamental para generar una cultura de cambio a través de las distintas formas de educación ambiental: formal, no formal e informal (figura 5.11), la PPPJ enriquecería la participación de los jóvenes en los ámbitos local, comunal y nacional, convirtiendo a los

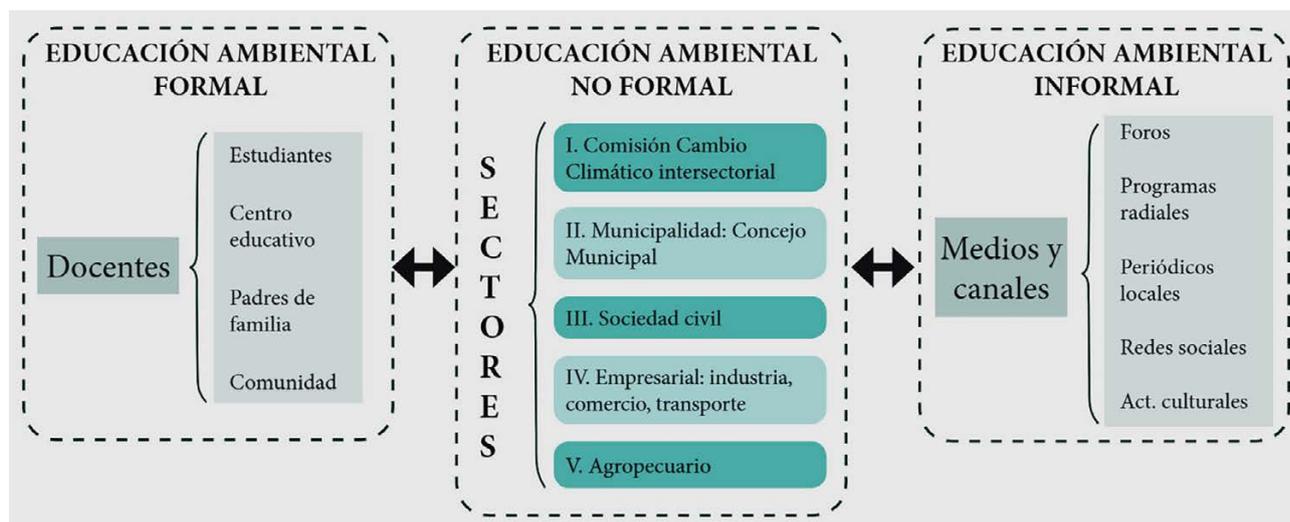


Figura 5.11 Abordaje de la educación ambiental en el marco de la Estrategia de Cambio Climático. Fuente: Valerio et al., 2016.

jóvenes y estudiantes en actores sociales ambientalmente educados, con altas posibilidades de convertirse en sujetos del desarrollo, participantes en la toma de decisiones, y promotores en la definición de políticas públicas. La educación ambiental debe ser impulsada hacia otros sectores sociales como el Sistema Nacional de Juventud, para que se impulse en los jóvenes a la generación de conocimiento, a la sensibilización y al fortalecimiento de capacidades que promueva un cambio cultural más amplio con respecto al cambio climático, más allá del meramente docente y curricular en escuelas, colegios e inclusive universidades (Valerio et al., 2016; MCJ, 2020).

Aunque la PPPJ reconoce la obligatoriedad de que las autoridades gubernamentales velen por los derechos de las poblaciones de personas jóvenes, en el caso de las poblaciones indígenas y afrodescendientes las actuales condiciones de educación las colocan en una condición vulnerable y de riesgo, debido a la falta de transmisión del conocimiento necesario al riesgo de eventos hidrometeorológicos extremos, por lo que este tema requiere de atención especial. Esta vulnerabilidad se incrementa en la población indígena (Guevara et al., 2015; MCJ, 2020).

El IPCC ha determinado que las comunidades más pobres son las más vulnerables al cambio climático, pero nuestra realidad es mucho más amplia. Por eso la NDC deja claro que en Costa Rica hay más comunidades vulnerables y se incluyen a las personas con discapacidad, las personas adultas mayores, las personas transgénero, los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes y las mujeres. Esas vulnerabilidades se originan en que, tales grupos no cuentan con los recursos económicos necesarios para adaptarse y el conocimiento para enfrentarse al riesgo de eventos hidrometeorológicos extremos, exacerbados por el cambio climático (MINAE/DCC, 2020; Retana et al., 2020).

De acuerdo con Guevara y otros (2015), las comunidades indígenas y las afrodescendientes, aún con sus conocimientos y legados, son vulnerables al cambio climático. El país debe avanzar hacia una sociedad más justa e igualitaria, tal y como lo señalan los ODS y la PPPJ (OCDE, 2016; Carvajal et al., 2017; CONARE, 2019).

Un ejemplo claro de esta brecha cultural se presenta en el caso de la población afrodescendiente, la cual, según el INEC, registra los niveles de abandono escolar más alarmantes (INEC, 2011). Esta

situación repercute en las condiciones en que la población afrodescendiente se incorpora al mercado laboral, principalmente debido a que los jóvenes ingresan de manera temprana y sin concluir su educación secundaria, mientras otro segmento, habiendo ingresado a las universidades, no consigue graduarse (PNUD, 2013; CONARE, 2019, 2021).

En las universidades, la educación sigue siendo débil por cobertura y por calidad y existe una brecha tecnológica asociada a la pobreza, la injusticia y la discriminación (OCDE, 2020). Los centros universitarios se han centrado más en la investigación del cambio climático que en la educación de un cambio cultural que permita desarrollar una sociedad menos dependiente de los combustibles fósiles (UCR, 2015a).

5.3.1. Soporte recibido

Los esfuerzos que el país realiza en educación afectan los compromisos internacionales sobre cambio climático (MINAE/DCC, 2020) y la ayuda internacional es un aspecto importante que considerar.

El cuadro 5.3 muestra que durante el período 2015 a 2020, en materia de educación hubo

relativamente pocas iniciativas financiadas con cooperación internacional. La mayoría de los esfuerzos para educación ambiental se dirigieron a fortalecer al MEP en la generación de capacidades de comunicación entre el estudiantado. Las contribuciones financieras recibidas por el MEP de Huawei Technology, la Fundación Quirós Tanzi, Reciclaje Costa Rica Network, el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, no necesariamente impulsaron una mejora en educación y sensibilización sobre el cambio climático en los jóvenes estudiantes.

Las propuestas planteadas en la Tercera Comunicación Nacional para educación, el PND y la ENACC, solo se han concretado parcialmente. Algunas acciones han sido financiadas inicialmente con soporte recibido para proyectos de creación de capacidades o de transferencia tecnológica, que contienen una componente de educación importante. Pero, como se señala en la NDC 2020, nuestras acciones e iniciativas no están condicionadas por recursos financieros internacionales.

Por otra parte, algunos centros de educación como el Centro Agronómico Tropical de

Cuadro 5.3 Iniciativas de cooperación en educación en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.

FICHA	AÑO	COOPERANTE	DESTINO	MONTO
1	2015	Huawei Technology	Salas de video	\$ 500.000
2	2015	Fundación Quiros Tanzi (FQT)	Servicios de internet	¢ 731.156.051
3	2015	Reciclaje Costa Rica Network (RCRN)	Receptores para reciclaje	N.D.
4	2015	AyA	Bandera Azul Ecológica	N.D.
5	2016	MEP	Actividad Carbono Neutral	N.D.
6	2016	MEP	Sostenibilidad Ambiental	N.D.
7	2018	ICE	Electrificación Fotovoltaica	N.D.
8	2019	Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)	Inclusión y participación femenina	\$ 250.000
9	2019	Automóvil Club de Costa Rica	Capacitación en Automóviles eléctricos	N.D.
10	2020	UNICEF	Computadores portátiles	\$ 45.500

N.D. = No hay dato

Fuente: <https://www.mep.go.cr/noticias>

Investigación y Enseñanza (CATIE), que es un centro y universidad internacional con sede en Costa Rica, tiene como funciones claves la enseñanza, la investigación, la innovación para el desarrollo y la cooperación técnica en agricultura, recursos naturales y ambiente, así que en este sentido coadyuva en la transmisión de conocimiento sobre cambio climático (CATIE, 2020). Su actividad institucional destaca por ser de índole regional y en alianza estratégica con productores, organizaciones, socios, instituciones públicas y privadas, universidades, municipios, donantes y cooperantes del ámbito local, nacional e internacional, en cuyo caso siempre incluye la temática del cambio climático, biodiversidad y medidas de mitigación y adaptación. Además, posee un programa de posgrado en educación ambiental de reconocimiento internacional.

Otro soporte recibido importante es un Programa Regional de Cambio Climático, iniciativa de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID, por sus siglas en inglés), implementada por el CATIE, la UICN, la Cooperative for Assistance and Relief Everywhere (CARE), Terra Global Capital y Development Alternatives (DAI), con el apoyo técnico de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y en coordinación con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). A través de este programa, USAID y sus socios contribuyen con las necesidades y oportunidades de la región para enfrentar el cambio climático, con asistencia técnica a gobiernos y organizaciones para promover paisajes sostenibles, sistemas de información climática, la implementación de salvaguardas sociales y ambientales y fortalecimiento en la gestión ambiental, entre otros aspectos (UICN, 2016).

La Red de Comunicación en Cambio Climático para América Latina destaca que desde LatinClima, una iniciativa nacida en Costa Rica con apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) por medio del Programa Arauclima (con fondos semilla de la

Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) mediante el Programa Acción Clima I, y el MINAE), se promueve la difusión del tema de cambio climático y se ha capacitado a más de 1.780 periodistas y comunicadores de Latinoamérica, por lo que ha funcionado como apoyo al eje de sensibilización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

La DCC y el PNUD, con apoyo de la Embajada del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte en Costa Rica, capacitaron a personas líderes de asociaciones comunales, organizaciones del sector ambiental y climático, municipalidades, instituciones del gobierno central y más, para que puedan tener “conversaciones climáticas” con funcionarios institucionales. Esta iniciativa aportó una metodología accesible para facilitar espacios que permitan desarrollar temas de cambio climático de forma sencilla y comprensible para todas las personas (MINAE/DCC, 2021).

También se han desarrollado varios proyectos piloto apoyados por la cooperación alemana y el sector privado, para el aprendizaje en temas como huella de carbono, Marca C-Neutral, ecoeficiencia y reducción de GEI.

Además, hay muchas iniciativas de ONG's y otras organizaciones como la Red de Juventudes de Cambio Climático, que incluyen actividades de educación ambiental, involucrando tanto a niños, como a jóvenes y personas adultas.

5.3.2. Soporte provisto

El soporte provisto en el área educativa tiene alcances en diversas instituciones y se ejecuta mediante diversas iniciativas.

5.3.2.1. LABOR INSTITUCIONAL

Hay instituciones líderes, como el MINAE y la institucionalidad nacional que trabaja de cerca temas de ambiente y tienen un rol central en educación y sensibilización.

- **El MINAE** ha dado directrices para que cada dirección, a partir de la planificación, implementación, revisión y mejora continua de los procedimientos que lleva a cabo la institución, promueve la mejora en el desempeño de la gestión ambiental, dando con ello cumplimiento al Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica, denominados PGAI. Por esto, el ministerio es un ejemplo que seguir.
- **La Dirección de Energía del MINAE (DE)**, como parte de sus labores promueve y administra la legislación sobre conservación y uso racional de la energía, a efecto de obtener un desarrollo sostenido de ellos, y velar por su cumplimiento. También dicta normas y regulaciones obligatorias, relativas al uso racional y la protección de la energía y promueve la investigación científica y tecnológica relacionada con la energía. La DE juega una importante función para los INGEI que realiza el IMN, por lo que la transferencia de información y educación sobre temas relacionados con su quehacer son indispensables (MINAE/DE, 2020).
- **La DCC**, con el fin de buscar la implementación de las políticas y planes, reforzó la acción climática con un esquema de gobernanza desde una perspectiva multisectorial y multidimensional. Este nuevo esquema de gobernanza climática se conoce como el Sistema de Cambio Climático (SCC) y deja claro que MINAE, no puede realizar este rol por sí solo, sino que debe transformarse en una entidad o sistema que permita la articulación con otros órganos, con otros actores multisectoriales y con los territorios (MINAE/DCC, 2021).
- **SEPLASA** tiene la capacidad de proponer políticas públicas. Este es un espacio muy importante para la coordinación interinstitucional y multisectorial (MINAE/DCC, 2021).
- **El IMN** destaca por el desarrollo de los INGEI y de las investigaciones de incertidumbres estadísticas de los resultados de cada sector IPCC, las comunicaciones nacionales ante la CMNUCC, los informes bienales de actualización, los estudios sobre vulnerabilidad, riesgo, resiliencia, adaptación y mitigación al cambio climático, así como la edición, presentación y divulgación de los resultados de estos estudios a tomadores de decisión política y a diferentes niveles académicos y sociales. El IMN también elabora materiales y mapas temáticos para divulgar los resultados y promueve la capacitación en ámbitos nacionales e internacionales. Sus esfuerzos se han aliado con el MEP para capacitar profesores y estudiantes de escuelas y colegios con el programa “Capacitando capacitadores”, mediante el cual también da charlas y educa a funcionarios de instituciones públicas y privadas, gobiernos locales, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, empresa privada, productores y público en general. Su página web también es una fuente valiosa de información que agrupa todos estos insumos (cglobal.imn.ac.cr).
- **El SINAC junto con la Asociación Costa Rica por Siempre y el CATIE**, desarrollaron y mantienen un sistema de educación sobre cambio climático dirigido a actores relevantes que gestionan la biodiversidad en el país, con el fin de fortalecer sus capacidades. Además, el SINAC tiene su propio programa de educación ambiental, que capacita a los funcionarios del sistema, así como a actores de las comunidades cercanas a las áreas de conservación, entre ellos

indígenas y afrodescendientes. Muchas de las actividades y logros del SINAC han servido de modelo para diferentes países (MINAE/SINAC, 2020).

- **FONAFIFO desarrolló el PSA**, que da un reconocimiento financiero del Estado a los propietarios y poseedores de bosques y plantaciones forestales, por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente. Dicho programa requiere de educación y capacitación continua a todos los interesados en los ámbitos nacional e internacional, sobre cómo Costa Rica ha logrado mantener gran parte de sus bosques primarios, ha logrado disminuir la deforestación y ha promovido la regeneración de sus bosques (MINAE/FONAFIFO, 2018). El programa busca generar nuevas alternativas para permitir mayor participación de los pueblos indígenas, a quienes ha llevado a las mesas de negociación, no solo para informarlos, también para educarlos en la gestión ambiental, incluido el cambio climático. FONAFIFO es depositario de la Estrategia REDD+, la cual es el marco a través del cual los países, el sector privado, los fondos multilaterales y otras organizaciones pueden pagar a los países para no talar sus bosques. Esto puede tomar la forma de pagos directos o puede ser a cambio de los denominados bonos de carbono, que representan reducciones en las emisiones de GEI para compensar las emisiones generadas en otro lugar, promoviendo con este programa que el país aporte a la carbono neutralidad y cumpla los compromisos internacionales (MINAE/FONAFIFO, 2015). Esta actividad ha llevado a que Costa Rica, sea un referente para los países que trabajan en REDD+, pues, por medio de este programa, Costa Rica ha requerido preparar una estrategia

nacional, establecer un sistema de monitoreo forestal y calcular el nivel actual de carbono en sus bosques para medir el cambio a lo largo del tiempo. También se ha tenido que demostrar que sus acciones REDD+ no tienen consecuencias negativas no deseadas. A medida que los países intentan cumplir con los objetivos del Acuerdo de París o las NDC, el conocimiento y la experiencia de FONAFIFO en REDD+ ha ayudado a otros países (MINAE/FONAFIFO, 2021). La misión ambiental institucional de FONAFIFO se concentra en aportar a los compromisos adquiridos por el país, así como a la carbono neutralidad, continuar con los compromisos sobre la métrica forestal y colaborar en la elaboración de los INGEI, gestionar un cambio cultural ambiental en los funcionarios y colaboradores de FONAFIFO, así como divulgar la información generada a la comunidad técnico científica (MINAE/FONAFIFO, 2018).

- **La Acción para el Empoderamiento Climático** es una propuesta transversal en las políticas públicas, que busca generar y articular capacidades que impulsen una acción transformadora frente al cambio climático, con la profundidad y urgencia que este desafío requiere. Por medio de ella, el MINAE ha sido proactivo y ha promovido en sus diferentes direcciones institucionales, acciones relevantes sobre cambio, el cual ha trascendido internacionalmente.

5.3.2.2. LABOR UNIVERSITARIA

Las universidades también han hecho esfuerzos principalmente en investigación, han publicado sus resultados en revistas nacionales e internacionales, talleres y encuentros académicos y han expandido conocimiento mediante otros medios de divulgación.

- **La Universidad de Costa Rica (UCR)**, en los últimos 15 años, ha realizado una gran cantidad de investigaciones sobre cambio climático desde diferentes disciplinas. Existen al menos 30 proyectos en vigencia.
- **La Red de Cambio Climático-UNED** tiene el fin de promover la investigación en el campo y fomentar una cultura de trabajo colaborativo y de gestión del conocimiento. La UNED se plantea, entre sus propósitos principales, desarrollar una labor de extensión y capacitación tendiente a favorecer la creación de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la educación y la sensibilización, labor que se ha ido desarrollando por parte de los investigadores (UNED, 2011).
- **El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR o TEC)** ha sido pionero impulsando la producción limpia con investigación en este tema.
- **Belén**, la comisión de cambio climático ha divulgado información mediante sus redes sociales y la página web. También trabajó en una estrategia de comunicación para divulgar consejos prácticos para enfrentar el cambio climático, su lema, para compartir anuncios publicitarios en sitios estratégicos del cantón. Además, en los periódicos locales se divulgaron los resultados de la estrategia (Municipalidad de Belén, 2013).
- **Grecia**, mediante la radio local informó a la población sobre los avances de la estrategia local de cambio climático. También compartieron información en actividades culturales y efemérides ambientales; en desfiles con mensajes ambientales y de cambio climático donde se involucraban los miembros de la Comisión y los centros educativos de la localidad. Además, se proyectó el trabajo de la comisión en las festividades de Navidad, Año Nuevo, celebraciones patrias, entre otras (Municipalidad de Grecia, 2018).
- **La Unión (Tres Ríos)**, como parte de sus acciones en cambio climático, desarrolla programas de educación ambiental en colegios y escuelas públicas del cantón, proyección comunitaria y acciones sobre el bienestar animal y tenencia responsable. También lidera acciones de adaptación climática como la gestión ambiental del territorio en corredores biológicos, zonas protectoras y cuencas hidrográficas, reforestación cantonal y seguridad alimentaria (Municipalidad de La Unión, 2021).

5.3.2.3. LABOR MUNICIPAL

En los gobiernos locales municipales también ha habido iniciativas para la educación ambiental.

- **San Rafael de Heredia**, con el apoyo de la Universidad Nacional (UNA), realizó una conferencia de prensa para hacer la declaración oficial de la estrategia cantonal de cambio climático y divulgar los resultados del primer inventario de emisiones en el cantón. Se confeccionó un boletín informativo de la Estrategia Participativa de Cambio Climático de San Rafael de Heredia, folletos informativos, logo de la comisión, banner, póster de cada proyecto de la estrategia, participación en ferias ambientales, foros sobre temas ambientales de interés de la población, videos cortos que recogen la vivencia de las comunidades en el abordaje del cambio climático local (Municipalidad de San Rafael, 2021).

5.3.3. Necesidades en educación y sensibilización

Es vital desarrollar una educación y sensibilización pública que promueva más conciencia ambiental en la ciudadanía. Los centros educativos son el lugar indicado para comenzar a discutir y reconocer estos temas (Canaza-Choque, 2019). El cambio climático se introdujo en 2015

en los programas del MEP, pero se aborda como eje transversal a los contenidos relacionados con el ambiente desde 2005 (Garza, 2019; MEP, 2020). Sin embargo, la creación de conciencia ecológica requiere más transversalidad en todos los niveles educativos (Flórez et al., 2017).

El esquema de Gobernanza de Transición Justa, liderado por el MINAE por medio de la DCC, debe ser prioritario, ya que generará los espacios de diálogo permanentes entre gobierno, empresa privada, representantes de empleadores y de trabajadores, así como mujeres, personas jóvenes, pueblos indígenas y comunidades afrodescendientes de manera apropiada a la realidad del riesgo al cambio climático. Es imperativo que desde SEPLA-SA, el Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático (CTICC), el Consejo Científico de Cambio Climático (4C), el Consejo Ciudadano Consultivo de Cambio Climático (5C), el IMN y el SIMOCUTE, se provea al Ministro de Energía y Ambiente la información necesaria para canalizar la cooperación internacional hacia los objetivos y compromisos

planteados en este esquema de gobernanza, con el fin de hacer el avance más expedito.

El cuadro 5.4 presenta algunas propuestas que, de ponerse en práctica, podrían llevar hacia un mayor empoderamiento de las acciones necesarias para que el país pueda cumplir con su perspectiva de educación ambiental.

5.4. Fomento de capacidades

El desarrollo de capacidades se refiere al proceso por el cual las personas u organizaciones obtienen, mejoran o retienen las habilidades, los conocimientos, las herramientas, los equipos u otros recursos para hacer su trabajo de manera competente. También se refiere a un mayor desarrollo del rendimiento. En otras palabras, es una inversión en la eficacia y la sostenibilidad de la sociedad (ECBI, 2018). En el ámbito individual, el fomento de capacidades se refiere a modificar actitudes y conductas, impartir conocimientos y desarrollar aptitudes sacando el máximo provecho de

Cuadro 5.4 Necesidades en educación en el contexto de las metas climáticas del país.

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Mejorar la inclusión sobre el cambio climático en los planes de estudio propuestos por el MEP.	Los contenidos relacionados con el medio ambiente se ven solo en Estudios Sociales, Cívica y Ciencias.	Impulsar y mejorar la inclusión de información sobre cambio climático en los planes de estudio de todos los niveles y en distintas disciplinas.
Incluir en los programas del MEP la capacitación de los docentes sobre la temática de cambio climático.	Existe gran disparidad en el conocimiento del cambio climático entre el equipo docente del MEP.	Capacitar asesores y docentes del MEP sobre el cambio climático y sus efectos.
Ampliar los alcances de las modalidades de educación ambiental (formal, no formal e informal).	El abordaje de la educación ambiental bajo las modalidades formal, no formal e informal son relativamente limitados.	Mejorar las modalidades de educación ambiental, incorporando la participación de las personas jóvenes en los procesos de planificación, seguimiento y evaluación de los cambios reales y efectivos que motiven un cambio cultural más amplio en la mitigación y adaptación al cambio climático.
Reducir las desigualdades, sesgos y estereotipos históricos que afecta la educación de la sociedad costarricense.	En el país aún persisten escollos que obstaculizan el desarrollo de las capacidades de muchas personas debido a desigualdad sociales.	El Gobierno debe establecer las medidas y los recursos necesarios para reconocer el derecho de todas las personas a la educación bajo condiciones de igualdad.

Cuadro 5.4 Continuación

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Mejorar el acceso a tecnología de información y comunicación (TIC) como herramienta indispensable para la vida cotidiana.	No todas las personas tienen acceso pleno a estas tecnologías y existen brechas importantes en su uso, no sólo entre los distintos grupos étnico- raciales, sino también según el lugar de residencia.	Promover desde el Gobierno el desarrollo integral de todas las personas sin distinción. Las políticas públicas deben fomentar el acceso a TIC que permitan oportunidades, bienes y servicios en igualdad de condiciones.
Aumentar la participación de los distintos grupos étnico-raciales en los centros universitarios.	Adquirir un nivel universitario es limitado para comunidades indígenas y afrodescendientes, lo que limita la educación ambiental.	Los centros universitarios y para-universitarios incentivan más participación de la educación integral, sistémica y de calidad de todas las personas, para que adquieran conocimientos científicos, profesionales y tecnológicos desde una perspectiva multicultural y territorial.
Orientar la cooperación financiera internacional y coordinada por la DCC hacia organizaciones públicas y privadas que desarrollen actividades en mitigación y adaptación al cambio climático.	La ayuda financiera internacional para cambio climático suele invertirse en temas que aportan poco o nada a los compromisos de reducción de emisiones del país.	Poner en funcionamiento las estructuras propuestas por la DCC para promover la participación ciudadana que facilite la acción coordinada con actores sectoriales, económicos, sociales y territoriales.
Orientar la cooperación financiera internacional coordinada por la DCC hacia organizaciones públicas y privadas que desarrollen campañas sobre cambio climático.	Existen muchas organizaciones gubernamentales o no gubernamentales que requieren recursos para realizar actividades importantes en materia de educación y sensibilización pública.	Por medio de la cooperación internacional, proveer recursos financieros a organizaciones que puedan realizar campañas divulgativas, charlas, foros, celebraciones especiales y otras actividades de sensibilización sobre cambio climático, dirigidas a educadores, líderes, formadores de opinión, gobiernos locales, empresa privada, prensa y ciudadanía, con el fin de que conozcan e internalicen esta problemática.
Orientar la cooperación financiera internacional coordinada por la DCC hacia organismos de investigación.	En la actualidad, muchos organismos investigan sobre cambio climático, pero en temas que aportan poco a las metas nacionales.	Impulsar convenios de cooperación con organismos de investigación, universidades, organizaciones y medios de comunicación para divulgar información de cambio climático.
Orientar la cooperación financiera internacional coordinada por la DCC para elaborar y distribuir materiales didácticos, campañas publicitarias sobre medidas de mitigación y adaptación.	Se crean pocos materiales didácticos que faciliten la comprensión de los posibles efectos del cambio climático.	Propiciar el desarrollo de acciones específicas en escuelas, colegios y universidades del país que ayuden en la mitigación y adaptación. Elaborar y distribuir materiales didácticos para docentes y educandos sobre el cambio climático y sus efectos.

Fuente: Elaboración propia.

la participación, el intercambio de conocimientos y la identificación con el proyecto. En las instituciones, consiste en mejorar el desempeño general de la organización y su funcionamiento, así como su capacidad de adaptarse a los cambios. En lo que respecta a los sistemas, el fomento de capacidades

se centra en el marco global en el que actúan las instituciones y las personas, así como en las relaciones entre instituciones (CMNUCC, 2006).

La sensibilización y la creación de conocimientos sobre los efectos previstos de un clima cambiante y la necesidad de adaptarse son

normalmente el punto de partida de los esfuerzos de creación de capacidades en cambio climático. Las observaciones, predicciones y proyecciones sobre los fenómenos extremos relacionados con el tiempo o el clima existentes y previstos, o los fenómenos de inicio lento (por ejemplo, el aumento de las temperaturas, la desertificación, la pérdida de diversidad biológica, etc.), las estadísticas de daños y la información sobre posibles medidas de adaptación constituyen la base para el fomento de la capacidad de adaptación. Sin embargo, se debe ir más allá de la sensibilización y la creación de conocimientos; se debe empoderar a las personas mediante el desarrollo de nuevas competencias y habilidades (ECBI, 2018).

Existen diferentes modos de creación de capacidades, que pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Educación (a través de escuelas, universidades, etc.)
- Capacitación (mediante cursos, seminarios, aprendizaje electrónico, etc.)
- Creación de redes (a través de conferencias, talleres, plataformas de intercambio, comunidades de práctica, redes de excelencia)
- Entrenamiento específico
- Asistencia técnica (como misiones de expertos)
- Atención de grupos de riesgo

Como se mencionó anteriormente, la educación y la formación son claves en la creación de capacidades, para aumentar la sostenibilidad y la institucionalización de la información y el conocimiento sobre la adaptación al cambio climático. Por eso, se requieren esfuerzos educativos en escuelas y universidades, así como programas, cursos y eventos específicos. Las asociaciones y el intercambio de experiencias y conocimientos también contribuyen a aumentar la creación de capacidades y el aprendizaje a lo largo del tiempo (ECBI, 2018). En este contexto, los países menos desarrollados y

más vulnerables deben contar con el apoyo de los países desarrollados (CMNUCC, 2006).

Pero no todos los países tienen capacidad para enfrentar los desafíos del cambio climático. En las decisiones de la COP se especifica que ese proceso debería incluir una evaluación de las actividades, las prioridades y las necesidades existentes en materia de fomento de las capacidades (CMNUCC, 2006). Idealmente, se espera que los países puedan evaluar, adaptar, manejar y desarrollar tecnologías ecológicamente racionales que les faciliten reducir emisiones y adaptarse al cambio climático. En este sentido, el fomento de capacidades deben iniciarlo los propios países, para que responda a sus necesidades y condiciones concretas y refleje sus estrategias, prioridades e iniciativas nacionales de desarrollo sostenible.

Las capacidades pueden orientarse al uso de tecnologías ecológicamente racionales, a la elaboración de evaluaciones de las necesidades tecnológicas y en la mejora del conocimiento de esas tecnologías. Además, puede incluir el desarrollo de tecnologías endógenas en los países en desarrollo mediante la capacitación y el desarrollo institucional, la mejora de la adaptación ante los efectos adversos del cambio climático y el fortalecimiento de la observación sistemática.

Para analizar los alcances del fomento de capacidades durante 2015-2020, se considera la creación de capacidades realizadas con recursos del FMAM, que financia proyectos en consonancia con las orientaciones aprobadas por la Conferencia de las Partes en materia de políticas, prioridades de los programas y criterios de admisibilidad. En este sentido, el FMAM ha financiado todas las actividades concernientes a las comunicaciones nacionales, los INGEI y los informes bienales, entre otros.

5.4.1. Soporte recibido

En términos generales, el cambio climático se ha convertido en una preocupación de índole nacional. Aun así, una buena parte de la cooperación

internacional se ha recibido en el contexto de la creación de capacidades (cuadro 5.5).

Con base en la cooperación recibida, se podría concluir que la mayoría de los organismos de cooperación han reconocido la necesidad de un

desarrollo de capacidades nacionales que construya mejoras en políticas, iniciativas y definición de gobernanza. En este sentido, el país debe trabajar en identificar las necesidades y prioridades internas para determinar los medios para crear

Cuadro 5.5 Iniciativas de cooperación en creación de capacidades en el contexto de cambio climático. Período 2015-2020.

FICHA	AÑO	COOPERANTE	DESTINO	MONTO
1	2015-2016	GEF/PNUD	Desarrollo de capacidades ASADAS	\$ 65.000
2	2015	ONU-REDD y FONAFIFO	Fortalecimiento REDD+	\$ 410.000
3	2015-2016	USFS y GFOI	Fortalecimiento REDD+	\$ 1.653.286
4	2016	GIZ y Gobierno de CR	Estrategia Nacional de Cambio Climático	\$ 5.175.834
5	2014-2016	PNUMA y Gobierno de CR	Ganadería baja en carbono	\$ 125.000
6	2015-2017	PNUD y MAG	NAMA Ganadería	\$ 725.000
7	2016-2017	BID y MAG	NAMA Ganadería	\$ 193.930
8	2016-2017	USAID y MAG	NAMA Ganadería	\$ 700.000
9	2016-2017	AECID y Gobierno de CR	Cumplimiento de las NDC	\$ 65.592
10	2013-2018	CIAT y MAG	NAMA Ganadería y NAMA Café	\$ 355.000
11	2011-2018	GIZ y Gobierno de CR	Programa Red vial cantonal	\$ 250.000
12	2017-2019	PNUMA	Protocolo para ordenamiento territorial	\$ 173.104
13	2017-2019	PNUMA	The Costa Rican Green Hub	\$ 46.875
14	2019	UE y Gobierno de CR	Estrategia Alcaldes de CR	\$ 70.700
15	2019-2020	FAO	Implementación REDD+	\$ 342.800
16	2019-2020	BID	Apoyo SIMOCUTE	\$ 200.000
17	2014-2020	BMU/GIZ	Proyecto corredores biológicos	\$ 100.000
18	2017-2021	PNUD/GEF y Gobierno de CR	Cuarta CN y Segundo BUR	\$ 852.000
19	2018-2021	BMU/GIZ	Ciudades verdes	N.D.
20	2017-2022	BMU/GIZ	Aplicando el uso de datos climáticos	N.D.
21	2019-2022	ONU Medio Ambiente	Fortalecimiento del Plan de Adaptación	\$ 2.861.917
22	2019-2022	ONU Medio Ambiente	Fortalecimiento eficiencia energética	N.D.
23	Planeación	Fondo Verde del Clima y MAG	Ganadería baja en carbono	\$ 31.000.000
24	Planeación	BID y Gobierno de CR	Programa de Descarbonización	\$ 839.765
25	Planeación	Gobierno Korea y Gobierno CR	Sistema avanzado de manejo del tránsito vehicular	\$ 800.000

N.D. = No hay dato

Fuente: Elaboración propia, 2021.

capacidades, con un enfoque participativo, que comprenda las condiciones nacionales, que garantice que se potencie el capital social y se impulsa la apropiación comunitaria para garantizar la aceptación local y la sostenibilidad a largo plazo.

Durante el período de análisis, varios proyectos en el país han sido provisto de ayuda económica y logística para la creación de capacidades, muchos gracias a la cooperación alemana y a la ONU. Entre ellos destacan:

- **Proyecto Desarrollo de Capacidades en Saneamiento para las ASADAS**, financiado por el FMAM y ejecutado por la DCC, el PNUD y el AyA. Tiene como objetivo contribuir al desarrollo de las capacidades de las ASADAS en saneamiento (aguas negras, servidas, residuos sólidos), para que se pueda realizar una gestión integrada del recurso hídrico.
- **Fortalecimiento de Capacidades de Acueductos Comunales para hacer Frente al Cambio Climático**. Es una iniciativa de adaptación en respuesta a las iniciativas del país y que promueve las alianzas público-privadas para intercambios de conocimiento; se canaliza a través del AyA, el PNUMA. Los objetivos de esta iniciativa son fortalecer la infraestructura y la capacidad técnica de acueductos comunales, así como promover la adaptación basada en los ecosistemas y la gestión del riesgo de desastres con amplia participación de la comunidad. Este proyecto se ha traducido en el fortalecimiento de 206 ASADAS en zonas con vulnerabilidad ambiental e hídrica en Guanacaste y el Territorio Norte-Norte, lo que traerá beneficios para la salud pública y el desarrollo sostenible de las comunidades (PNUD, 2014).
- **Proyecto Fomento a la Implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático como Modelo de Desarrollo Bajo en Emisiones (Programa Acción Clima II)**, financiado por la cooperación alemana. Apoya con USD 5.000.000 al Gobierno de Costa Rica en el desarrollo de capacidades e instrumentos para una gobernanza amigable con el cambio climático. Esto lo hará mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento para garantizar bienestar, seguridad humana y competitividad a través de distintas iniciativas territoriales, sectoriales, públicas y privadas de reducción de emisiones, con miras a lograr un desarrollo bajo en emisiones a largo plazo (GIZ, 2021).
- **Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB)** es otro programa que apoya la cooperación alemana en coordinación y financiamiento, en el marco de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI, por sus siglas en alemán) y de la Estrategia Nacional de Biodiversidad de Costa Rica. Este programa complementa al proyecto Ciudades Verdes para una Mejor Calidad de Vida y ha mejorado las capacidades para la conservación de la biodiversidad y el aseguramiento de los servicios ecosistémicos en los corredores biológicos de Costa Rica.
- **Proyecto Ciudades Verdes para una Mejor Calidad de Vida**. Es una iniciativa apoyada por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMU). El proyecto asesora al Gobierno de Costa Rica y a otros socios en tres campos estratégicos (el marco político, conceptual y metodológico para la planificación urbana), al tiempo que reconoce los beneficios de los ecosistemas urbanos. Se fortalece el diálogo con todas las partes interesadas y desarrolla directrices, procedimientos e instrumentos

para compartir y difundir experiencias. Se sensibiliza tanto a los tomadores de decisiones como a la población sobre la conservación de los ecosistemas urbanos y el impacto de los biocorredores en la calidad de vida. El proyecto también fortalece las competencias para planificar e implementar medidas estratégicas emblemáticas. El apoyo al SINAC y las autoridades locales mejorará la coordinación de las plataformas de los comités locales en los biocorredores.

- **Proyecto Mejora de los Servicios Climáticos para la Inversión en Infraestructura (CSI).** El objetivo de este proyecto, financiado por la cooperación alemana, es asesorar a las autoridades y los responsables de la toma de decisiones en los países socios, para que consideren la información climática y las evaluaciones de riesgos (conocidos como servicios climáticos) en sus inversiones futuras. Los servicios climáticos ofrecen a los tomadores de decisiones información sobre la gestión eficaz de los riesgos climáticos, lo que les permite reconocerlos en una etapa temprana y, por lo tanto, crean un espacio para financiar alternativas permanentes.
- **Programa Red Vial Cantonal.** La cooperación alemana apoya a Costa Rica en el desarrollo e implementación de estrategias y planes de acción nacionales para una economía neutra desde el punto de vista del clima y libre de emisiones de carbono, así como en la creación de capacidades. Por eso apoyó en la estrategia de los servicios de Consultoría de Implementación de Participación Múltiple para el Programa Red Vial Cantonal (PRVC-MOPT/BID), prestados al MOPT y los gobiernos locales, el cual ofrece apoyo continuo en el ciclo básico del proyecto vial, o el proceso de planificación de largo

plazo, priorización, diseño, participación y validación socio-ambiental, viabilidad técnico-económica, contratación transparente, ejecución efectiva con calidad, finiquito documentado, así como el mantenimiento, uso y evaluación que conlleva un proyecto de viabilidad, y que es implementado en todas sus etapas por una unidad técnica, empoderada y con capacidades plenas para desarrollar el ciclo, en forma sostenible.

- **Proyecto de Apoyo a la NAMA “Café bajo en emisiones, Costa Rica”.** Este es un proyecto apoyado por Alemania y Reino Unido, que ayuda a los productores de café con el mejor uso de los recursos, una producción más rentable, una mayor diferenciación de sus productos y el acceso a nuevos mercados. Mediante este proyecto se logró capacitar a 6.000 productores y 50 empresas procesadoras de café (beneficios) de Costa Rica, los cuales ahora disponen de los conocimientos y las habilidades técnicas para aplicar métodos de cultivo y procesamiento amigables con el clima. Sellos de sostenibilidad certifican la calidad del café de Costa Rica. En consecuencia, la reducción de las emisiones lleva a una mayor demanda del producto. Esta cooperación sucede ante el reconocimiento internacional de que Costa Rica es uno de los primeros países del mundo en promover el cultivo de café bajo en emisiones con el propósito de obtener un producto innovador.
- **Proyecto ARAUCLIMA,** coordinado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la DCC. Apoyó a Costa Rica con USD 62.592 en la creación de capacidades para la consolidación del modelo de descarbonización de su economía y en compartir la experiencia al nivel regional. El objetivo principal fue

contribuir con el Gobierno para avanzar en el cumplimiento de las metas y aspiraciones establecidas en su NDC. También, elaborar insumos técnicos para determinar la factibilidad, las oportunidades, las fortalezas, la delimitación conceptual y las acciones tempranas para convertir a Costa Rica en centro global y regional (green hub) para la atracción y desarrollo de proyectos e inversiones orientados a la descarbonización profunda de la economía.

- **Estrategia Nacional REDD+.** En el marco de la asistencia técnica del Programa ONU-REDD, se proporcionó apoyo complementario al Gobierno de Costa Rica, con aproximadamente USD 342.800, por medio de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), para la implementación de la Estrategia Nacional REDD+, con el fin de proveer asistencia técnica para el desarrollo del concepto, la hoja de ruta y la metodologías para el Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), así como para el fortalecimiento y alineamiento de la coordinación institucional entre las iniciativas de mitigación al cambio climático y monitoreo, con el fin de mejorar la implementación del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) en el marco de la convención.
- **Proyecto Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética en Iluminación, Aires Acondicionados y Refrigeradores en Costa Rica.** En esta iniciativa, el MINAE, BCIE y PNUMA trabajan en la promoción de buenas prácticas energéticas para fomentar mayor eficiencia en el uso de este recurso. La iniciativa está dirigida al reemplazo de equipos ineficientes en las instituciones públicas de mayor consumo eléctrico. El

proyecto responde a una iniciativa nacional contemplada en el Plan Nacional de Energía, cuyo propósito es acelerar las mejoras en eficiencia energética dentro de los programas de compras públicas del Estado. Por medio de este proyecto se generarán estudios, capacidades e inversiones específicas que le permitirán al país, obtener mejoras en la eficiencia energética, así como una reducción en el consumo de energía y emisiones de dióxido de carbono, contribuyendo al logro de las metas y compromisos ambientales asumidos en el Acuerdo de París.

- **Programa de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas.** Con el apoyo del NAMA Ganadería, se estableció un este proyecto piloto para el desarrollo de capacidades del sector ganadero bajo en emisiones de GEI y adaptado al cambio climático. Este proyecto fue financiado por el MAG y el PNUD con un fondo aproximado a los USD 725.000. Su alcance llega a los sectores carne, lácteo y doble propósito, en la totalidad del territorio nacional dedicado a esta actividad económica.
- **Proyecto Flagship.** En una segunda etapa de la NAMA Ganadería y NAMA Café, este proyecto financiado por el MAG/CIAT, con alrededor de USD 355.000, apoyó el desarrollo de capacidades para orientar una producción más eco-competitiva, aumentando la rentabilidad de estas actividades y disminuyendo las emisiones de GEI transformando prácticas de producción.
- **Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Ganadería Baja en Carbono.** Es un proyecto complementario a la NAMA Ganadería, cuyo objetivo principal fue crear capacidad para generar políticas públicas para desarrollar el sector ganadero con

enfoque climático. Esta actividad recibió apoyo financiero del MAG/PNUMA por alrededor de USD 125.000.

- **Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono y mecanismos de NAMA.** Esta estrategia se implementó con una ayuda del USAID/MAG por USD 700.000, con el objetivo principal de crear capacidades en el sector financiero, gobernanza, sector técnico y de información. Este proyecto generó la creación de escuelas climáticamente inteligentes, el fortalecimiento de la gobernanza y el desarrollo de los conceptos de mecanismos técnicos.
- **Sistema de Gestión de Conocimiento en Manejo de Bosques Tropicales y Servicios Ecosistémicos como Instrumento de Valor para Adaptación y Mitigación.** En el sector forestal, el PNUMA por medio de FUNDECOR, colaboró con este sistema. Mediante el proyecto The Costa Rica Green Hub, se proporcionan los instrumentos y recursos para que esta iniciativa se convierta en un sistema de creación de capacidades para la gestión y administración del conocimiento, que aporte a la mitigación y a la adaptación al cambio climático de los sectores prioritarios en adaptación, según los INDC (biodiversidad, agricultura, agropecuario y abastecimiento de agua potable) y en mitigación según la Estrategia Nacional de Cambio Climático (cambio de uso, forestal, agropecuario e hídrico).
- **Diseño de Elementos Técnicos del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE).** El BID colaboró con USD 200.000 para crear capacidades en la transferencia de imágenes de sensores remotos para aplicaciones múltiples de monitoreo, herramientas para

el diseño y cálculo de costos para el rediseño del INF, así como metodologías que permitan vincular información del INF con la salud de los ecosistemas, también de la cuenta nacional experimental de ecosistemas, y diseñar una plataforma tecnológica para integrar el manejo y análisis de datos e información sobre los recursos forestales y los ecosistemas, que las diferentes entidades nacionales generarán y harán públicas a través del SIMOCUTE. Adicionalmente, el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América y la FAO, por medio del Global Forest Observation Initiative (GFOI), apoyaron a Costa Rica con el financiamiento para el diseño del SIMOCUTE y el fortalecimiento de la capacidad del país para implementar el sistema

- **Conservación de bosques.** Costa Rica invertirá durante los próximos cinco años \$54 millones provenientes del Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés), el cual reconoció en noviembre de 2020 14,7 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono capturadas en 2014 y 2015 por los bosques del país. Los recursos serán ejecutados por el proyecto REDD+ Pagos Basados en Resultados, liderado por el Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Los fondos provenientes del GCF, en cuya movilización el PNUD apoyó a Costa Rica, se orientarán en tres áreas: fortalecer el PSA, ampliar su cobertura en territorios indígenas y fortalecer las medidas de prevención de incendios forestales en comunidades rurales, así como asegurar la aplicación de las disposiciones de salvaguardas ambientales y sociales.
- **Construcción de capacidades subnacionales para la implementación del Plan Nacional de Adaptación en Costa Rica.** El

PNUMA ha provisto apoyo técnico a Costa Rica para avanzar en el fortalecimiento de capacidades institucionales locales, a través de la integración efectiva de estrategias de adaptación en los marcos de planificación locales y regionales. Este proyecto financiado por medio del programa “Readiness” del Fondo Verde para el clima, tiene como objetivo general reducir la vulnerabilidad del país a los impactos del cambio y la variabilidad climática, por medio de la integración de acciones de adaptación en la planificación regional y municipal.

- **Estrategia Nacional del Pacto Global de Alcaldes en Costa Rica**, financiada (USD 70.700) por el Programa Internacional de Cooperación Urbana para América Latina y el Caribe (IUC, por sus siglas en inglés) de la Unión Europea (EU) y la Unión Nacional de Gobiernos Locales (UNGL). El objetivo principal es generar los criterios, herramientas y capacidades para la implementación de medidas locales de adaptación integrada al cambio climático (comunidades, ecosistemas y gestión de riesgo de desastres) en autoridades y funcionarios municipales y facilitar la elaboración del componente de adaptación, así como contar con planes de acción para la reducción de los GEI y la adaptación al cambio climático en gobiernos locales que cuentan con la mayor presencia de amenazas y vulnerabilidades.
- **Proyecto Cuarta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal**. En el contexto del apoyo a las comunicaciones nacionales, el GEF por medio del PNUD, provee los recursos necesarios para su realización (USD 885.000). El objetivo principal es realizar el informe nacional, de acuerdo con las guías y lo indicado bajo el Acuerdo de París y en apego a los ODS.

A pesar de todos estos esfuerzos, siguen existiendo lagunas, principalmente en lo relacionado con el PND, tal y como lo requiere el país.

5.4.2. Soporte provisto

Aunque muchas iniciativas de creación de capacidades han sido inicialmente financiadas, una contraparte nacional importante que ha determinado el soporte gubernamental provisto y debe darse a conocer. A continuación, se recuentan los alcances obtenidos.

- **Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC**. La elaboración de las comunicaciones nacionales desde 2009, ha permitido construir capacidades que se pueden contabilizar a través de los años, pero para enmarcarlas en el periodo 2015-2020 se hablará de los avances y el soporte a partir de la presentación de la Tercera Comunicación Nacional en 2014. En ella se consolidó la metodología para la construcción del INGEI y se ampliaron las medidas para implementar acciones en adaptación y mitigación al cambio climático. En materia de políticas, se logró mayor armonización de acciones alrededor de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Plan de Acción de dicha estrategia y los avances de la Ley Marco de Cambio Climático (MINAE/IMN, 2014). En los años posteriores a la presentación de la Tercera Comunicación se avanzó con: la ratificación del Acuerdo de París de la CMNUCC (2016), la aprobación de la Estrategia de Articulación Sectorial Agroambiental y de Cambio Climático, la creación de la Comisión Sectorial Agropecuaria de Cambio Climático (CSACC), la presentación de la primera NDC (2015) y su revisión (2020), se creó el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC) y se formuló y se pusieron en acción la

Política y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

- **Marco reforzado de la transparencia para la acción y el apoyo.** Los compromisos adquiridos con el Acuerdo de París y el proyecto país de alcanzar la carbono-neutralidad demandan un marco reforzado de la transparencia para la acción y el apoyo. El país ha iniciado el proceso que pone en funcionamiento el SINAMECC, con el fin de dar información sobre los detalles que involucra el INGEI, el progreso en el cumplimiento de la NDC, la participación en los mecanismos de mercado y no mercado de carbono, la participación en REDD+, el avance en la adaptación al cambio climático, el mejoramiento en el apoyo recibido en financiamiento, transferencia de tecnología y creación de capacidades. El SINAMECC formar parte del Sistema Estadístico Nacional (SEN) y está incorporado al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), que es la plataforma oficial de coordinación y vinculación institucional y sectorial del Estado costarricense para facilitar la gestión y distribución del conocimiento de la información nacional ambiental.
- **Instrumentos de política para cumplir con el Acuerdo de París.** Costa Rica ya cuenta con instrumentos de política que constituyen el sistema de gobernanza para atender los desafíos del cambio climático. La Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) es el instrumento más importante en materia de adaptación y el primer paso para el diseño de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, compromiso que el país había asumido en el marco de la NDC. Estos instrumentos experimentaron un fuerte impulso a partir

de la firma del Acuerdo de París, en el cual la adaptación es un tema prioritario. Debido a estos, otros instrumentos importantes se han promovido, como el Pacto Nacional por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los Planes Nacionales de Desarrollo, la Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2015-2030, así como la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2009-2021 y la NDC 2015-2030. Para asegurar la continuidad de estos instrumentos, la creación de capacidad, el financiamiento y el cumplimiento de los objetivos nacionales, los tomadores de decisión se han asegurado de que las instituciones públicas con competencias específicas en la aplicación y desarrollo de los objetivos y metas de cada uno de los ejes, incorporen el cumplimiento de sus contenidos dentro de sus planes operativos institucionales y destinen los recursos presupuestarios y económicos necesarios para atender sus acciones. Además, las instituciones públicas deben implementar acciones que deberán enmarcarse en alguno de los seis ejes, así como en los respectivos lineamientos contenidos en la Política Nacional de Adaptación y tendrán que ser incorporadas en sus planes operativos institucionales e incluidas en las futuras revisiones de sus planes estratégicos. Finalmente, la PNACC señala una serie de lineamientos y metas que deben ser alcanzados con el fin de lograr un país resiliente (UCR/OPI, 2019). Dentro de la política se señalan dos tipos de ejes de trabajo: instrumentales y sustantivos. Hay tres tipos de ejes instrumentales que son: conocimiento, planificación e inversión. Y otros tres ejes denominados sustantivos que son: servicios ecosistémicos para la resiliencia, servicios públicos adaptados, como infraestructura resiliente

y sistemas productivos resilientes y servicios eco-competitivos. La política también indica seis sectores prioritarios que son: recurso hídrico, salud, turismo, biodiversidad, agropecuario e infraestructura (UCR/OPI, 2019).

- **Planificación.** Costa Rica busca fortalecer con urgencia los marcos y procesos de planificación en los ámbitos nacional y subnacional, con el fin de avanzar en el abordaje de los desafíos actuales y futuros frente al cambio climático, pero para alcanzar esas metas, se procura solicitar la ayuda de la cooperación internacional, aunado a los esfuerzos del país. Esto quiere decir que Costa Rica sigue trabajando en sus metas nacionales, y en ese quehacer formula a la cooperación internacional la necesidad del apoyo correspondiente para proseguir o terminar las acciones en desarrollo. Son muchos y variadas las actividades que el país realiza al mismo tiempo y en el que se apoya en diferentes iniciativas de cooperación.

5.4.3. Necesidades en fomento de capacidades

Si bien es cierto, Costa Rica ha destacado la importancia de la creación de capacidades en sus NDC, es importante que las autoridades gubernamentales gestionen las estrategias para la solicitud de cooperación internacional de acuerdo con las prioridades consensuadas.

En este sentido, es fundamental continuar y potenciar los esfuerzos para la transformación del transporte público a una matriz eléctrica basada en fuentes renovables. También es importante inducir a la sociedad en un sistema menos demandante de energía (reducción de la demanda), pero para esto se requiere capacitar, crear consenso y articular el interés nacional, en la necesidad de tecnologías más eficientes.

Es urgente poner en funcionamiento el esquema de gobernanza propuesto por la DCC, con el fin de que se implementen las políticas y planes nacionales y que se puedan analizar, justificar y priorizar, las actividades que el país requiera para cumplir los compromisos internacionales. En el cuadro 5.6 se resumen algunas propuestas en transferencia tecnológica que las autoridades de Gobierno deberían contemplar.



Cuadro 5.6 Necesidades en fomento de capacidades para alcanzar las metas climáticas del país.

Necesidad	Situación actual	Propuesta
Poner en funcionamiento el esquema de gobernanza propuesto por la DCC en el contexto de cambio climático (SEPLASA, CTICC, 4C, 5C).	Actualmente la estructura organizativa se debe activar para realizar sus funciones.	El MINAE/DCC desde la política pública debe facilitar los espacios, recursos y mecanismos que propicien la organización de las personas de toda clase social, como agentes de cambio en la construcción de proyectos país.
El tema de cambio climático debe ser más inclusivo en todas las instituciones del Estado.	El tema del cambio climático ha estado relegado principalmente al MINAE y al MAG.	El cambio climático debe ser visto por las instituciones como política pública, y se debe incluir en sus planes operativos, financiamiento y acciones de adaptación y mitigación.
Los comités 4C y 5C, luego de tomar en cuenta los resultados de los informes país ante la CMNUCC, deben proveer al Ministro de Ambiente de los insumos para la buscar financiamiento de las acciones prioritarias.	Mucha las actividades sobre cooperación internacional están definida por los mismos entes cooperantes o financieros.	Se debe seguir una estructura que se propicie el intercambio de información y el fomento de acceso a oportunidades en igualdad de condiciones, desde las diversidades, con el fin de determinar las prioridades nacionales.
El país ya ha identificado que el subsector transporte requiere una transformación, por lo que es prioritario canalizar los recursos de cooperación internacional hacia allí.	Se han canalizados esfuerzos hacia este objetivo, pero se requiere mayor cooperación internacional y aporte privado.	Es necesario estimular la cooperación internacional y a la empresa privada, con el fin de capacitar, crear consenso y articular el interés nacional, en actividades que promuevan la reducción de emisiones.
Crear capacidad de negociación ante la CMNUCC y la cooperación internacional.	Existe poca capacitación para que los representantes del país sostengan negociaciones productivas y basadas en resultados de las necesidades del país ante la CMNUCC, los cooperantes e instituciones financieras.	Potenciar las capacidades de funcionarios interinstitucionales, con el fin de prepararlos en negociación de proyectos que requieran financiamiento internacional.
Desarrollar mecanismos adecuados de monitoreo y presentación de informes.	El SIMOCUTE, el SINAMECC, el Sistema Estadístico Nacional (SEN), además del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) requieren información para que los logros del PND sean MR.	Se requiere proveer de recursos a estos sistemas de monitoreo a través de la generación de evidencia científica y de la creación de herramientas que permitirán integrar la información climática en los procesos de toma decisión.
Fortalecer los marcos y procesos de planificación con el fin de avanzar con los gobiernos locales en el abordaje de los desafíos actuales y futuros frente al cambio climático.	En la actualidad, solo algunos gobiernos locales están trabajando la temática del cambio climático, se requiere de un proceso más integral	Involucrar a todos los municipios en la planificación e implementación de estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

- Barrantes, A; Ugalde, S. (2013). Usos y aportes de la madera en Costa Rica: estadísticas 2012. San José, CR. ONF. 40.
- Barrantes, A; Ugalde, S. (2014). Usos y aportes de la madera en Costa Rica: estadísticas 2013. San José, CR. ONF. 40.
- Barrantes, A; Ugalde, S. (2015). Usos y aportes de la madera en Costa Rica: estadísticas 2014. San José, CR. ONF. 40.
- Barrantes, A; Ugalde, S. (2016). Usos y aportes de la madera en Costa Rica: estadísticas 2015. San José, CR. ONF. 40.
- Barrantes, A; Ugalde, S. (2017). Usos y aportes de la madera en Costa Rica: estadísticas 2016. San José, CR. ONF. 44.
- Bertani, R. and Thain, I. (2002) Geothermal power generating plant CO₂ emission survey. IGA News, 49. 1-3.
- Bertsch, F. (2006). El recurso tierra en Costa Rica. Agronomía Costarricense, 30 (1). [www.mag.go.cr/rev agr/inicio.htm](http://www.mag.go.cr/rev_agr/inicio.htm)
- BIOMARCC. (2013a). *Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino costeras DHL Costa Rica frente al cambio climático*. BIOMARCC-SINAC-GIZ.
- BIOMARCC. (2013b). *Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con énfasis en Arias silvestres protegidas: síntesis del estado del arte 2009-2011*. BIOMARCC-SINAC-GIZ.
- Blanco, K. (2016). Evaluación de las emisiones de dióxido de carbono del proceso de producción de cal hidratada en la planta de Industrias de Calcio S.A. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. 14 (2). 5-11.
- Blanco, K. (2017). Análisis de incertidumbre utilizando el método de Monte Carlo, en la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía, en el año 2012, en Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. 16(1). 31-47.
- Blanco, K.; Chacón, AR., Jiménez, G., Montenegro, J., Sasa, J. (2019). Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2015.
- Canet, G; Chavarría, M; Gamboa, O; Garita, D; Jiménez, M; Lobo, S; Marín, P; Sevilla, L; Trejos, Z; Valerio, M. (1996). Información estadística relevante sobre el sector silvicultura 1972-1995. MINAE-SINAC. 90.
- Centro Científico Tropical. (2020). *Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación del Sector Turismo ante el Cambio Climático*.
- Centro Nacional de Control de Energía, Instituto Costarricense de Electricidad. (2020). Informes anuales de generación y demanda 2012-2017. <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>
- Centro Nacional de Control de Energía, Instituto Costarricense de Electricidad. (2020). Generación y demanda. Informe anual 2020. CENCE, ICE.
- Chacón, R.; Jiménez, G.; Montenegro, J.; Sasa, J.; Blanco, K. (2009). Inventario nacional de emisión de gases con efecto invernadero y de absorción de carbono en Costa Rica en el 2000 y 2005. MINAE-IMN.
- Chacón, R.; Jiménez, G.; Montenegro, J.; Sasa, J.; Blanco, K. (2014). Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de Carbono 2010. MINAE-IMN.
- Chacón, R.; Jiménez, G.; Montenegro, J.; Sasa, J.; Blanco, K. (2015). Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de Carbono 2012. MINAE-IMN.

- Chaverri, P. (2014). Cambio climático y ordenamiento territorial en Costa Rica: de la indolencia a la transformación de la Gran Área Metropolitana (GAM). *Perspectivas*. 1-2014. FES.
- Cifuentes, M. (2008). Aboveground Biomass and Ecosystem Carbon Pools in Tropical Secondary Forests Growing in Six Life Zones of Costa Rica.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Estadísticas del Subsector Eléctrico de los países del Sistema de Integración Centroamericana. 1990-2017. <https://repositorio.cepal.org/>
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2015). *Política Nacional de Gestión de Riesgo 2016-2030*. CNE.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2021). *Plan Nacional de Gestión de Riesgo Costa Rica 2021-2025*. CNE.
- Consejo Nacional del Mar. (2013). *Política Nacional del Mar Costa Rica 2013-2028*. CONAMAR.
- Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático. (2015). *Acuerdo de París*. CMNUCC. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Corporación Ganadera. (2001). Censo ganadero 2000. 18.
- Corporación Ganadera. (2012). Encuesta ganadera, principales resultados. CORFOGA.
- Decreto N° 39952-MINAE. (2016). Código de prácticas de los estándares de sostenibilidad para el manejo de los bosques secundarios. Ministerio de Ambiente y Energía. 9 p.
- Decreto Ejecutivo 42465. (2020). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
- Decreto Ejecutivo 29375. (2001). Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura y Ganadería; Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Salud; Ministerio de Hacienda; Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2019). Primer informe Situación de la Gestión de los Residuos Sólidos para la determinación de la NAMA residuos Costa Rica. GIZ.
- Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía. (2019). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. MINAE.
- Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada 2020*. MINAE.
- Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2006). Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura 2005. <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/123456789/124>
- Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2011). Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura 2010. <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/123456789/113>
- Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2018). Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura 2017. <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/123456789/4105>
- Dirección General de Estadística y Censo. (1990). Artículos exportados según peso bruto y valor FOB por sección, capítulo, partida arancelaria y país. DGEC. 175.

- Dirección General de Estadística y Censo. (1991). Artículos exportados según peso bruto y valor FOB por sección, capítulo, partida arancelaria y país. DGEC. 175.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1992). Artículos exportados según peso bruto y valor FOB por sección, capítulo, partida arancelaria y país. DGEC. 189.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1993). Artículos exportados según peso bruto y valor FOB por sección, capítulo, partida arancelaria y país. DGEC. 212.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1994). Artículos exportados según peso bruto y valor FOB por sección, capítulo y partida arancelaria. DGEC. 363.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1995). Exportaciones: artículo por país, capítulo y sección. DGEC. 275.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1996). Exportaciones de Costa Rica: valor y cantidad según partida arancelaria. DGEC. 256.
- Dirección General de Estadística y Censo. (1997). Exportaciones por peso en kilogramos y cantidad de dólares según partida arancelario y país de destino de los productos. DGEC. 315.
- Dirección General Forestal. (1988). Censo de la industria forestal. MIRENEM. 59.
- Dirección General Forestal. (1993). Anuario estadístico de productos forestales de exportación e importación 1991 y 1992. MIRENEM-DGF. 52.
- Dirección General Forestal. (1994). Boletín Estadístico Forestal N5 1990-1993. MIRENEM-DGF. 97.
- Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR). (2020). Lugar de publicación: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>
- Escuela de Ingeniería Química. (2020). Estudio de parámetros energéticos de la biomasa utilizada en el sector energía en Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Instituto Meteorológico Nacional-MINAE.
- Espinoza, A. (2008). Producción y demanda de madera en Costa Rica. *Ambientico*. 184: 3-4.
- Faba, L. (2014). Procedimiento Corporativo para de Gestión de Proyectos para la Empresa Grupo Vical S.A. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Fagan, M.; DeFries, R.; Sesnie, S.; Arroyo, J.; Walker, W.; Soto, C.; Chazdon, R.; Sanchun, A. (2013). Land cover dynamics following a deforestation ban in northern Costa Rica. *Environmental Research Letters*. 8.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. (2021). Hectáreas bajo contratos del Programa de Pago por Servicios Ambientales, en la actividad de reforestación. FONAFIFO.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (2019). Sexta Fase Operativa OP6: 2016-2019 Programa de Pequeñas Donaciones Costa Rica. FMAM/PNUD-MINAE.
- Fonseca, W., Alice, F., Rey, J. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *BOSQUE* 30(1): 36-47.
- Foro Económico Mundial. (2020). *Reporte Global de Competitividad 2019-2020*.
- Fridriksson, T.; Mateos A.; Oruco, A.Y.; Audinet, P. (2017). Greenhouse Gas Emissions from Geothermal Power Production. 42nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering. Stanford University.
- Geothermal Energy Association. (2007). A Guide to Geothermal Energy and the Environment. Geothermal Energy Association.

- GIZ. (2020). Joint Initiative on climate change mitigation and adaptation, sustainable agriculture for key food systems and sustainable value chains (GCCA+-Global Climate Change Alliance & DESIRA- Development-Smart Innovation through Research in Agriculture). GIZ.
- GIZ (2021). Programa DeSIRA - Tabla Resumen. Agricultura climáticamente inteligente y cadenas de valor (DeSIRA). GIZ.
- GIZ. (2021). Proyecto Acción Clima II. GIZ
- GlobalCAD. (2019a). Documento de análisis y mejoras al sistema de seguimiento actual de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica. Informe elaborado para el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) y FIAPP en el marco del programa EUROCLIMA+.
- GlobalCAD. (2019b). *Propuesta de diseño de evaluación de resultados de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica*. Informe elaborado para el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) y FIAPP en el marco del programa EUROCLIMA+.
- GlobalCAD. (2020). *Diseño del Sistema de Seguimiento para la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Informe elaborado para el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) y FIAPP en el marco del programa EUROCLIMA+.
- Global Water Partnership Central America. (2016). Situación de los recursos hídricos en Centroamérica. Costa Rica. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/srh_costarica_2016.pdf
- Hernández S, G; Barquero E, AI; Hernández C, W; Méndez C, AL, Sánchez T, H. (2017). Gestión de los recursos forestales en Costa Rica. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2017. CONARE. https://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/023/Ambientales/Hernandez_G_et-al_2017.pdf
- Holdridge, L. (1966). The Life Zone System, *Adansonia* VI: 2: 199-203.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2016^a). Agua para consumo humano y saneamiento y su relación con los indicadores básicos de salud en Costa Rica: Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda para el 2030 (en línea). <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Informe%20de%20calidad%20del%20agua%202015.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017). *Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2016-2045*. AyA.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud. (2016). *Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2016-2045*. AyA.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud. (2017). *Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030*. AyA.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Laboratorio Nacional de Aguas. (2019). *Agua para consumo humano por provincias y saneamiento por regiones manejados en forma segura en zonas urbanas y rurales de Costa Rica al 2018*. AyA.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2014). Plan de expansión de la generación eléctrica. Periodo 2014-2035. ICE.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2021). Plan de expansión de la generación eléctrica. Periodo 2020-2035. ICE.

- Instituto Costarricense de Electricidad. (2015). Costa Rica: Modelo propio de sostenibilidad Energía geotérmica 2015. https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/8823524c-7cc7-4cef-abde-a1f06e14da0e/matriz_folleto_web2.pdf?MOD=AJPERES&CVID=I8SK4gG
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2016). Plan Estratégico para la Promoción y Desarrollo de Fuentes de Energía Renovables no Convencionales 2016-2035. ICE.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2016). Índice de cobertura eléctrica 2019. ICE.
- Instituto Costarricense de Turismo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Turístico de Costa Rica 2017-2021*. ICT.
- Instituto Costarricense de Turismo. (2021). Certificado de Sostenibilidad Turística. <https://www.turismo-sostenible.co.cr>
- Instituto Español del Cemento y Sus Aplicaciones. (s.f) Componentes y Propiedades del Cemento. Recuperado el 14 de noviembre de 2019 de http://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179
- Instituto Nacional de Desarrollo Rural. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Rural Territorial 2017-2022*. INDER.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2018). *Costa Rica a la luz del Censo 2011*. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2018). *Encuesta Nacional de Hogares. Julio 2018*. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2015). VI Censo Nacional Agropecuario: resultados generales. INEC. 147 y 280.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2016). Panorama demográfico 2015. INEC. <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/replacpanorama2015.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2018). Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. Resultados generales de las actividades ganaderas vacuna y porcina. INEC. 52.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2018). Estadísticas de la construcción: Área en m² de las construcciones y ampliaciones por años según provincia, tipo y destino de la obra 1983-2017. <http://www.inec.go.cr/economia/estadisticas-de-la-construccion>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2019). Encuesta nacional de hogares. Julio 2019. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2019). Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2020). Estadísticas de comercio exterior 2019. Datos preliminares. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2020). Encuesta nacional de hogares. Julio 2020. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2021). Encuesta continua de empleo al segundo trimestre de 2021. INEC.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2018). *Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030; Plan de acción 2018-2022*. INVU.
- Instituto Meteorológico Nacional. s.f. *Clima en Costa Rica. El clima y las regiones climáticas de Costa Rica*. IMN. <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/clima-regiones-climat.pdf/cb3b55c3-f358-495a-b66c-90e677e35f57>
- Instituto Meteorológico Nacional. (1995). Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica Año 1990. MIRENEM-IMN.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2000). Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica Año 1996. MINAE-IMN.

- Instituto Meteorológico Nacional. (2014). Fracción destinada a sitios de eliminación de desechos sólidos. IMN.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2021). *Análisis de la mortalidad por eventos meteorológicos extremos en Costa Rica. Período 1980-2017*. IMN.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2021). *Proyecciones de cambio climático regionalizadas para Costa Rica. Apoyo al programa nacional de cambio climático en Costa Rica para el mejoramiento de la capacidad de mitigación y adaptación*. IMN.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. EDs. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. CH. Institute for Global Environmental Strategies. 268.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 1*. IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. Masson-Delmotte V.; P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.). IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). IPCC.
- Kachwaha, R.; Ponciano, R.(1977). Apreciaciones sobre la situación técnica de las tres plantas de fertilizantes de FERTICA S.A., en Centroamérica: Puntarenas-Costa Rica; Acajutia-El Salvador; Tecun Uman- Guatemala. Comisión Económica para América Latina (CEPAL).
- Lara, J. (2016). Entrada de Reventazón apaga otra planta térmica. La Nación. <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/entrada-de-reventazon-apaga-otra-planta-termica/B543G5RI5ZENHFDWZYLXJMLUBY/story/>
- Ley 7554 de 1995. Orgánica del Ambiente.. http://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=27738
- Ley 7575 de 1996. Ley Forestal. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=41661
- Lizano, M.; & Lizano, O. (2020). Escenarios ante el aumento del nivel del mar por cambio climático para la localidad del Cocal, Puntarenas. *Revista internacional de ciencia y tecnología de la información geográfica*. Vol. 26.
- Lizano, M., & Lizano, O. (2010). *Creación de escenarios de inundación en la ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar*. Costa Rica: InterSedes. Vol. XI. No. 21.
- Martínez, H. (2014). Fomento de la reforestación comercial para mejora y conservación de las reservas de carbono. FONAFIFO. 39.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2015). VII Plan Nacional de Energía 2015-2030. MINAE.

- Ministerio de Ambiente y Energía. (2016). Modified REDD+ Forest Reference emission level/forest reference level (FREL/FRL). Submission to the UNFFCCC Secretariat for technical review according to Decision 13/CP.19. MINAE. 59.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2017). *Estrategia y Plan de Acción REDD+*. MINAE.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030*. MINAE, DCC, IMN, MIDEPLAN, CNE, PNUD .
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Avances 2020. Plan Nacional de Descarbonización 2018 – 2050*. MINAE.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para el registro de acciones climáticas con impactos en mitigación en el Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático (SINAMECC)*. MINAE.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). Reporte de Cierre de Proyecto de fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones de Acueductos Rurales (ASADAS) para enfrentar riegos del cambio climático en comunidades con estrés hídrico en el norte de Costa Rica. MINAE.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional. (2014). *Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. MINAE, IMN.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional. (2019). *Informe Bienal de Actualización ante la CMNUCC*. MINAE, IMN.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional. 2014. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. MINAE, IMN. 112.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional. 2015. Primer Informe Bienal de Actualización a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. MINAE, IMN. 106.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional; Calderón, J. (2000). Investigación sobre la problemática del sector silvicultura en Costa Rica. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. 21.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). *Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica*. MINAE, MAG.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Acuerdo entre Ministerio de Ambiente y Energía y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la reducción de emisiones en el sector agropecuario*. MINAE, MAG.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Plan Nacional de Compostaje 2020 – 2050*. MINAE, MAG.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2018). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles 2018 -2030*. MINAE, MIDEPLAN.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica; Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente. (2020). *Diagnóstico regionales y medidas de adaptación preliminares*. Proyecto Plan A -Territorios Resilientes ante el Cambio Climático, con financiamiento del Fondo Verde del Clima. MINAE, MIDEPLAN, PNUMA.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2019). *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030*. MINAE, MOPT.

- Ministerio de Ambiente y Energía; Sistema Nacional de Áreas de Conservación; Dirección de Cambio Climático. (2015). *Estrategia y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático 2015-2025*. BID.
- Ministerio de Ambiente y Energía; Sistema Nacional de Áreas de Conservación; FUNDECOR. (2001). Mitos y realidades de la deforestación en Costa Rica. MINAE, SINAC, FUNDECOR. 14.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense 2010-2021. MAG.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Estrategia de Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica. MAG.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Corporación Bananera Nacional. (2020). Lineamientos para el diseño de NAMA Musáceas (nota conceptual). MAG, CORBANA.
- Ministerio de Ciencias Tecnología y Telecomunicaciones (2020). *Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030*. MICITT.
- Ministerio de Educación Pública. (2020). *Tasas de escolaridad en la educación tradicional y en el sistema educativo 2010-2020*. MEP.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2019). *Plan Estratégico Sectorial 2019-2024 Infraestructura y Transporte*. MOPT.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2016). COSTA RICA: Prospectiva en cambio demográfico al 2045. MIDEPLAN. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/indicadores-de-salud-boletines/4010-costa-rica-prospectiva-en-cambio-demografico-al-2045/file>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019-2022*. MIDEPLAN.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2020). *Consenso de Montevideo sobre población y desarrollo. Informe país, Costa Rica 2020*. MIDEPLAN.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2020). *Informe anual 2020. Balance de resultados del PNDIP del Bicentenario 2019-2022*. MIDEPLAN.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2020). *Segundo informe nacional voluntario de Objetivos de Desarrollo Sostenible Costa Rica 2020*. MIDEPLAN.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2021). *Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050*. MIDEPLAN.
- Ministerio de Salud. (2001). Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos. MINSA.
- Ministerio de Salud. (2011). *Política Nacional para la Seguridad Alimentaria y Nutricional 2011-2021*. MINSA.
- Ministerio de Salud. (2015). *Política Nacional de Salud Dr. Juan Guillermo Ortiz Guier*. MINSA.
- Ministerio de Salud. (2016). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. MINSA.
- Ministerio de Salud; Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). NAMA Residuos Costa Rica. Acción de mitigación nacionalmente apropiada para el sector residuos sólidos. MINSA, MINAE.
- Ministerio de Salud. (2019). *Análisis de la situación de salud 2018*. MINSA.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2013). *Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040 PNOT*. MIVAH.

- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2014). *Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2013 a 2030 y su Plan de acción*. MIVAH.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2018). *Compendio estadístico de vivienda*. MIVAH.
- Moie, J. (2019). Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Refrigeración y Aire Acondicionado para Costa Rica (2012-2016). Cool Contributions fighting Climate Change (C4) Project Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. GIZ.
- Monni, S.; Syri, S. and Savolainen, I. (2004). Uncertainties in the Finnish greenhouse gas emission inventory. *Environmental Science and Policy*. 7. 87-98.
- Montenegro, J; Abarca, S. (2001). Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. MINAE, IMN.
- Municipalidad de Curridabat. (2019). *Islas de calor, impactos y respuestas: El caso del cantón de Curridabat. Curridabat-Costa Rica*. Municipalidad de Curridabat.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). El impacto del cambio climático en la población más pobre es desproporcionado. Departamento de Asuntos económicos y sociales. Centro de Noticias ONU. <https://www.un.org/development/desa/es/news/policy/wess-2016.html>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2017). *Educación Costa Rica. Aspectos destacados*. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2017). Políticas Agrícolas en Costa Rica. Evaluación y Recomendaciones de Política. *Revisión de la OCDE de Políticas Agroalimentarias*. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). *Fisheries and aquaculture in Costa Rica*. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2020). Estudios económicos de la OCDE, Costa Rica. www.oecd.org/economy/panorama-economico-costa-rica.htm
- Organización Meteorológica Mundial. (2010). *Guía de la red de estaciones de observación en superficie del SMOG y de la red de estaciones de observación en altitud del SMOG* (OMM/DT-Nº 1558). OMM. 36.
- Population Action International. 2013. Población y Cambio climático. PAI. http://pai.org/wp-content/uploads/2013/06/Hotspots_Final_Spanish.pdf
- Programa Bandera Azul Ecológica. (2021). <https://banderaazulecologica.org>
- Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de infraestructura ante el cambio climático*. ProDUS-UCR.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (2002). Guía Elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. UN.
- Programa Estado de la Nación. (2020). *Estado de la Nación 2020*. CONARE.
- Programa REDD+/CCAD-GIZ-SINAC. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y caracterización de los recursos forestales. Preparado por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Emanuelli, J., Jiménez, A., y Chavarría, M.I. REDD+/CCAD/GIZ y SINAC. 380.
- Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. (2018). Exportaciones de 1998 al 2016. <http://sistemas.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>.

- Ramírez, A.; de Kaizer, C.; Van der Sluijs, J.; Olivier, J.; Brandes, L. (2006). Monte Carlo analysis of uncertainties in the Netherlands greenhouse gas emission inventory for 1990–2004. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation.
- RARE-GreenLAC. (2021). *Estrategia de Recuperación Azul post COVID-19*. BID, MINAE.
- Refinadora Costarricense de Petróleo. (2019). Manual de productos. Costa Rica. <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2019/06/Manual-de-Productos-2019.pdf>
- Refinadora Costarricense de Petróleo. (2020). Estadísticas de ventas. <https://www.recope.go.cr/productos/ventas/>
- Retana, J.; Calvo, M.; & Sanabria, N. (2020). *Descripción de riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en el norte de Costa Rica. Cantones de La Cruz, Nicoya, Hojancha, Liberia, Carrillo, Cañas, Santa Cruz, Guatuso, Los Chiles y Upala*. IMN.
- Retana, J.; Calvo, M.; & Sanabria, N.; Córdoba, J.; Calderón, K. & Cordero, K. (2017). *Riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en Liberia, Carrillo, Matina y Talamanca*. IMN.
- Sandí, S. (2008). El sector conservacionista y la problemática del abastecimiento sostenible de madera en Costa Rica. In: *Abastecimiento sostenible de madera en Costa Rica*. OET. 120.
- Secretaría de Integración Turística Centroamericana. (2019). *Compendio de estadísticas en turismo 2019 de la Región SICA*. SITCA.
- Secretaría de Planificación del Subsector Energía. (2020). Balances Energéticos Nacionales de Costa Rica. 2012-2017. <https://sepse.go.cr/ciena/balances-energeticos/>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2015). *Desempeño del sector agropecuario*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2015a). *Estrategia sectorial para el cambio climático y la gestión de riesgos de desastres en el sector agropecuario*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2015b). *Políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales 2015-2018*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2018). *Desempeño del sector agropecuario*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2018). *Informe de gestión del sector agropecuario y rural*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2019). *Plan Sectorial 2019-2022 |Sector Agropecuario, Pesquero y Rural*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2020). *Informe de gestión del sector agropecuario, pesquero y rural*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2021). *Informe de comercio exterior del sector agropecuario 2019-2020*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria; Instituto de Desarrollo Rural. (2016). *Política de Estado para el Desarrollo Rural del Territorio Costarricense 2015 -2030*. SEPSA.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2010). *Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense 2010-2021*. SEPSA, MAG.

- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *Políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales 2015-2018*. SEPSA, MAG.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación; Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. (2016). *Plan Nacional para la Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre, 2025: Plan SAN-CELAC Costa Rica*. SEPSA.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017). *Reporte Estadístico Forestal 2014- 2015*. SINAC. http://www.sirefor.go.cr/?wpfb_dl=15
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2020). Área afectada por incendios forestales. Programa de Manejo del Fuego. SINAC-Departamento Control Forestal.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación; Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad; Ministerio de Ambiente y Energía. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025*. SINAC, CONAGEBIO, MINAE.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación; Ministerio de Ambiente y Energía. (2017). *Política Nacional de Humedales 2017-2030*. SINAC, MINAE.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación; Ministerio de Ambiente y Energía. (2020a). *Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos Quebradas, Arroyos y Nacientes 2020-2040*. SINAC, MINAE, PNUD.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación; Ministerio de Ambiente y Energía. (2020b). *Resumen de afectación por incendios forestales y otra información relevante durante la última temporada 2020*. SINAC, MINAE.
- Ugalde, S; Alice, F; Rodríguez, R. (2019). Aporte de los productos de madera recolectada dentro del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Costa Rica. Informe de consultoría. Oficina Nacional Forestal.
- Vargas, E. (2017). Perspectives Climate Change. *Análisis de vulnerabilidad del sector turismo de Costa Rica al cambio climático*. FIIAPP.
- Vega, M. (1997). Evaluación de las emisiones de dióxido de carbono en la producción de cemento y análisis de mitigación en Costa Rica. IMN.
- Villalobos Flores, R; Retana, J; Acuña, A. (S.f.). El niño y los incendios forestales en Costa Rica. IMN. 11.
- Zárate M, D; Ramírez G, R. (2016). Matriz Energética de Costa Rica. Renovabilidad de las fuentes y reversibilidad de los usos de energía. Friedrich Ebert Stiftung Análisis N° 4-2016. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12979.pdf>.

Gobierno de Costa Rica
Ministerio de Ambiente y Energía
www.minae.go.cr
Tel. +506 2233-4533
San José, Costa Rica



COSTA RICA
GOBIERNO DEL BICENTENARIO
2011 - 2023



MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía



gef



P
N
U
D