

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

A través de este documento se recopila la experiencia nacional en el tema del cambio climático, expresada en numerosas investigaciones y trabajos realizados en diferentes áreas, con la participación de representantes de los sectores ministeriales, empresas del Estado, empresas privadas, sectores educativos, académicos y de investigación. El proyecto Tercera Comunicación Nacional y Primer Informe Bienal de Transparencia ante la CMNUCC (GCP/VEN/11317/GFF (GEF ID: 11317)) ha sido posible gracias al apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), ejecutado por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) e implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en Caracas.

Cítese como: MINEC (2024). Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.



Contenido

Prólogo 1

Resumen Ejecutivo 3

Executive Summary 12

Capítulo 1

Circunstancias Nacionales 23

1.1. Perfil geográfico 23

1.2. Perfil climático 24

1.3. Perfil ambiental 26

1.4. Perfil demográfico 31

1.5. Perfil económico 33

1.6. Perfil social 34

1.7. Perfil productivo 38

1.8. Perfil socio político en materia de cambio climático 48

Capítulo 2

Inventario nacional de gases de efecto invernadero 55

2.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático 55

2.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero 57

2.3. Descripción de las circunstancias nacionales y arreglos institucionales 57

2.4. Proceso de elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero 59

2.5. Políticas y Contribuciones Determinadas a nivel Nacional en mitigación 61

Capítulo 3

Evaluación de los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación 67

3.1. Contexto general en materia de vulnerabilidad ante al cambio climático 67

3.2. Efectos del cambio climático y la vulnerabilidad ante el cambio climático 68

3.3. Vulnerabilidad ante el Cambio Climático, por sectores 74

3.4. Acciones de Adaptación al Cambio Climático 263

Capítulo 4

Otra información considerada relevante para el logro del objetivo de la Convención 281

4.1. Transferencia de tecnología 281

4.2. Investigación y observación sistemática 283

4.3. Educación, Capacitación y Sensibilización 284

4.4. Fomento de la Capacidad 286

Capítulo 5

Obstáculos y necesidades financieras, técnicas y de capacidad relacionadas 291

5.1. Obstáculos y necesidades generales 291

5.2. Obstáculos y necesidades específicas para elaborar la comunicación 292

5.3 Necesidades determinadas 294

Bibliografía directa 297

Lista de figuras

Figura 1: Evolución temporal de la producción petrolera venezolana 5

Figura 2: Avance promedio en la implementación de medidas de adaptación por sector incluido en las CDN, periodo 2021-2024 9

Figura 3: Distribución porcentual de las capacitaciones recibidas por la República Bolivariana de Venezuela 10

Figure 1: Changes in Venezuelan oil production over time 14

Figure 2: Average progress in the implementation of adaptation measures by sector included in the NDC, period 2021-2024 18

Figure 3: Percentage distribution of training received by the Bolivarian Republic of Venezuela. 19

Figura 1.1: Fachadas de la República Bolivariana de Venezuela 23

Figura 1.2: Distribución de los órdenes de suelo en la República Bolivariana de Venezuela 24

Figura 1.3: División político-administrativa de la República Bolivariana de Venezuela 24

Figura 1.4: Distribución espacial de las zonas climáticas de la República Bolivariana de Venezuela 25

Figura 1.5: Distribución espacial de la temperatura media anual del aire expresado en grados Celsius para la normal climática vigente. 25

Figura 1.6: Distribución espacial de la precipitación media anual expresada en mm para la normal climática vigente 26

Figura 1.7: Biorregiones de la República Bolivariana de Venezuela 27

Figura 1.8: Tierras Forestales en la República Bolivariana de Venezuela 28

Figura 1.9: ABRAE de la República Bolivariana de Venezuela 28

Figura 1.10: Humedales en la República Bolivariana de Venezuela 30

Figura 1.11: Regiones Hidrográficas de la República Bolivariana de Venezuela 30

Figura 1.12: Embalses de la República Bolivariana de Venezuela 31

Figura 1.13: Acuíferos de la República Bolivariana de Venezuela

Figura 1.14: Población venezolana para el año de reporte del Primer BTR–2022 32

Figura 1.15: Estructura de la población venezolana 2015 y 2045 32

Figura 1.16: Proyección de la población venezolana hasta el año 2023 32

Figura 1.17: Localización de comunidades y territorios indígenas en la República Bolivariana de Venezuela 33

Figura 1.18: Resumen de las MCU contra la República Bolivariana de Venezuela 33

Figura 1.19: Representación del impacto de las MCU en la producción petrolera mensual 34

Figura 1.20: Distribución porcentual de la Inversión Social en la República Bolivariana de Venezuela 35

Figura 1.21: Histórico de la distribución del CLAP 36

Figura 1.22: Histórico de las viviendas construidas en la República Bolivariana de Venezuela 36

Figura 1.23: Localización y distribución porcentual de los sitios de disposición final de desechos y residuos sólidos 38

Figura 1.24: Localización del Arco Minero del Orinoco 39

Figura 1.25: Tierras de cultivo en la República Bolivariana de Venezuela 41

Figura 1.26: Distribución de la cobertura de pastizales en la República Bolivariana de Venezuela 41

Figura 1.27: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (1992-2018). 48

Figura 1.28: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (2021 – 2024) 49

Figura 2.1: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático 55

Figura 2.2: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (2021 – 2024) 56

Figura 2.3: Estructura organizacional del INGEI de la República Bolivariana de Venezuela 58

Figura 2.4: Ciclo del INGEI de la República Bolivariana de Venezuela 59

Figura 2.5: Balance de los resultados de la variación (%) de las emisiones y absorciones por sector (Gg CO_2 eq), 2010-2022 61

Figura 2.6: Sectores de las CDN en mitigación de la República Bolivariana de Venezuela 62

Figura 2.7: Módulo de Mitigación del SINAICC 62

Figura 3.1: Proceso para estimar la tendencia en la precipitación y las temperaturas mínima, media y máxima anual durante el período 2000-2020 69

Figura 3.2: Regiones del país con tendencias estadísticamente significativas en la precipitación anual (mm/año) durante el período 2000-2020 al nivel de confianza del 95 % 71

Figura 3.3: Regiones del país con tendencias estadísticamente significativas en la temperatura media anual (°C/año) durante el período 2010-2020 al nivel de confianza del 95 % 71

Figura 3.4: Igual a la Figura 3.3 pero para la temperatura máxima media anual 71

Figura 3.5: Igual a la Figura 3.3 pero para la temperatura mínima media anual 71

Figura 3.6: Anomalías de la precipitación media mensual proyectadas (2041-2060) – Escenario SSP2-4.5 (promedio de los escenarios HadGEM3-GC31-LL y MIROC6) 72

Figura 3.7: Anomalías de la temperatura media mensual proyectadas (2041-2060) – Escenario SSP2-4.5 (promedio de los escenarios HadGEM3-GC31-LL y MIROC6) 73

Figura 3.8: Estructura de una cadena de impacto para evaluación de vulnerabilidad 75

Figura 3.9: Funciones de transformación ambiental para los impulsores climáticos 78

Figura 3.10: Aplicación de la metodología de Evaluación Integrada de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático 79

Figura 3.11: Grandes sistemas de riego de Venezuela 81

Figura 3.12: Distribución de las Áreas Agrícolas de Preservación para Riego por Regiones Hidrográficas de Venezuela y Embalses para el Almacenamiento de Agua para Riego 81

Figura 3.13: Superficie (ha) de Áreas Agrícola de Máxima Preservación -Categoría I y Área Agrícola de Mediana Preservación - Categoría II por Regiones Hidrográficas (RH) en Venezuela 82

Figura 3.14: Esquema metodológico de la simulación de los sistemas de cultivo en los diversos escenarios de cambio climático 85

Figura 3.15: Variación de la precipitación media anual en Turén, Calabozo, Valle de La Pascua, El Tejero y Santa Cruz de Aragua 87

Figura 3.16: Variación de la temperatura media anual en Turén, Calabozo, Valle de La Pascua, El Tejero y Santa Cruz de Aragua 88

Figura 3.17: Igual a la Figura 3.16 pero se muestra la variación del termoperíodo promedio anual 88

Figura 3.18: Igual a la Figura 3.16 pero se muestra la variación de la evapotranspiración de referencia media anual 89

Figura 3.19: Cadena de impactos para el sector agricultura 90

Figura 3.20: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 91

Figura 3.21: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 91

Figura 3.22: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 91

Figura 3.23: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 91

Figura 3.24: Exposición por incremento en la temperatura máxima en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-20240 92

Figura 3.25: Exposición por incremento en la temperatura máxima en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 92

Figura 3.26: Sensibilidad por incremento en la temperatura máxima en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 92

Figura 3.27: Sensibilidad por incremento en la temperatura máxima en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 92

Figura 3.28: Sensibilidad por factor de grandes y medianos sistemas de riego 93

Figura 3.29: Sensibilidad por factor normalizado de grandes y medianos superficie regable 93

Figura 3.30: Sensibilidad por factor normalizado de pequeños sistemas de riego 93

Figura 3.31: Sensibilidad por factor normalizado de pequeñas superficies regables 93

Figura 3.32: Sensibilidad por factor normalizado por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego 94

Figura 3.33: Sensibilidad por factor normalizado por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego 94

Figura 3.34: Sensibilidad por factor por capacidad de almacenamiento para áreas de máxima preservación bajo riego 94

Figura 3.35: Sensibilidad por factor por capacidad de almacenamiento para áreas de mediana preservación bajo riego 94

Figura 3.36: Capacidad de adaptación asociada al fortalecimiento de la infraestructura de riego a nivel nacional 95

Figura 3.37: Vulnerabilidad al cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 95

Figura 3.38: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 95

Figura 3.39: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 96

Figura 3.40: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 96

Figura 3.41: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 96

Figura 3.42: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 96

Figura 3.43: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 97

Figura 3.44: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 97

Figura 3.45: Vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 97

Figura 3.46: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 97

Figura 3.47: Vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 98

Figura 3.48: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 98

Figura 3.49: Vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 98

Figura 3.50: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 98

Figura 3.51: Vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 99

Figura 3.52: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 99

Figura 3.53: Precipitación anual (mm) en el período 1970–2000 por región hidrográfica 100

Figura 3.54: Frecuencia de rachas secas y sequías entre 1981 y 2021 100

Figura 3.55: Sistema de Acuíferos de Venezuela 101

Figura 3.56: Exposición por variación en la precipitación anual por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5 y SSP5 8.5 102

Figura 3.57: Exposición por variación en la temperatura máxima anual por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5 y SSP5 8.5..... 103

Figura 3.58: Variación porcentual proyectada de la precipitación anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5..... 104

Figura 3.59: Variación porcentual proyectada de la precipitación anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP5 8.5..... 104

Figura 3.60 Variación porcentual proyectada de la temperatura máxima anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5 105

Figura 3.61: Variación porcentual proyectada de la temperatura máxima anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP5 8.5 105

Figura 3.62: Cuencas seleccionadas para estimar la afectación de la oferta de agua por efectos del cambio climático 106

Figura 3.63: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 108

Figura 3.64: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090) 110

Figura 3.65: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 111

Figura 3.66: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 113

Figura 3.67: Proyecciones futuras para la cuenca del río Caroní bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 115

Figura 3.68: Proyecciones futuras para la cuenca del río Caroní bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 116

Figura 3.69: Proyecciones futuras para la cuenca del río Motatán bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090) 118

Figura 3.70: Proyecciones futuras para la cuenca del río Motatán bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090) 120

Figura 3.71: Proyecciones futuras para la cuenca del río Acarigua bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 121

Figura 3.72: Proyecciones futuras para la cuenca del río Acarigua bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)..... 123

Figura 3.73: Cadena de impactos del sector agua 124

Figura 3.74 Exposición por variación en la precipitación media anual por región hidrográfica, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040 125

Figura 3.75: Exposición por variación en la temperatura máxima anual por región hidrográfica, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040 126

Figura 3.76: Sensibilidad por factor normalizado capacidad de almacenamiento en embalses por región hidrográfica.4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040 126

Figura 3.77: Capacidad de adaptación del sector recursos hídricos.4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040 126

Figura 3.78: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos por capacidad de almacenamiento en embalses, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2020-2040..... 127

Figura 3.79: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2020-2040..... 127

Figura 3.80: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2020-2040..... 127

Figura 3.81: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040..... 128

Figura 3.82: Jerarquización de centros urbanos..... 129

Figura 3.83: Cadena de impactos del sector Asentamientos Urbanos (viviendas)..... 131

Figura 3.84: Exposición por variación en la precipitación media anual por estados, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y 8.5 período 2021-2040 132

Figura 3.85: Exposición por incremento en la temperatura máxima por estados, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y 8.5, período 2021-2024 132

Figura 3.86: Factores del componente de sensibilidad para el sector asentamientos urbanos (vivienda) 133

Figura 3.87: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector asentamientos urbanos (viviendas) a nivel de estado, para el período 2021-2040 134

Figura 3.88: Red de monitoreo hidrometeorológica nacional 135

Figura 3.89: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con variaciones de precipitación (mm), HadGEM31-LL SSP2-4.5 136

Figura 3.90: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con diferentes variaciones de precipitación (mm), HadGEM31-LL SSP5-8.5 136

Figura 3.91: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con diferentes variaciones de temperatura (°C), HadGEM31-LL SSP2-4.5 137

Figura 3.92: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con variaciones de temperatura (°C), HadGEM31-LL SSP2-8.5 137

Figura 3.93: Cadena de impactos para el sector ciencia y tecnología 138

Figura 3.94: Sensibilidad de la red de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima 139

Figura. 3.95: Sensibilidad de la superficie del territorio sujeta a monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima 139

Figura 3.96: Capacidad de adaptación asociado al fortalecimiento de capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima 139

Figura 3.97: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 140

Figura 3.98: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 140

Figura 3.99: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 140

Figura 3.100: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 140

Figura 3.101: Vulnerabilidad de las estaciones del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima 141

Figura 3.102: Comunas y Consejos Comunales registrados (2008-2023) 142

Figura 3.103: Estados con más y menos Comunas 142

Figura 3.104: Comunas afectadas por municipio por variaciones altas y muy altas de la precipitación 142

Figura 3.105: Cadena de impactos del sector comunas 143

Figura 3.106: Sensibilidad por factor normalizado de número comunas por estado para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 144

Figura 3.107: Sensibilidad por densidad de población para el período 2021-2040 144

Figura 3.108: Factor de adaptación del sector comunas 144

Figura 3.109: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 145

Figura 3.110: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 145

Figura 3.111: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 145

Figura 3.112: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 145

Figura 3.113: Planteles educativos y población potencialmente atendida, por estados 146

Figura 3.114: Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y el desarrollo sostenible, en el sector educación básica 147

Figura 3.115: Cadena de impactos para el sector educación básica 148

Figura 3.116: Factores de sensibilidad del sector educación básica 149

Figura 3.117: Capacidad de adaptación asociado con la conformación de las brigadas ecológicas en los circuitos educativos a nivel nacionales 149

Figura 3.118: Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 149

Figura 3.119: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 150

Figura 3.120: Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 150

Figura 3.121: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 150

Figura 3.122: Exposición por variación porcentual en la precipitación media anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 152

Figura 3.123: Exposición por variación en la temperatura mínima anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 152

Figura 3.124: Exposición por variación en la temperatura máxima anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 153

Figura 3.125: Cadena de impactos del sector educación universitaria 154

Figura 3.126: Factores de sensibilidad del sector educación universitaria 155

Figura 3.127: Capacidad de adaptación asociado al sector educación universitaria 155

Figura 3.128: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector educación universitaria (HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5, 2021-2040) 156

Figura 3.129: Distribución porcentual de la población desagregada por sexo 157

Figura 3.130: Cadena de impacto del sector Género (mujer e igualdad de género) 159

Figura 3.131: Sensibilidad por factor normalizado de distribución de la población por sexo 160

Figura 3.132: Capacidad de adaptación del sector género (mujer y la igualdad de género) 160

Figura 3.133: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 160

Figura 3.134: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 160

Figura 3.135: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 160

Figura 3.136: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 160

Figura 3.137: Distribución por género de la población entre 20 – 34 años a nivel de estados 161

Figura 3.138: Participación potencial del sector juventud y deporte en la lucha contra el cambio climático 162

Figura 3.139: Participación de jóvenes brigadistas contra el cambio climático, registrados en 2022-2023 por entidad 162

Figura 3.140: Ubicación de sitios de las primeras juramentaciones de brigadistas contra el cambio climático 164

Figura 3.141: Cadena de impactos del sector juventud y deporte 165

Figura 3.142: Sensibilidad por factor normalizado de proporción de jóvenes con participación actual en las brigadas de la lucha contra el cambio climático 165

Figura 3.143: Capacidad de adaptación del sector juventud y deporte 166

Figura 3.144: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte según el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 166

Figura 3.145: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte según el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 166

Figura 3.146: Ubicación Nacional del Arco Minero del Orinoco (AMO) 167

Figura 3.147: Organización administrativa del Arco Minero del Orinoco (AMO) 167

Figura 3.148: Temperatura media anual (°C) en el AMO. Período: 1971–2000 168

Figura 3.149: Precipitación media anual (mm) en el AMO. Período: 1971 – 2000 168

Figura 3.150: Variación porcentual de la precipitación por área de desarrollo minero estratégico del AMO según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 170

Figura 3.151: Variación de la precipitación expresada en mm en el AMO según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5. 171

Figura 3.152: Variación porcentual de la precipitación por área de desarrollo minero estratégico del AMO, según el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5HadGEM31-LL-SSP2-4.5 172

Figura 3.153: Variación de la precipitación (mm) en el Arco Minero del Orinoco según el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 172

Figura 3.154: Variación de la temperatura media anual (°C) en el AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5) 173

Figura 3.155: Distribución de la temperatura media anual (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5) 174

Figura 3.156: Variación de la temperatura media (°C) en el AMO (HadGEM31-LL-SSP5-8.5) 174

Figura 3.157: Distribución de la temperatura media (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP5-8.5) 175

Figura 3.158: Cadena de impacto para el sector minería 176

Figura 3.159: Exposición por variación de la precipitación (mm) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP2-4.5 177

Figura 3.160: Exposición por variación de la precipitación (mm) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP5-8.5 177

Figura 3.161: Exposición por variación de la temperatura (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP2-4.5 177

Figura 3.162: Exposición por variación de la temperatura (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP5-8.5 178

Figura 3.163: Factores de sensibilidad para el AMO 178

Figura 3.164. Capacidad de adaptación del AMO 179

Figura 3.165: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 179

Figura 3.166: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5, período 2021-2040 179

Figura 3.167: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 179

Figura 3.168: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 179

Figura 3.169: Población indígena desagregada por estado 180

Figura 3.170: Distribución de las comunidades indígenas 181

Figura 3.171. Tasas de precipitación media anual, por proporción de comunidades indígenas 182

Figura 3.172: Comunidades indígenas afectadas por variaciones altas y muy altas de la precipitación 182

Figura 3.173: Cadena de impactos del sector Pueblos Indígenas 183

Figura 3.174: Sensibilidad por factor normalizado de población indígena por estado 183

Figura 3.175: Sensibilidad por factor normalizado de comunidades indígenas por estado 184

Figura 3.176: Capacidad de adaptación del sector pueblos indígenas 184

Figura 3.177: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 184

Figura 3.178: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 184

Figura 3.179: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 185

Figura 3.180: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 185

Figura 3.181: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en comunidades indígenas 185

Figura 3.182: Cadena de impactos del sector riesgo y desastre 187

Figura 3.183: Sensibilidad por población expuesta 188

Figura 3.184: Sensibilidad por drenaje del suelo 188

Figura 3.185: Sensibilidad por pendiente dominante 189

Figura 3.186: Capacidad de adaptación del sector riesgo y desastre 189

Figura 3.187: Vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 189

Figura 3.188: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 189

Figura 3.189: Vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre HadGEM31-LL-SSP2-8.5 período 2021-2040 190

Figura 3.190: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre para HadGEM31-LL-SSP2-8.5 período 2021-2040 190

Figura 3.191: Proporción de la distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre, por municipio 190

Figura 3.192: Número de casos de malaria por estado del año 2010 al año 2016 193

Figura 3.193: Distribución de la especie *Anopheles* spp según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 bajo el modelo Maxent 196

Figura 3.194: Esquema de la cadena de impacto relacionada con la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector salud 196

Figura 3.195: Sensibilidad por factor normalizado de la población para el año 2040 197

Figura 3.196: Sensibilidad por factor normalizado de número de casos de malaria por estados 197

Figura 3.197: Sensibilidad por factor por ocurrencia del vector Anopheles spp. Según los escenarios HadGEM3-GC31-LL SSP2- 4.5 y HadGEM3-GC31-LL SSP5- 8.5, período 2021-2040 197

Figura 3.198: Capacidad de adaptación del sector salud 198

Figura 3.199: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-4.5, período 2021- 2040 198

Figura 3.200: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-ssp2-4.5, período 2021- 2040 198

Figura 3.201: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, período 2021- 2040 198

Figura 3.202 Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, período 2021- 2040 198

Figura 3.203: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo 202

Figura 3.204: Proporción de población económicamente activa ocupada, expuesta a los impactos del cambio climático, por principales fuerzas de trabajo 202

Figura 3.205: Precipitación anual (mm) en las áreas de la FPO. Período: 1971–2000 203

Figura 3.206: Temperatura media (°C) en las áreas de la FPO. Período: 1971–2000 203

Figura 3.207: Industria manufacturera en la cuenca del Lago de Valencia 203

Figura 3.208: Cadena de impactos para el sector Trabajo (Justicia Social) 205

Figura 3.209: Sensibilidad por distribución de la población económicamente activa ocupada 206

Figura 3.210: Capacidad de adaptación del sector trabajo (Justicia social) 206

Figura 3.211: Vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 206

Figura 3.212: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada por estados para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040 206

Figura 3.213: Vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada en servicios comunales para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 207

Figura 3.214: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040 207

Figura 3.215: Cadena de impactos para el sector calidad ambiental, considerando calidad de agua 208

Figura 3.216 Total de laboratorios de calidad ambiental certificados en el país 208

Figura 3.217: Exposición por variación porcentual en la precipitación media anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 en los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 209

Figura 3.218: Exposición por variación en la temperatura máxima anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 210

Figura 3.219: Exposición por variación en la temperatura mínima anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000 210

Figura 3.220: Zona costera oficial de Venezuela 213

Figura 3.221: Modelo digital de terreno costero. DeltaDTM 213

Figura 3.222: Territorios marítimos y región insular de Venezuela 215

Figura 3.223: Elevación del nivel del mar global y regional para el año 2100 (percentil 50 %), considerando como línea base 1995-2014 215

Figura 3.224: Proyecciones regionales IPCC-AR6 del cambio de nivel del mar sobre un sector de la franja acuática de la costa venezolana (N11W68) 216

Figura 3.225: Proyecciones regionales IPCC-AR6, versión simplificada a 5 percentiles, usando la herramienta NASA de visualización y descarga. Celda N11W68 216

Figura 3.226: Distribución espacial de los cambios en el nivel del mar, según IPCC-AR6: percentil 95 % 218

Figura 3.227: Elevaciones medias del nivel del mar para la zona costera de Venezuela, de acuerdo con las proyecciones IPCC-AR6 219

Figura 3.228: Superficie afectada por el INM en la zona costera venezolana (Percentil 95 %) 219

Figura 3.229: Ejemplos de visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM en Venezuela. Escenario SSP5-8.5, año 2070 INM por estados costeros 220

Figura 3.230: Superficie inundada por el INM en estados costeros 221

Figura 3.231: Ciudades costeras. Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Año 2070 222

Figura 3.232: Sitios RAMSAR. Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Año 2070 223

Figura 3.233: Temperatura promedio de la superficie del mar según el producto MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012. Línea Base (2001 – 2020) 224

Figura 3.234: Temperatura de la superficie del mar. Línea base y proyecciones futuras según los modelos HadGEM31-LL y Miroc 6 225

Figura 3.235: Temperatura de la superficie del mar. Anomalías según modelos HadGEM31-LL y Miroc 6 226

Figura 3.236: Proyecciones de la temperatura promedio de la superficie del mar y anomalías para franja acuática de Venezuela 228

Figura 3.237: Proyecciones de la temperatura promedio de la superficie del mar y anomalías para la región insular de Venezuela 230

Figura 3.238: Cadena de impactos para el sector ecosistemas-zonas costeras 231

Figura 3.239: Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Refugio de Fauna Cuare y Parque Nacional Morrocoy 235

Figura 3.240: Áreas naturales protegidas a nivel nacional. Fuente: MINEC, 2024 sobre la base del MINEC (2022) 237

Figura 3.241: Distribución espacial de la precipitación anual (mm) período (1971 – 2000) por área natural protegida 237

Figura 3.242: Distribución espacial de la precipitación anual (mm) período (1971 – 2000) por área natural protegida 238

Figura 3.243: Variación de la precipitación anual proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP2-4.5 238

Figura 3.244: Variación de la precipitación anual proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP2-4.5 239

Figura 3.245: Variación de la precipitación anual proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 239

Figura 3.246: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 239

Figura 3.247: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Biosfera- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 239

Figura 3.248: Variación de la precipitación anual proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP5-8.5 240

Figura 3.249: Variación de la precipitación anual proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP5-8.5 241

Figura 3.250: Variación de la precipitación anual proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5 241

Figura 3.251: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5 241

Figura 3.252: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Biosfera HadGEM31-LL-SSP5-8.5 241

Figura 3.253: Variación de la temperatura máxima proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP2-4.5 242

Figura 3.254: Variación de la temperatura máxima proyectada por Monumento Natural- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 242

Figura 3.255: Variación de la temperatura máxima proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 243

Figura 3.256: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 243

Figura 3.257: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Biosfera- HadGEM31-LL-SSP2-4.5 243

Figura 3.258: Variación de la temperatura máxima proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP5-8.5 244

Figura 3.259: Variación de la temperatura máxima proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP5-8.5 244

Figura 3.260: Variación de la temperatura máxima proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5 245

Figura 3.261: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5 245

Figura 3.262: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Biosfera HadGEM31-LL-SSP5-8.5 245

Figura 3.263: Distribución geográfica potencial del *Crocodylus intermedius* en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5; proyectado para el período (2021-2040) 250

Figura 3.264: Variación de la precipitación en el área de distribución potencial del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius)* en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 proyectado para el período (2021-2040) 250

Figura 3.265: Variación de la temperatura máxima en el área de distribución potencial del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius)* en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 proyectado para los períodos (2021-2040) 251

Figura 3.266: Cadena de impactos para el sector biodiversidad 251

Figura 3.267: Exposición por variación en la precipitación media por área natural protegida, para los escenarios los HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 252

Figura 3.268: Exposición por incremento en la temperatura máxima por área natural protegida, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 253

Figura 3.269: Sensibilidad por distribución espacial de la vulnerabilidad factor normalizado de la riqueza de especies animales por área natural protegida 253

Figura 3.270: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica 255

Figura 3.271: Distribución espacial de la vulnerabilidad por probabilidad de distribución de la especie para los escenarios HadGEM3-GC31-LL- SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5, período 2021-2040 255

Figura 3.272: Distribución espacial de la vulnerabilidad por factor normalizado intervención de las formaciones vegetales en el área de distribución del *Crocodylus intermedius*, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 256

Figura 3.273: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica por especies amenazadas 257

Figura 3.274: Exposición por variación en la precipitación media anual, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 257

Figura 3.275: Sensibilidad por factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales 259

Figura 3.276: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica por formaciones vegetales 259

Figura 3.277: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 260

Figura 3.278: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 260

Figura 3.279: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 260

Figura 3.280: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del 0ector diversidad biológica para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 260

Figura 3.281: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040 261

Figura 3.282: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040 261

Figura 3.283: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 261

Figura 3.284: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 262

Figura 3.285: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 262

Figura 3.286: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5, período 2021-2040 262

Figura 3.287: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040 263

Figura 3.288: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040 263

Figura 3.289: Alcance de las acciones e iniciativas de adaptación al cambio climático, financiadas con recursos nacionales 264

Figura 3.290: Avance promedio en la implementación de las medidas de adaptación por sector en las CDN del 2021, período 2021-2024 269

Figura 4.1: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2021 285

Figura 4.2: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2022 285

Figura 4.3: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2023 286

Figura 4.4: Distribución porcentual de las capacitaciones recibidas por la República Bolivariana de Venezuela 286

Lista de tablas

Tabla 1.1: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en la República Bolivariana de Venezuela (ABRAE) y su equivalente con las categorías UICN 29

Tabla 3.2: Atributos de la matriz de factor de adaptación 77

Tabla 3.1: Matriz de factor de adaptación 77

Tabla 3.3: Juicios de reclasificación para los factores de exposición y capacidad de adaptación 78

Tabla 3.4: Juicios de reclasificación para los factores de sensibilidad 79

Tabla 3.5: Juicios de reclasificación para el factor de adaptación 79

Tabla 3.6: Conjunto de datos empleados en el análisis de vulnerabilidad 80

Tabla 3.7: Cambios proyectados en las Áreas Agrícolas de Máxima Preservación para Riego - Categoría I (AAMPR - Categoría I), por estado 83

Tabla 3.8: Cambios proyectados en las principales Áreas Agrícolas de Mediana Preservación para Riego-Categoría II (AAMEPR-Categoría II), por estado 84

Tabla 3.9: Identificación, localización y características climáticas de los sitios seleccionados para el estudio 85

Tabla 3.10: Sistemas de cultivos simulados 86

Tabla 3.11: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector agricultura 91

Tabla 3.12: Recursos hídricos internos renovables (IRWR) y requisitos de caudales ambientales (EFR) por región hidrográfica en Venezuela (2010-2018), estimados con TerraClimate 100

Tabla 3.13: Reservas permanentes de agua subterránea por región hidrogeológica en Venezuela 101

Tabla 3.14: Características relevantes de las cuencas seleccionadas para estimar la afectación de la oferta de agua por efectos del cambio climático 107

Tabla 3.15: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Tocuyo con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 109

Tabla 3.16: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 109

Tabla 3.17: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo, con base en el modelo HadGEM31-LL- SSP5-8.5 111

Tabla 3.18: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca 111

Tabla 3.19: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 112

Tabla 3.20: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 113

Tabla 3.21: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 114

Tabla 3.22: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 114

Tabla 3.23: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Caroní con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 115

Tabla 3.24: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Caroní con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 116

Tabla 3.25: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Caroní, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 117

Tabla 3.26: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Caroní, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 117

Tabla 3.27: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 119

Tabla 3.28: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 119

Tabla 3.29: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 120

Tabla 3.30: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 120

Tabla 3.31: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Acarigua con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 122

Tabla 3.32: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Acarigua con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5. 122

Tabla 3.33: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Acarigua, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 123

Tabla 3.34: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Acarigua, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5 124

Tabla 3.35: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de los recursos hídricos por capacidad de almacenamiento en embalses 125

Tabla 3.36: Superficie y aspectos demográficos de los asentamientos urbanos, por estado 129

Tabla 3.37: Variaciones de la precipitación media anual y la temperatura media según el modelo HadGEM31-LL en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, período 2021-2040 en las principales ciudades del país 130

Tabla 3.38: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de sector Asentamientos Urbanos (viviendas) 131

Tabla 3.39: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector ciencia y tecnología 139

Tabla 3.40: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas 143

Tabla 3.41: Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y para el desarrollo sostenible y cambios climáticos proyectados 147

Tabla 3.42: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector educación básica 149

Tabla 3.43: Valores promedio anuales de la precipitación (mm) y las temperaturas mínima, máxima y media (°C) en las parroquias evaluadas (1971-2000). Sector: Educación Universitaria 151

Tabla 3.44: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector Educación Universitaria 154

Tabla 3.45: Distribución de población por género y estado 157

Tabla 3.46: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género. 159

Tabla 3.47: Población entre 20 - 34 años 161

Tabla 3.48: Promedio anual de la precipitación (mm) y las temperaturas mínima, máxima y media (°C) en las parroquias evaluadas (1971-2000) para el sector juventud y deporte 163

Tabla 3.49: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte 165

Tabla 3.50: Temperatura media anual (°C) en el AMO. Período: 1971–2000 168

Tabla 3.51: Precipitación media anual (mm) en el AMO. Período: 1971 –2000 168

Tabla 3.52: Temperatura media (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO. Período: 1971 – 2000 169

Tabla 3.53: Precipitación anual (mm) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO. Período: 1971 – 2000 169

Tabla 3.54: Distribución de la precipitación (mm) por área de producción minera en el AMO (para SSP2-4.5) 170

Tabla 3.55: Distribución de la precipitación (mm) por área de producción minera del AMO (para HadGEM31-LL- SSP5-8.5) 171

Tabla 3.56: Distribución de la temperatura media anual (°C) en el AMO (HadGEM SSP2-4.5) 172

Tabla 3.57: Distribución de la temperatura media anual (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5). 173

Tabla 3.58: Distribución de la temperatura media (°C) en el AMO (para HadGEM31-LL-SSP5-8.5) 174

Tabla 3.59: Distribución de la temperatura media (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5) 175

Tabla 3.60: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería 177

Tabla 3.61: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas 183

Tabla 3.62: Características de los principales eventos extremos en el pasado reciente 186

Tabla 3.63: Proyección para la precipitación y la temperatura según los escenarios derivados de HadGEM3-GC31-LL SSP2-4.5 y SSP5-8.5 en el Período 2021-2040 187

Tabla 3.64: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector riesgo y desastre 188

Tabla 3.65: Municipios con mayor vulnerabilidad climática y mayor potencial de desplazamiento humano en el sector riesgo y desastre, en HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040 191

Tabla 3.66: Casos de malaria en Venezuela2021-2040 193

Tabla 3.67: Precipitación media anual (mm) y temperatura media (°C) de los estados con más reportes de malaria, en el período 1971 - 2000 2021-2040 193

Tabla 3.68: Análisis de contribuciones para las variables bioclimática (HadGEM3-GC31-LL. SSP 2-4.5) 194

Tabla 3.69: Análisis de contribuciones para las variables bioclimática (HadGEM3-GC31-LL. SSP5-8.5 195

Tabla 3.70: Indicadores de la evaluación de Vulnerabilidad de la salud humana por enfermedades de transmisión por vector. Caso: malaria 197

Tabla 3.71: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo 200

Tabla 3.71: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo (Cont...) 201

Tabla 3.72: Cambios proyectados en las principales instalaciones petroleras y eléctricas del país 203

Tabla 3.73: Cambios proyectados en los Bloques de la Faja Petrolífera del Orinoco 204

Tabla 3.74: Cambios proyectados en las industrias manufactureras de la cuenca del Lago de Valencia 204

Tabla 3.75: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector Trabajo (Justicia Social) 205

Tabla 3.76: Parámetros de calidad de agua de la cuenca del río Tuy 209

Tabla 3.77: Incrementos del nivel del mar para percentiles 5, 17, 50, 83 y 95 %. Período 2020-2090. Escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 217

Tabla 3.78: Superficies inundadas por el INM en los estados costeros de Venezuela 220

Tabla 3.79: Superficie inundada por el INM en ciudades costeras 222

Tabla 3.80: Superficie inundada por el INM en sitios RAMSAR 223

Tabla 3.81: Temperatura Línea Base (2001-2020) según el producto MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012 224

Tabla 3.82: Intervalo de temperaturas promedio proyectadas para el área marítima en conjunto (HadGEM31-LL y Miroc 6) 226

Tabla 3.83: Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (HadGEM31-LL y Miroc 6) 227

Tabla 3.84: Proyección de temperaturas y anomalías para algunas islas de la región insular 229

Tabla 3.85: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la zona costera 231

Tabla 3.86: Factores de vulnerabilidad ante el cambio climático para las zonas costeras 232

Tabla 3.86: Factores de vulnerabilidad ante el cambio climático para las zonas costeras (Cont...) 233

Tabla 3.87: Parroquias de alta vulnerabilidad según el factor poblacional áreas afectadas por el INM (escenario SSP5-8.5) 235

Tabla 3.88: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en Venezuela (ABRAE) y su equivalente con las categorías UICN 236

Tabla 3.89: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en Venezuela (ABRAE) consideradas Áreas Naturales Protegidas y su equivalente con las categorías UICN 237

Tabla 3.90: Riqueza de especies animales promedio para cada área natural protegida 246

Tabla 3.91: Variables ambientales utilizadas en MaxEnt para generar los modelos de distribución del Caimán del Orinoco *(Crocodylus intermedius)* *247*

Tabla 3.92: Contribución de las variables ambientales al modelo MaxEnt de distribución del Caimán del Orinoco *(Crocodylus intermedius)*, escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040..... 248

Tabla 3.93: Contribución de las variables ambientales al modelo MaxEnt de distribución del Caimán del Orinoco *(Crocodylus intermedius)*, escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040..... 249

Tabla 3.94: Superficie de distribución actual y proyectada de la especie y los porcentajes de cambio para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 249

Tabla 3.95: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica 252

Tabla 3.96: Factor normalizado Riqueza de especies animales por área natural protegida..... 254

Tabla 3.97: Factor normalizado de intervención de las formaciones vegetales en el área de distribución del *Crocodylus intermedius*, para los escenarios HadGEM3-GC31-LL- SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5 período 2021-2040 256

Tabla 3.98: Valores obtenidos del coeficiente de importancia (K) de las formaciones vegetales..... 258

Tabla 3.99: Factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales..... 259

Tabla 3.100: Acciones e Iniciativas financiadas con recursos nacionales a través del Fondo Rotatorio..... 265

Tabla 3.101: Proyectos de Iniciativas de Cooperación Internacional, en el ámbito de la Adaptación al Cambio Climático con recursos no reembolsables de mecanismos financieros ambientales..... 266

Tabla 3.102: Resultados y productos del Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos 267

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación..... 270

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...) 271

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...) 272

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...) 273

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...) 274

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...) 275

Tabla 4.1: Información sobre el desarrollo de tecnología y el apoyo a la transferencia que necesitan las Partes que son países en desarrollo en virtud del artículo 10 del Acuerdo de París **283**

Tabla 4.2: Información sobre el apoyo a la creación de capacidad recibida por las Partes que son países en desarrollo en virtud del artículo 11 del Acuerdo de París **287**

Tabla 5.1: Información sobre el apoyo financiero recibido por la República Bolivariana de Venezuela, en virtud del Artículo 9 del Acuerdo de París **294**

Acrónimos y siglas

ABRAE	Áreas Bajo Régimen de Administración Especial
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, siglas en inglés
AMO	Arco Minero del Orinoco
BTR	Primer Informe bienal de transparencia
CBIT	Proyecto "Fortalecimiento de las capacidades nacionales de la República Bolivariana de Venezuela para responder a los compromisos del Acuerdo de París"
CDC	Curvas de duración de caudales
CIDIAT	Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial
CH_4	Metano
CMA	Conferencia de las partes que actúa como reunión de las partes del Acuerdo de París, siglas en inglés
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CND	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferencia de las Partes, siglas en inglés
CORPOELEC	Corporación Eléctrica Nacional
CRT	Tabla común de reporte
D	Valor por defecto para los factores de emisión
DA	Data de actividad
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DGMOCC	Dirección General de Monitoreo del Cambio Climático
EFR	Requisitos de caudales ambientales, siglas en inglés
ETM	Evapotranspiración Real
FASER	Fuentes de Agua Superficiales Empleadas para Riego
FASFA	Fuentes de Agua Subterráneas con Fines Agrícolas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, siglas en inglés
FAOSTAT	Base de datos y estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, siglas en inglés
GEI	Gases de efecto invernadero
GNV	Gas natural vehicular
GRACE	Experimento de recuperación gravitatoria y clima, siglas en inglés
GWP	Potencial de calentamiento global, siglas en inglés
HFC	Hidrofluorocarbonos
INAMEH	Instituto Nacional de Metereología e Hidrología
INE	Instituto Nacional de Estadística
INGEI	Inventario nacional de gases de efecto invernadero
INM	Incremento del nivel del mar
IPBES	Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, siglas en inglés
IPPU	Procesos industriales y uso de productos (sector), siglas en inglés
IRWR	Recursos hídricos internos renovables, siglas en inglés
MCG	Modelos de circulación global
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MINAGUAS	Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas
MINEC	Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo
MINCYT	Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología
MOP	Ministerio de Obras Públicas (Actualmente Ministerio del Poder Popular para Obras Públicas)
MPD	Modalidades, procedimientos y directrices
MTR	Marco de transparencia reforzado

N	Nitrógeno
N_2O	Óxido nitroso
NA	No aplica (clave de notación)
NAMA	Acciones de mitigación nacionalmente apropiadas, siglas en inglés
NE	No estimadas (clave de notación)
NOAA	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, del Departamento de Estado de EUA
NO_x	Óxidos de nitrógeno
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de Salud
PCG	Potencial de calentamiento global
PDVSA	Petróleos de Venezuela S.A.
PEA	Población económicamente activa
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PODE	Petróleo y otros datos estadísticos
POGIZC	Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras
PORU	Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso
QGW	Recursos hídricos subterráneos renovables, siglas en inglés
SAO	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
SIG	Sistema de información geográfico
SIGOT	Sistema de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio
SINAICC	Sistema Nacional de Información de Cambio Climático
T1	Método de Nivel 1
T1a	Método de Nivel 1ª
T2	Método de Nivel 2
TCN	Tercera Comunicación Nacional
TSM	Temperatura de la superficie del mar
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
ULA	Universidad de los Andes
UNELLEZ	Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”
UM	Unidad de muestreo
UTAS	Unidades Territoriales para la Atención a las Aguas
UTEC	Unidad Territorial Ecosocialista
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (sector)
VOR	Sistema de radio ayudas
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

República Bolivariana de Venezuela
Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

Autoridades

Presidente de la República Bolivariana de Venezuela
Nicolás Maduro Moros

Vicepresidenta Ejecutiva de la República Bolivariana de Venezuela
Delcy Rodríguez

Vicepresidente Sectorial de Obras Públicas y Servicios
Jorge Elieser Márquez Monsalve

Ministro del Poder Popular para Relaciones Exteriores
Yvan Eduardo Gil Pinto

Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo
Josué Alejandro Lorca Vega

Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad
José Pereira

Dirección General de Monitoreo de Cambio Climático
Yusbelys Carolina Belisario Arteaga

Dirección General de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales
Miguel Serrano

Dirección General de Mitigación al Cambio Climático
Darvid Villegas

Dirección General de Adaptación al Cambio Climático
Mayi Andrehina Rondón Roa

Dirección General de Políticas para el Fortalecimiento y Defensa de la Biodiversidad
Carmen Yaneth Duque

Dirección General de Diversidad Biológica
Juan Carlos Santander

Viceministerio de Servicios de Gestión del Ambiente
Hernán Toro

Dirección General de Políticas de Gestión y Conservación de Ecosistemas
Franklin José Linares Vizcaya
Abigail Castillo Carmona

Dirección de Conservación de suelos, Desertificación y Sequía
Saida Rivero Sánchez

Dirección de Ordenación del Territorio
Felicia Contreras Zambrano

Dirección de Conservación de Cuencas Hidrográficas
Lermis Lara
Carlin Ferreira Torres

Dirección General de Patrimonio Forestal
Zoraima Echenique
José Azuaje
Danmar Herrera
José Rojas

Viceministerio de Gestión Integral de la Basura
Oliver Samier

Dirección General de Gestión de Calidad Ambiental
José García
Yurly Tiberio
Freisanet Cabrera

Dirección General de Infraestructura de la Basura
Juan Sanabria
Jacobo Prada
Edgar Maldonado

Fundación Misión Árbol
Rosinés Chávez

Dirección General de la Misión Árbol
David Guillén

Dirección de Investigación e Innovación Fundación Misión Árbol
Arnaldo Vega

Instituto Nacional de Parques
Rosinés Chávez

Observatotio Nacional de la Crisis Climática
Director General
Jahn Leal

Agencia Implementadora
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Representante de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
Alexis Bonte

Representante Asistente (Programas) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
Manuel Claros Oviedo

Equipo Coordinador
Miguel Serrano

Director General de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales Punto Focal Operativo del FMAM
Yusbelys Belisario

Directora General (E) de Monitoreo de Cambio Climático Coordinadora Nacional del Proyecto
Franklin Paredes

Coordinador Técnico del Proyecto

Mecanismo Financiero
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)

Asistencia Técnica Internacional
Red de Transparencia Climática para América Latina y el Caribe Hispanohablante (CBIT-GSP)

Instituciones del estado participantes
Ministerio del Poder Popular para Relaciones Exteriores
Ministerio del Poder Popular para Relaciones Interiores, Justicia y Paz
Ministerio del Poder Popular de Planificación
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras

Ministerio del Poder Popular de Hidrocarburos
Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica
Ministerio del Poder Popular para la Alimentación
Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología
Ministerio del Poder Popular para el Deporte
Ministerio del Poder Popular para los Pueblos Indígenas
Ministerio del Poder Popular para el Proceso Social del Trabajo
Ministerio del Poder Popular para el Turismo
Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura
Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas
Ministerio del Poder Popular para la Salud
Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico
Ministerio del Poder Popular para Hábitat y Vivienda
Ministerio del Poder Popular para la Juventud
Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria
Ministerio del Poder Popular para el Transporte
Ministerio del Poder Popular de Industrias y Producción Nacional
Ministerio del Poder Popular para la Mujer y la Igualdad de Género
Ministerio del Poder Popular para las Comunas, Movimientos Sociales y Agricultura Urbana

Autorías de los capítulos

Coordinador

Franklin Paredes (MINEC-FAO)

Resumen ejecutivo

María Mendoza Ortega (MINEC-FAO)

Capítulo 1. Circunstancias nacionales

Karina Peña (MINEC-FAO)
Yarith Navarro (MINEC-FAO)
María Jacqueline Mendoza Ortega (MINEC-FAO)
Carlos Pereira (MINEC-FAO)
Carlos Manuel González (MINEC-FAO)

Capítulo 2. Inventario nacional de gases de efecto invernadero

Energía

Tania Elizabeth Masea Linares (MPPEE), Eduardo Ramírez (MPPP), Carlos Canelón (MPPP), Paula Henao (MPPP), ALM Eladio José Gregorio Jiménez Rattia (MPPT), GB. Freddy Borges Flores (MPPT), TCNEL Héctor Enrique Rojas Rodríguez (MPPT), ALM Edglis Emiro Herrera Balza (MPPT), Luis Alberto Pérez González, José Acosta (MINEC), Edinson Mayorga (MPPEE), Darwin Planes (MPPEE), Reinaldo González (Corpoelec), Massiel M. Briceño Bermúdez (MPPT), C.A. German Gómez (MPPT), Eliana Salazar (MPPT), CNEL Leonardo Briceño Dudamel (MPPT), Eliana Salazar (MPPT), CNEL Leonardo Briceño Dudamel (MPPT), Delhys Echevarreneta (PDVSA), Esther Rincón (PDVSA), Maryori Sánchez (PDVSA), Joelmi Pérez (MPPP), Yanine González (PDVSA INTEVEP), Norelys Sánchez (MPPP), Marisol Perozo (MPPP), Nardely Romero Bravo (MPPP), Yslander Amaury (MPPP), Bárbara Rangel Casique (MPPP), María Vincent (MPPP), José Miguel Castillo (MPPP), Reyes Greilys (MPPP), Karina Peña (MINEC-FAO) y Arturo Arreaza (MINEC-FAO)

IPPU

Indira Villafaña (FONDOIN), Yurly Tiberio (MINEC), Daniela Hernández (MINEC), Arturo Arreaza (MINEC-FAO) y Franklin Paredes (MINEC-FAO)

Agricultura

Karina Peña (MINEC-FAO), Oscar Silva (MINEC-FAO), Kretheis Márquez (MINEC-FAO), Frank Angulo (MINEC-FAO) y Verónica Joffre (CIDIAT-ULA)

UTCUTS

Abigail Castillo (MINEC), Saida Rivero Sánchez (MINEC), Jesica Salas Rodríguez (MINEC), Luxbranyf Rodríguez (MINEC), Danmar Herrera (MINEC), Rafael España (MINEC), Jesús Rangel (MINEC), Karina Peña (MINEC-FAO), Frank Angulo (MINEC-FAO), Oscar Silva (MINEC-FAO), Larisa Valero (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Desechos y residuos

Juan Sanabria (MINEC), Jacobo Prado (MINEC), Edgar Maldonado (MINEC), Josmar Barrios (MINEC), Fanny Fernández (MINEC), Yurly Tiberio (MINEC), Freisanet Cabrera (MINEC), José Runfola (CIULAMIDE), Miguel Cabeza (CIDIAT ULA), Karina Peña (MINEC-FAO) y Frank Angulo

Capítulo 3. Evaluación de los impactos, vulnerabilidad, y medidas de adaptación

Contexto general en materia de vulnerabilidad ante al cambio climático

Franklin Paredes (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Escenarios climáticos

Julio Cabanerit (MINEC-FAO), Richard Núñez (MINEC-FAO) y Dirk Thielen (MINEC-FAO)

Metodología de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático

Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector agricultura

Abigail Castillo Carmona (MINEC (MINEC-FAO), Oscar Silva (UCV), Verónica Joffre (CIDIAT-ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector agua

Luis Mora Mora (CIDIAT-ULA), Kretheis Márquez (MINEC-FAO), María Isabel Rojas (ULA) y Jesús Andrades (ULA)

Sector asentamientos urbanos

Verónica Joffre (ULA), Lenis Prado (CIDIAT-ULA), Frank Angulo (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector ciencia y tecnología

Juan Carlos Molina (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO

Sector comunas

Soriet Dezzeo (ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector educación básica

Oscar Tinjacá (CIDIAT-ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO

Sector educación universitaria

Larisa Valero (MINEC-FAO), Vanessa Hernández (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector género (mujer e igualdad de género)

Verónica Joffre (ULA), Yarith Navarro (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector juventud y deporte

Jean Román (MINEC), Verónica Joffre (Coordinación de Comisión Ambiental - ULA), Lenis Prado (CIDIAT-ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector minería

Soriet Dezzeo (CIDIAT-ULA), Larisa Valero (CIDIAT-ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector pueblos indígenas

Lenis Prado (CIDIAT-ULA), Verónica Joffre (Coordinación de Comisión Ambiental - ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector riesgo y desastre

Juan Carlos Molina (MINEC-FAO), Larisa Valero (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector salud

Verónica Joffre (CIDIAT-ULA), Dirk Thielen (MINEC-FAO) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Sector trabajo (justicia social)

Verónica Joffre (ULA), Lenis Prado (CIDIAT-ULA) y Kretheis Márquez (MINEC-FAO)

Capítulo 4. Capacidades nacionales para el logro del objetivo de la Convención

María Jacqueline Mendoza Ortega (MINEC-FAO)

Luis Díaz Martínez (MINEC-FAO)

Capítulo 5. Restricciones y brechas, necesidades financieras, técnicas y de capacidad relacionadas

Yarith Navarro (MINEC-FAO)

Luís Díaz Martínez (MINEC-FAO)

Gestión de datos del INGEI

Talmai Betancourt (MINEC-FAO)

Ángel Lorenzo (MINEC-FAO)

Jesús Andrés Gómez Tacoronte (MINEC)

Sebastián Rafael Márquez Sierra (MINEC)

Eudo Gabriel Valderrama Ortega (MINEC)

Franklin Paredes (MINEC-FAO)

Gestión de datos cartográficos

Frank Ángulo (MINEC-FAO)

Compilación y revisión del documento final

Miguel Serrano

Yusbelys Belisario

Juan Carlos Santander

Yorlandis Chiquito

Carlos Pereira

Carlos Manuel González

María Jacqueline Mendoza Ortega

Abigail Castillo

Karina Peña

Kretheis Márquez

Franklin Paredes

Carmelina Lanza

Yarith Navarro

Otros créditos

Paulo Cornejo (CBIT-GSP)

Universidad de los Andes (Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales)

Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT-ULA)

Universidad de Los Andes (Coordinación de Comisión Ambiental de la Universidad de Los Andes)

Fotografía

@Harrisón Ruíz

@Rosa Elena Betancourt

@Kicke Gámez

Diseño y Diagramación

Belkys Vásquez

Diseño de portada

Miguel Serrano y Rosa Elena Betancourt

Para mayor información:

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Torre Sur del Centro Simón Bolívar, Piso 10, El Silencio, Caracas, Distrito Capital, República Bolivariana de Venezuela
Teléfono: (+58) (212) 408 19 13 Fax: (+58) (212) 408 19 12

Noviembre-2024

Prohibida su Venta - Distribución Gratuita

A través de este documento se recopila la experiencia nacional en el tema del cambio climático, expresada en numerosas investigaciones y trabajos realizados en diferentes áreas, con la participación de representantes de los sectores ministeriales, empresas del Estado, empresas privadas, sectores educativos, académicos y de investigación. El proyecto Tercera Comunicación Nacional y Primer Informe Bienal de Transparencia ante la CMNUCC (GCP/VEN/11317/GFF - GEF ID: 11317) ha sido posible gracias al apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), ejecutado por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en Caracas, como agencia implementadora.



Prólogo

El Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela, a través del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), como autoridad ambiental venezolana, tiene el honor de presentar su Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en cumplimiento de los compromisos suscritos bajo el Principio de Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas.

Desde la presentación de la Primera y Segunda Comunicación Nacional, en los años 2012 y 2017, respectivamente, se han realizado avances significativos en el fortalecimiento de la gobernanza en el marco de la lucha contra la crisis climática. Uno de los hitos relevantes de este proceso es la integración del cambio climático en los Planes de Desarrollo Económico y Social, conocidos como: Plan de la Patria 2019-2025 y el Plan de las 7 Transformaciones 2025-2030, con fundamento en la construcción y consolidación del Ecosocialismo como enfoque de desarrollo económico basado en el respeto de los derechos de la Madre Tierra y el buen vivir del pueblo venezolano.

En materia de fortalecimiento institucional y gobernanza climática, se destaca la creación y el establecimiento de la Comisión Presidencial para el Cambio Climático como instancia interinstitucional del más alto nivel para la formulación y la adopción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, del Plan Nacional de Adaptación en los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos, de la Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional, y de la implementación del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC) a partir del año 2025.

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) es una muestra de los avances realizados en estos últimos años, el cual revela las tendencias y fuentes de estas emisiones, facilitando la identificación de sectores prioritarios para la implementación de medidas de mitigación, aun cuando el porcentaje de las emisiones de nuestro país apenas alcanza el 0,39% del total de las emisiones globales. La serie temporal empleada abarca el período 1990-2022, actualizando las categorías reportadas en la Primera y Segunda Comunicación Nacional.

Los avances en la capacidad de adaptación, disminución de la vulnerabilidad y aumento de resiliencia son explicados de manera detallada en este documento.

También es motivo de satisfacción y orgullo la presentación de avances concretos en el área de educación y sensibilización sobre la crisis climática a la población venezolana con el apoyo de las organizaciones del Poder Popular y de las instituciones gubernamentales competentes; especial mención merecen las Brigadas de Cambio Climático a nivel nacional por su rol estratégico para cumplir con esta tarea fundamental.

Estos avances han exigido, grandes esfuerzos y sacrificios por parte del Estado y el pueblo venezolano debido a factores externos, tales como: el impacto de la Pandemia del COVID19 y la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU), violatorias del derecho internacional y un obstáculo para el libre desarrollo del país y el cumplimiento de nuestros compromisos internacionales en materia de cambio climático.

La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de la República Bolivariana de Venezuela ha sido elaborada bajo los lineamientos del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) a través de la Comisión Presidencial para el Cambio Climático, gracias al apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y a la asistencia Técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como Agencia Implementadora. Nuestro reconocimiento especial a todas las instituciones gubernamentales, no gubernamentales, del sector académico y de investigación por sus valiosos aportes.

Josué Alejandro Lorca Vega
Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo



Resumen Ejecutivo

Capítulo 1. Circunstancias nacionales

Panorama general de la República Bolivariana de Venezuela

La República Bolivariana de Venezuela es un país megadiverso, con más de 33 millones de habitantes (49,9% mujeres), en una superficie terrestre de 1.075.945 km² y una superficie marítima de más de 700.000 km². Su territorio está dividido en 24 estados, 335 municipios y 1.136 parroquias. Cuenta con un clima diverso y una temperatura promedio anual que oscila entre 16 y 30 °C. La fase cálida del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), especialmente durante un evento fuerte y persistente, suele causar sequías en algunas regiones del país, mientras que la fase fría produce lluvias intensas.

En materia de cambio climático, el Estado promueve el ecosocialismo como modelo de desarrollo, a través de una estructura institucional robusta y un marco legal que impulsa la adaptación y mitigación del cambio climático. En este contexto, se han establecido 408 áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE), que abarcan el 65% de la superficie del país, con el fin de preservar sus ecosistemas y recursos hídricos. En el marco del cumplimiento de los acuerdos suscritos en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el Estado ha implementado políticas significativas y ha financiado proyectos de investigación y adaptación con recursos propios, lo que reafirma su compromiso con la sostenibilidad y la lucha contra la crisis climática, a pesar de enfrentar desafíos debido a la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU).

La economía del país, sustentada en la renta petrolera, sufrió una contracción producto del sabotaje a la industria petrolera y a un intento de golpe de Estado entre los años 2002 y 2003, respectivamente. Luego del año 2003, la economía creció cerca del 95% hasta el año 2014, cuando de nuevo fue impactada por el bloqueo económico como consecuencia de las MCU, lo que comprometió de manera importante la seguridad alimentaria y el libre desarrollo del país (Figura 1).

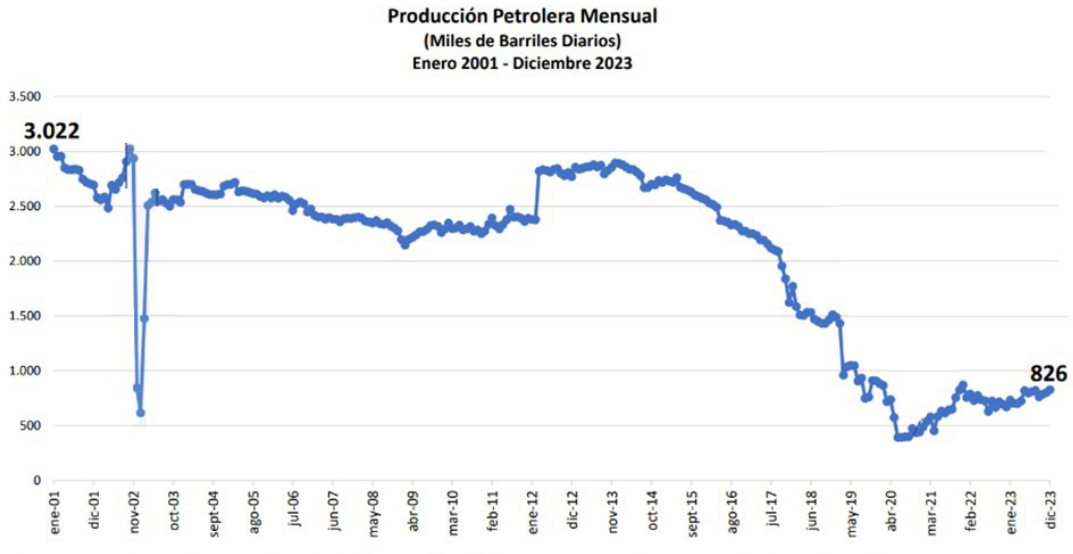


Figura 1: Evolución temporal de la producción petrolera venezolana

Fuente: MPPP, 2024.

Fortalecimiento de la institucionalidad en materia de cambio climático

La República Bolivariana de Venezuela sigue una ruta de progreso para el fortalecimiento de la institucionalidad en materia de cambio climático. En este contexto, el MINEC como autoridad nacional ambiental y punto focal técnico ante la CMNUCC, es el encargado de formular las políticas en la lucha contra crisis climática y de realizar las coordinaciones necesarias para el cumplimiento de los compromisos internacionales ambientales.

En el marco del fortalecimiento de la institucionalidad, la Presidencia de la República, mediante el Decreto N°. 4.612 (publicado en la Gaceta Oficial N°. 42.247 de fecha 3 de noviembre de 2021), creó la Comisión Presidencial para el Cambio Climático, instancia con carácter permanente. Esta comisión cuenta con una Secretaría Técnica ejercida por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) y está integrada por representantes de los ministerios del Poder Popular de Planificación, Relaciones Exteriores, Industrias y Producción Nacional, Ciencia y Tecnología, y otros con competencia. Las atribuciones de esta Comisión incluyen asesorar al Presidente de la República en materia de cambio climático, elaborar propuestas para su desarrollo normativo nacional y coordinar, mediante subcomisiones, la elaboración de la estrategia nacional ante el cambio climático, así como los planes nacionales de adaptación y mitigación.

En el año 2021, el Presidente de la República designó al Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo como Autoridad Nacional ante el Fondo Verde del Clima (FVC), mediante Decreto N°. 4.585. Simultáneamente, mediante Decreto N°. 4.586 se creó la Comisión Presidencial denominada Comité Nacional del Fondo Verde para el Clima (FVC). Posteriormente se establecieron los arreglos institucionales para acceder al programa de apoyo preparatorio del FVC.

En el marco del fortalecimiento de la gobernanza climática en febrero de 2022, fue creado el Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad (Decreto N°. 4.635), dentro del a estructura organizativa del MINEC. Esta instancia tiene diferentes Direcciones Generales dedicadas a la adaptación, mitigación y monitoreo del cambio climático, así como a la creación de la Dirección General de políticas para el fortalecimiento y defensa de la diversidad biológica. Este año también inicio el funcionamiento del Observatorio Nacional contra la Crisis Climática (ONCC).

La Dirección General de Adaptación al Cambio Climático (DGACC) tiene como objetivo establecer planes, programas y proyectos de adaptación al cambio climático, enfocados en reducir la vulnerabilidad, moderar los daños y evitar pérdidas, aprovechando las oportunidades para fortalecer la resiliencia de los sistemas económicos, sociales y ambientales a nivel nacional, regional y local.

La Dirección General de Mitigación al Cambio Climático (DGMCC) es la encargada de establecer y coordinar políticas, planes, programas y proyectos de mitigación para contribuir a la reducción de las emisiones de GEI y al aumento de la absorción de GEI por los sumideros.

La Dirección General de Monitoreo del Cambio Climático (DGMOCC) desempeña un papel fundamental en el seguimiento y análisis de las políticas y acciones climáticas. Esta dirección es responsable de la implementación del Sistema de Información Nacional de Cambio Climático (SINAICC), que evaluará periódicamente el cumplimiento de los compromisos climáticos en el Marco de la Transparencia Reforzada (MTR).

Capítulo 2. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

La República Bolivariana de Venezuela elaboró el inventario de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) empleando una serie temporal para el período 1990-2022. Es importante resaltar que la información utilizada proviene de estadísticas nacionales de las instituciones del Estado venezolano, lo que permite cumplir con los principios de transparencia. Este reporte contó con la validación sectorial, garantizando la calidad y certeza de los datos.

Los resultados obtenidos indican que la República Bolivariana de Venezuela contabilizó emisiones de 193.315 Gg CO_2 eq y absorciones de -285.352,20 Gg CO_2 neto para el año 2022. Al comparar con el año 2010, se logró una reducción de emisiones del 19,68% entre 2010 y 2022. Sin embargo, se registra un aumento de emisiones en el sector de la agricultura y la ganadería debido al incremento de la producción nacional para garantizar la seguridad alimentaria del pueblo venezolano. Conscientes de ello, se promueven prácticas agropecuarias sostenibles para la reducción de las emisiones.

Es de resaltar que el país puede ser considerado como un sumidero de carbono, debido a que las absorciones obtenidas en las tierras forestales de la República Bolivariana de Venezuela para el período 1990-2022, reflejan que el balance para el año 2022 contabilizó -313.514,87 Gg CO_2 neto. Esta tendencia se asocia a los progresos del país en la gestión territorial ecosocialista, consolidada en las últimas décadas

mediante la implementación del Plan de Reforestación Nacional y otras acciones de restauración de áreas degradadas, establecimiento de sistemas agroforestales, sistemas agrosilvopastoriles y plantaciones forestales a nivel nacional, así como la evolución de procesos de regeneración natural pasiva. Todo esto se realiza bajo el resguardo del 65 % del territorio nacional, clasificado como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

El balance general de emisiones y absorciones de la República Bolivariana de Venezuela evidencia una vez más que es un país Carbono Neutral, debido a que las emisiones netas de gases de efecto invernadero de los sectores energía, industria, agricultura, desechos y residuos no superan la cantidad que se elimina. Esto refleja que el modelo ecosocialista es el camino a seguir para no cambiar el clima, sino el sistema.

En cuanto a las medidas de mitigación reportadas por los distintos sectores en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) del año 2021, se presentan notables progresos en su cumplimiento.

Capítulo 3. Evaluación de los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación

Los escenarios climáticos para la República Bolivariana de Venezuela indican que la temperatura aumentará y las precipitaciones disminuirán en la mayor parte del territorio nacional. La mayor variación climática se presentaría en San Cristóbal, seguida de Mérida y Ciudad Guayana. Caracas, Maracay y Valencia experimentarían reducciones notables en la precipitación, especialmente bajo el escenario climático más pesimista, sugiriendo una mayor exposición a sequías. Porlamar también exhibiría reducciones moderadas de la precipitación, lo que tendría repercusiones no solo para los habitantes de las ciudades, sino también para las actividades turísticas y económicas.

En términos generales, en el escenario más crítico, el 60 % de la población del país presenta una vulnerabilidad media al cambio climático, manifestada en zonas de menor población, mientras que el 26 % del territorio proyecta una vulnerabilidad alta en el estado Sucre, parte de Zulia, los estados llaneros del país y en el sistema Lara-Falcón.

Para el sector agrícola, las proyecciones indican que cultivos de secano como el maíz, sorgo, soya y frijol podrían experimentar una disminución significativa en sus rendimientos debido al cambio climático. En las tierras agrícolas de máxima preservación, la vulnerabilidad alta se presenta en los estados Monagas, Miranda, Aragua, Carabobo, Cojedes, Portuguesa, Lara, Barinas, Táchira, Mérida y Trujillo. La vulnerabilidad media ocurre en los estados Anzoátegui, Guárico, Zulia y Falcón.

Las regiones hidrográficas más afectadas por disminuciones de precipitación son las regiones Central, Lago de Valencia y Llanos Centrales, mientras que los mayores incrementos de temperatura se registrarían en los estados Amazonas, Bajo Apure y Caroní. Esta última región, considerada como la de mayor almacenamiento de agua superficial en el país, sería la más vulnerable al cambio climático.

En cuanto a las estaciones del sistema de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima, el 65,32 % de las mismas estarían ubicadas en una zona de sensibilidad media, mientras que el 1,6 % de la red se vería mayormente comprometida al estar en una zona de alta vulnerabilidad.

En el contexto de riesgo y desastres, los habitantes de 54 municipios del país (distribuidos en los estados Anzoátegui, Aragua, Bolívar, Carabobo, Delta Amacuro, Guárico, Lara, Miranda, Sucre, Táchira y Zulia) se consideran una población con potencial de desplazamiento humano. Sin embargo, es necesario destacar que este análisis debe ser complementado con otros factores propios de la ocupación y uso del territorio, el uso y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos y medios de vida, así como las capacidades institucionales y de las propias comunidades que definen la resiliencia climática.

Respecto al sector salud, la vulnerabilidad se evaluó considerando el incremento de enfermedades transmitidas por vectores, en este caso la malaria. Luego de simular el comportamiento del vector y el factor de adaptación del sector, se estimó que la vulnerabilidad media cubre el 44 % del territorio nacional (concentrada en el estado Bolívar), aumentando en el escenario más crítico a 48 %, con mayor presencia en los estados Anzoátegui, Falcón, Portuguesa, Carabobo, Aragua, Miranda y Monagas.

La población económicamente activa (PEA) ocupada también se considera vulnerable al cambio climático. Los servicios comunales, sociales y personales representan la fuerza de trabajo mayormente impactada en cuanto al número de trabajadores.

Para el sector minería, se consideró la evaluación de la Zona de Desarrollo Estratégico Arco Minero del Orinoco, esencial del Motor Minero. La tendencia a la disminución de la precipitación se vuelve más pronunciada a medida que avanzan los períodos analizados. El bloque Josefa Camejo presentará un 86 % de reducción de las precipitaciones.

En la actualidad, el país cuenta con 32 laboratorios certificados distribuidos en 11 estados, que prestan servicios para la caracterización de efluentes líquidos, emisiones atmosféricas, suelos, materiales y desechos peligrosos. Del mismo modo, la Dirección General de Gestión de la Calidad Ambiental monitorea los vertidos líquidos domésticos e industriales en las cuencas del Lago de Valencia, río Tocuyo, río Yaracuy, río Tuy y río Santo Domingo. Esta Dirección actualmente se encuentra en un proceso de fortalecimiento de capacidades que permita relacionar los procesos de contaminación ambiental y el cambio climático.

Las proyecciones del incremento del nivel del mar para el escenario más crítico revelaron que la mayor proporción de variaciones en la franja costera se presentarán en siete parroquias distribuidas en los estados Anzoátegui, Falcón, Nueva Esparta y Sucre, con una afectación potencial de 3.461 habitantes para el año 2030 y 9.611 habitantes para el 2050.

En todas las comunidades indígenas, bajo el escenario más crítico, se espera una reducción de la precipitación anual. Las comunidades más afectadas serían las de la Gran Sabana, con disminuciones de hasta 530 mm, seguidas de las ubicadas en Perijá con 301 mm, las del este del estado Amazonas con 284 mm, las del Delta del Orinoco con 240 mm y las de la Gran Goajira con 231 mm. Las anomalías de temperatura alcanzarían los 2,5 °C para las comunidades de la Gran Sabana. En el caso del este del estado Amazonas, se proyecta un incremento de 2,20 °C, y para las ubicadas en Perijá, la Gran Goajira y el Delta del Orinoco 2,18 °C; 1,8 °C y 1,79 °C, respectivamente.

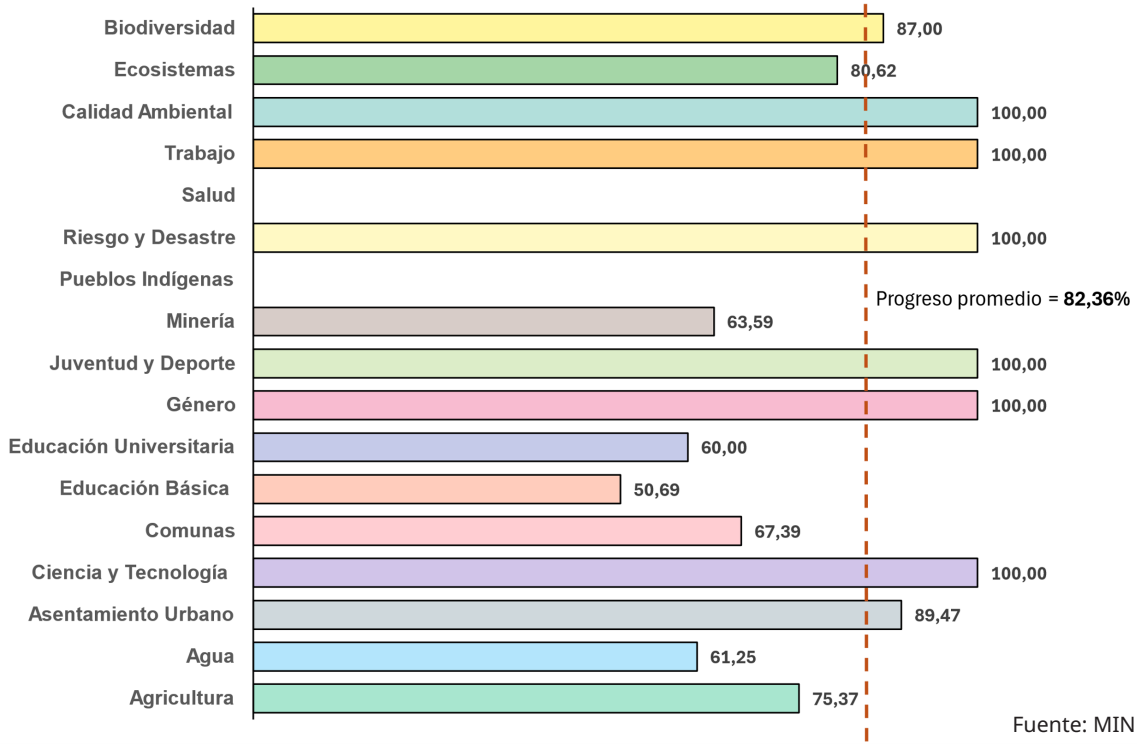
Dado el avance del cambio climático, se estima además que las áreas naturales se verán afectadas, lo que a su vez impactará la diversidad biológica. Las áreas naturales más afectadas en el escenario más crítico, según su categoría, serán el Parque Nacional Waraira Repano y el Parque Nacional Macarao. En la categoría de Monumentos Naturales, se encuentran el Monumento Natural Cerro Santa Ana y el Monumento Natural Pico Codazzi. En la categoría de Refugio de Fauna, se incluyen el Refugio de Fauna Silvestre Ciénaga de Los Olivitos y el Refugio de Fauna Silvestre Laguna Boca de Caño. En la categoría de Reserva de Fauna, se encuentran la Reserva de Fauna Ciénaga de la Palmita e Isla de Pájaros y la Reserva de Fauna Tucurere. Para la categoría de Reserva de Biosfera, se tiene la Reserva de Biosfera Alto Orinoco-Casiquiare.

En cuanto a los sectores de educación básica y universitaria, así como juventud, estos son considerados como agentes de lucha contra el cambio climático, cuyo propósito es disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la población ante el cambio climático.

Para cumplir con el lineamiento nacional y el objetivo global de adaptación al cambio climático, el país ha emprendido proyectos e iniciativas financiadas con recursos nacionales a través del Fondo Rotatorio, así como proyectos de cooperación internacional para el cambio climático con recursos no reembolsables de mecanismos financieros ambientales. Los proyectos financiados por el Fondo Rotatorio contemplan cinco grandes alcances: i) fortalecimiento institucional e instrumentos de política climática, ii) desarrollo de resiliencia y capacidades colectivas, iii) gestión y conservación de servicios ecosistémicos, iv) seguridad alimentaria y prácticas agrícolas resilientes, y v) género y cambio climático.

En cuanto a los proyectos de cooperación internacional, se destaca el Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. Este Programa de Apoyo Preparatorio, presentado por el MINEC ante el Fondo Verde del Clima (FVC) con la colaboración técnica de la FAO, contribuirá a abordar brechas, barreras y necesidades de adaptación al cambio climático en los sectores específicos. El PNA se desarrollará a través de un proceso inclusivo y participativo, tomando en consideración las prioridades y acciones de la República Bolivariana de Venezuela relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con un enfoque en soluciones de adaptación basadas en ecosistemas y otras medidas complementarias. Además, incluye una perspectiva de género, un enfoque en pueblos indígenas y la vinculación con el sector privado.

Los sectores mencionados en la actualización de la CDN del 2021 han implementado medidas de adaptación ante el cambio climático utilizando recursos propios, mostrando un avance general bastante significativo (Figura 2). En cada sector, las medidas van dirigidas a promover la reducción de la vulnerabilidad del país ante los efectos adversos del cambio climático y el fortalecimiento de la resiliencia. Estas acciones facilitan una respuesta adecuada y proactiva a los desafíos climáticos, protegen los ecosistemas, mejoran la calidad de vida de las comunidades y aseguran un desarrollo sostenible.



Fuente: MINEC, 2024.

Figura 2: Avance promedio en la implementación de medidas de adaptación por sector incluido en las CDN, periodo 2021-2024

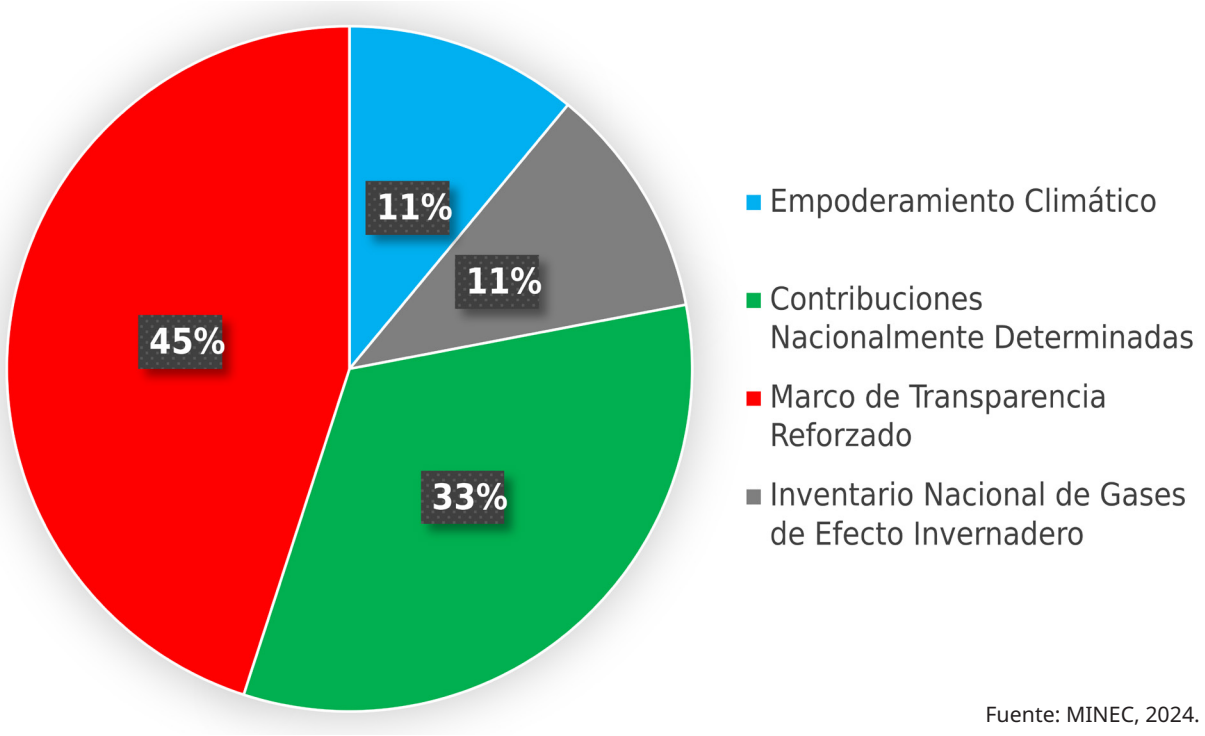
Capítulo 4. Otra información considerada relevante para el logro del objetivo de la convención

Bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, la República Bolivariana de Venezuela ha dado pasos certeros hacia el logro de los objetivos de la Convención, gracias a la consolidación de convenios de cooperación internacional, regional y entre instituciones nacionales. Estos convenios han impulsado proyectos e investigaciones nacionales en materia de cambio climático.

En el campo de la investigación y la observación sistemática, destacan la Red de Estaciones Hidrometeorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) y el Sistema de Medición y Monitoreo Marino-Costero. Además, se han realizado investigaciones aplicadas en evaluación de impactos, sistemas de alerta temprana, monitoreo y observación para la vigilancia de sequías y lluvias, monitoreo de la cobertura forestal y la gestión de la Red Hidrometeorológica de la Cuenca Amazónica, entre otros.

La educación ambiental en el país está integrada en todos los niveles del sistema educativo. El MINEC lidera acciones y programas formativos, fomenta la participación popular y la divulgación de políticas ambientales mediante diversas actividades, como cine-foros y talleres, que han concienciado a los participantes sobre los riesgos del cambio climático y la necesidad de implementar medidas de adaptación.

El financiamiento climático internacional, en términos de formación de capacidades, se orienta en gran medida al área del marco de transparencia reforzado y la elaboración de inventarios nacionales de GEI (Figura 3). Estos esfuerzos han impactado de manera significativa a diversos grupos de la población, lo que resalta la importancia de la educación ambiental en la construcción de una sociedad más consciente y activa en la protección del medio ambiente.



Fuente: MINEC, 2024.

Figura 3: Distribución porcentual de las capacitaciones recibidas por la República Bolivariana de Venezuela

Capítulo 5. Obstáculos y necesidades financieras, técnicas y de capacidad relacionadas

En las últimas dos décadas, la República Bolivariana de Venezuela ha enfrentado desafíos considerables para abordar los efectos del cambio climático. Las Medidas Coercitivas Unilaterales impuestas al país limitaron la inversión en tecnologías y la implementación de medidas de adaptación y mitigación sectoriales. A pesar de este contexto adverso, la República Bolivariana de Venezuela ha logrado avances significativos:

• Integración de acciones climáticas en planes de desarrollo: Se ha incorporado la dimensión climática en los planes de desarrollo nacionales, reconociendo la importancia de la adaptación y mitigación en el contexto del desarrollo sostenible.

• Fortalecimiento institucional: Se han establecido arreglos institucionales clave como la Comisión Presidencial para el Cambio Climático y el Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad, demostrando un compromiso con la acción climática.

• Desarrollo del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC): Con recursos propios, el MINEC ha impulsado el desarrollo del SINAICC para mejorar la recopilación de datos sobre emisiones de GEI. Esta iniciativa es fundamental para acceder a financiamiento internacional, facilitar el reporte de las comunicaciones nacionales, fortalecer la institucionalidad y permitir al país monitorear sus progresos, identificar áreas prioritarias de acción y cumplir con las modalidades, procedimientos y directrices del marco de transparencia reforzado.



Executive Summary

Chapter 1. National Circumstances

Overview of the Bolivarian Republic of Venezuela

The Bolivarian Republic of Venezuela is a megadiverse country with a population of over 33 million people, of which 49.9% are women. The national territory spans 1,075,945 square kilometers of land and over 700,000 square kilometers of maritime area. It is divided into 24 states, 335 municipalities, and 1,084 parishes. Venezuela has a varied climate with an average annual temperature ranging from 16 to 30 °C. The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon affects the country's climate patterns: the warm phase, especially during a strong, persistent event, typically leads to droughts in some regions, while the cold phase brings intense rainfall.

Regarding climate change, the Venezuelan State promotes ecosocialism as a development model, supported by a robust institutional structure and a legal framework that drives climate change adaptation and mitigation. In this context, 408 special administration areas (ABRAE) have been established, covering 65% of the country's surface area to preserve its ecosystems and water resources.

In line with its commitments under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the State has implemented significant policies and funded research and adaptation projects with its own resources, reaffirming its commitment to sustainability and the fight against the climate crisis, despite facing challenges due to the imposition of Unilateral Coercive Measures (UCM).

The country's oil-dependent economy experienced a contraction due to sabotage of the oil industry and an attempted coup d'état in 2002 and 2003, respectively. After 2003, the economy grew by nearly 95% until 2014, when it was once again impacted by economic sanctions as a result of Unilateral Coercive Measures (UCM), which significantly compromised food security and hindered the country's ability to develop freely (Figure 1).

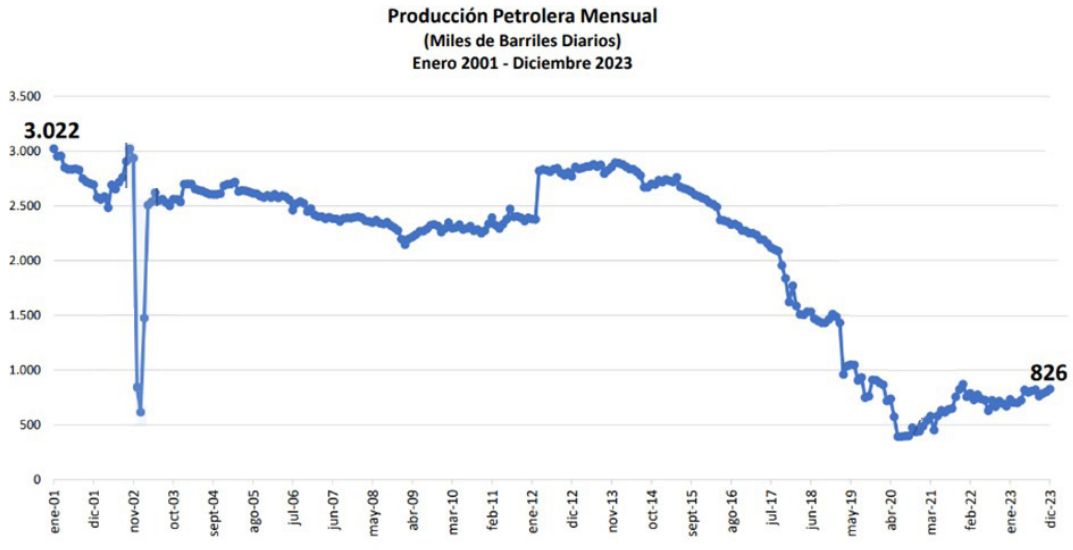


Figure 1: Changes in Venezuelan oil production over time

Source: MPPP, 2024.

Strengthening Climate Change Institutions

The Bolivarian Republic of Venezuela is advancing along a path to strengthen its institutions in matters related to climate change. In this context, the Ministry of People's Power for Ecosocialism (MINEC), as the national environmental authority and technical focal point to the UNFCCC, is responsible for formulating policies to combat the climate crisis and for coordinating efforts to meet international environmental commitments.

As part of strengthening institutional frameworks, the Presidency of the Republic, through Decree No. 4.612 (published in Official Gazette No. 42.247 on November 3, 2021), established the Presidential Commission for Climate Change as a permanent body. This commission has a Technical Secretariat led by the Ministry of People's Power for Ecosocialism (MINEC) and is composed of representatives from the Ministries of People's Power for Planning, Foreign Affairs, Industries and National Production, Science and Technology, and other relevant authorities. The responsibilities of this Commission include advising the President of the Republic on climate change matters, developing proposals for national regulatory development, and coordinating, through subcommittees, the creation of the national climate change strategy, as well as the national adaptation and mitigation plans.

In 2021, the President of the Republic appointed the Minister of People's Power for Ecosocialism as the National Authority to the Green Climate Fund (FVC), through Decree No. 4.585. Simultaneously, through Decree No. 4.586, the Presidential Commission named the National Committee of the Green Climate Fund (FVC) was created. Subsequently, institutional arrangements were established to access the FVC's readiness support program.

As part of strengthening climate governance, in February 2022, the Vice Ministry for the Preservation of Life and Biodiversity was created (Decree No. 4.635) within the organizational structure of MINEC. This body includes various General Directorates dedicated to adaptation, mitigation, and monitoring of climate change, as well as the creation of the General Directorate for policies to strengthen and defend biodiversity. This year also marked the start of operations of the National Observatory for the Climate Crisis (ONCC).

The General Directorate of Climate Change Adaptation (DGACC) aims to establish plans, programs, and projects for climate change adaptation, focusing on reducing vulnerability, moderating damage, and preventing losses, while seizing opportunities to strengthen the resilience of economic, social, and environmental systems at the national, regional, and local levels.

The General Directorate of Climate Change Mitigation (DGMCC) is responsible for establishing and coordinating policies, plans, programs, and projects for mitigation to contribute to the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions and the increase of GHG absorption by sinks.

The General Directorate of Climate Change Monitoring (DGMOCC) plays a key role in tracking and analyzing climate policies and actions. This directorate is responsible for implementing the National Climate Change Information System (SINAICC), which will periodically assess the compliance with climate commitments under the Enhanced Transparency Framework (ETF).

Chapter 2. National Greenhouse Gas Inventory

The Bolivarian Republic of Venezuela developed the inventory of greenhouse gas (GHG) emissions and absorptions using a time series for the period 1990-2022. It is important to highlight that the information used comes from national statistics provided by Venezuelan state institutions, ensuring compliance with transparency principles. This report underwent sectoral validation, guaranteeing the quality and accuracy of the data.

In 2022, Venezuela reported emissions of 193,315 Gg CO_2 eq and absorptions of -285,352.20 Gg CO_2 net. Compared to 2010, the country reduced emissions by 19.68% between 2010 and 2022. However, emissions in the agricultural sector increased due to a rise in national production aimed at ensuring food security for the Venezuelan people. Acknowledging this, the government is promoting sustainable agricultural practices to reduce emissions.

It is important to highlight that the country can be considered a carbon sink, as the absorptions recorded in the forest lands of the Bolivarian Republic of Venezuela for the period 1990-2022 show that the balance for 2022 accounted for -313,514.87 Gg CO_2 net. This trend is linked to the country's progress in ecosocialist land management, consolidated in recent decades through the implementation of the National Reforestation Plan and other actions to restore degraded areas, establish agroforestry systems, agrosilvopastoral systems, and forest plantations nationwide, as well as the evolution of passive natural regeneration processes. All of this is carried out under the protection of 65% of the national territory, classified as Special Administration Areas (ABRAE).

The overall balance of emissions and absorptions in the Bolivarian Republic of Venezuela shows once again that

it is a Carbon Neutral country, as the net greenhouse gas emissions from the energy, industry, agriculture, and waste sectors do not exceed the amount that is removed. This continues to demonstrate that the ecosocialist model is the path forward, not to change the climate, but to change the system.

Regarding the mitigation measures reported by different sectors in the 2021 Nationally Determined Contributions (CDN), a reduction of 11,402,406.23 tons of CO_2 equivalent was recorded between 2010 and 2022. The Land Use, Land Use Change, and Forestry (UTCUTS) sector contributed 77.39% of the total emission reduction, followed by the energy sector with 20.00% and the waste and residues sector with 0.40%.

Chapter 3. Assessment of Impacts, Vulnerability, and Adaptation Measures

Climate scenarios for the Bolivarian Republic of Venezuela indicate that temperatures will rise, and precipitation will decrease across most of the national territory. The greatest climate variation would occur in San Cristóbal, followed by Mérida and Ciudad Guayana. Caracas, Maracay, and Valencia would experience notable reductions in precipitation, especially under the most pessimistic climate scenario, suggesting greater exposure to droughts. Porlamar would also show moderate reductions in precipitation, which would have implications not only for the residents of the cities but also for tourism and economic activities.

In general terms, in the most critical scenario, 60% of the country's population faces medium vulnerability to climate change, mainly in areas with lower population density, while 26% of the territory projects high vulnerability, particularly in the state of Sucre, parts of Zulia, the country's plains states, and the Lara-Falcón system.

For the agricultural sector, projections indicate that rainfed crops such as corn, sorghum, soybeans, and beans could experience a significant decrease in their yields due to climate change. In the agricultural lands designated for maximum preservation, high vulnerability is observed in the states of Monagas, Miranda, Aragua, Carabobo, Cojedes, Portuguesa, Lara, Barinas, Táchira, Mérida, and Trujillo. Medium vulnerability occurs in the states of Anzoátegui, Guárico, Zulia, and Falcón.

The most affected hydrographic regions by decreased precipitation are the Central, Lake of Valencia, and Central Plains regions, while the highest temperature increases would be recorded in the states of Amazonas, Bajo Apure, and Caroní. The latter region, considered the one with the largest surface water storage in the country, would be the most vulnerable to climate change.

Regarding the stations of the hydrometeorological monitoring and climate prediction system, 65.32% of them would be located in an area of medium sensitivity, while 1.6% of the network would be mostly at risk, as they are situated in a high vulnerability zone.

In the context of risk and disasters, the inhabitants of 54 municipalities in the country (distributed across the states of Anzoátegui, Aragua, Bolívar, Carabobo, Delta Amacuro, Guárico, Lara, Miranda, Sucre, Táchira, and Zulia) are considered a population with potential for human displacement. However, it is important to highlight that this analysis must be complemented by other factors related to land occupation and use, the use and exploitation of ecosystem services and livelihoods, as well as the institutional and community capacities that define climate resilience.

Regarding the health sector, vulnerability was assessed by considering the increase in vector-borne diseases, specifically malaria. After simulating the behavior of the vector and the adaptation factor of the sector, it was estimated that medium vulnerability covers 44% of the national territory (concentrated in the state of Bolívar). In the most critical scenario, this vulnerability increases to 48%, with a higher presence in the states of Anzoátegui, Falcón, Portuguesa, Carabobo, Aragua, Miranda, and Monagas.

The economically active population (PEA) employed is also considered vulnerable to climate change. The communal, social, and personal services represent the workforce most affected in terms of the number of workers.

For the mining sector, authorities considered the evaluation of the Strategic Development Zone, which is essential to the Mining Engine, the Orinoco Mining Arc. As the analyzed periods progress, the trend of decreasing precipitation becomes more pronounced. The Josefa Camejo block will see an 86% reduction in precipitation.

Currently, the country has 32 certified laboratories spread across 11 states, providing services for the characterization of liquid effluents, atmospheric emissions, soils, materials, and hazardous waste. Similarly, the General Directorate of Environmental Quality Management monitors domestic and industrial liquid discharges in the basins of Lago de Valencia, the Tocuyo River, the Yaracuy River, the Tuy River, and the Santo Domingo River. This Directorate is currently strengthening its capabilities to link environmental pollution processes with climate change.

Projections for sea level rise in the most critical scenario revealed that the largest proportion of variations along

the coastal strip will occur in seven parishes across the states of Anzoátegui, Falcón, Nueva Esparta, and Sucre. These changes could potentially affect 3,461 inhabitants by 2030 and 9,611 inhabitants by 2050.

In all indigenous communities, the most critical scenario predicts a reduction in annual precipitation. The communities most affected would be those in Gran Sabana, with decreases of up to 530 mm, followed by those in Perijá with 301 mm, in eastern Amazonas with 284 mm, in the Orinoco Delta with 240 mm, and in Gran Guajira with 231 mm. Temperature anomalies could reach 2.5 °C for the communities in Gran Sabana. For the eastern Amazonas, projections show an increase of 2.20 °C, while communities in Perijá, Gran Guajira, and the Orinoco Delta could see increases of 2.18 °C, 1.8 °C, and 1.79 °C, respectively.

Given the progress of climate change, estimates indicate that natural areas will also be affected, which will in turn impact on biological diversity. The most affected natural areas in the most critical scenario, according to their category, will be Waraira Repano National Park and Macarao National Park. In the category of Natural Monuments, we find Cerro Santa Ana Natural Monument and Pico Codazzi Natural Monument. In the category of Wildlife Refuges, the Ciénaga de Los Olivitos Wildlife Refuge and Laguna Boca de Caño Wildlife Refuge are included. In the category of Wildlife Reserves, we find the Ciénaga de la Palmita and Isla de Pájaros Wildlife Reserve and the Tucurere Wildlife Reserve. For the Biosphere Reserve category, the Alto Orinoco-Casiquiare Biosphere Reserve is listed.

Regarding the basic and higher education sectors, as well as youth, these sectors are considered agents in the fight against climate change. Their purpose is to reduce vulnerability and increase the population's resilience to climate change.

To meet the national guidelines and the global goal of adapting to climate change, the country has launched projects and initiatives financed with national resources through the Rotating Fund, as well as international cooperation projects for climate change with non-reimbursable resources from environmental financial mechanisms. The projects funded by the Rotating Fund cover five main areas: i) institutional strengthening and climate policy instruments, ii) development of resilience and collective capacities, iii) management and conservation of ecosystem services, iv) food security and resilient agricultural practices, and v) gender and climate change.

Regarding international cooperation projects, the National Adaptation Plan (PNA) stands out in the sectors of Agriculture, Fisheries, and Water Resources. This Preparatory Support Program, presented by MINEC to the Green Climate Fund (FVC) with technical collaboration from FAO, will help address gaps, barriers, and adaptation needs to climate change in these specific sectors. The PNA will develop through an inclusive and participatory process, considering Venezuela's priorities and actions related to the Sustainable Development Goals (SDGs), focusing on ecosystem-based adaptation solutions and other complementary measures. It will also incorporate a gender perspective, focus on indigenous peoples, and link with the private sector.

The sectors mentioned in the 2021 Nationally Determined Contributions (CDN) update have implemented climate change adaptation measures using their own resources, showing significant overall progress (Figure 2). In each sector, the measures aim to reduce the country's vulnerability to the adverse effects of climate change and strengthen resilience. These actions enable an appropriate and proactive response to climate challenges, protect ecosystems, improve the quality of life for communities, and ensure sustainable development.

Chapter 4. Other relevant information considered for achieving the objective of the convention

Under the principle of common but differentiated responsibilities, the Bolivarian Republic of Venezuela has taken decisive steps toward achieving the objectives of the Convention. This progress comes from consolidating international, regional, and national institutional cooperation agreements. These agreements have driven national projects and research on climate change.

In the field of research and systematic observation, the National Institute of Meteorology and Hydrology's (INAMEH) network of hydrometeorological stations and the Marine-Coastal Measurement and Monitoring System stand out. Additionally, applied research has been conducted on impact assessments, early warning systems, drought and rainfall monitoring, forest cover monitoring, and the management of the Hydrometeorological Network of the Amazon Basin, among others.

Environmental education in the country integrates all levels of the education system. MINEC leads actions and training programs, promotes public participation, and spreads environmental policies through various activities, such as film forums and workshops. These activities have raised participants' awareness of the risks of climate change and the need to implement adaptation measures.

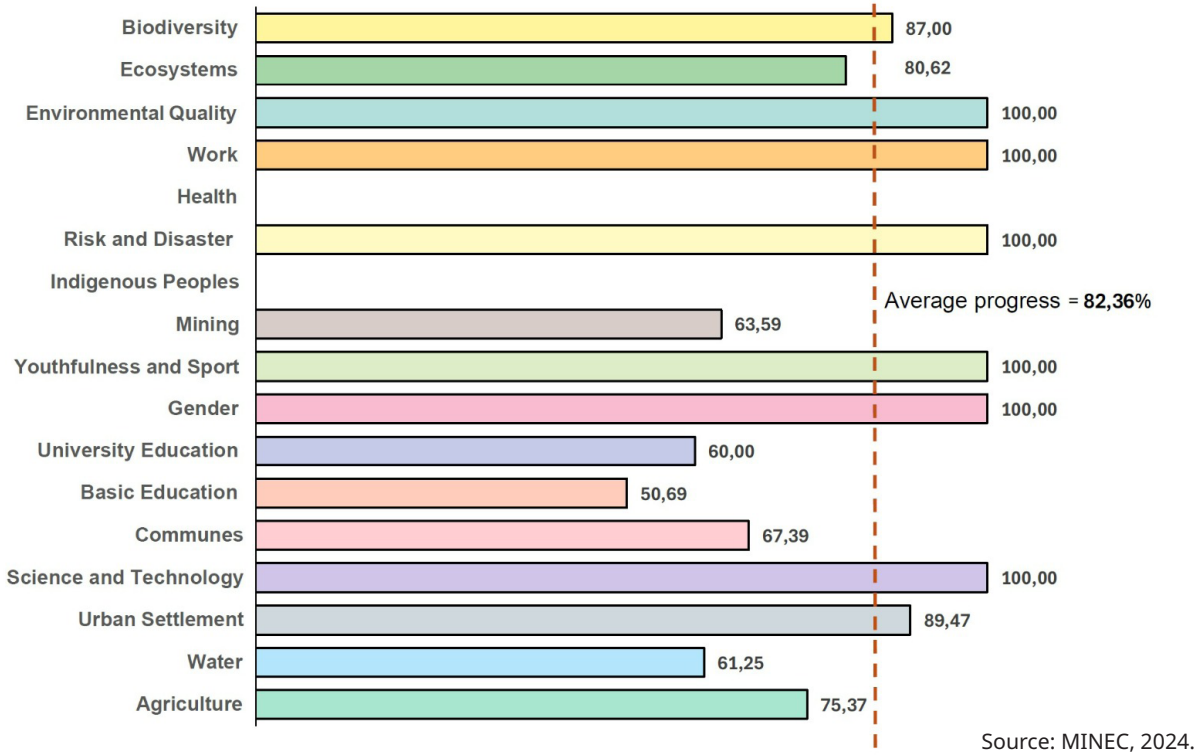


Figure 2: Average progress in the implementation of adaptation measures by sector included in the NDC, period 2021-2024

International climate finance, in terms of capacity building, mainly focuses on the enhanced transparency framework and the development of national GHG inventories (Figure 3). These efforts have significantly impacted various population groups, highlighting the importance of environmental education in building a more conscious and active society in protecting the environment.

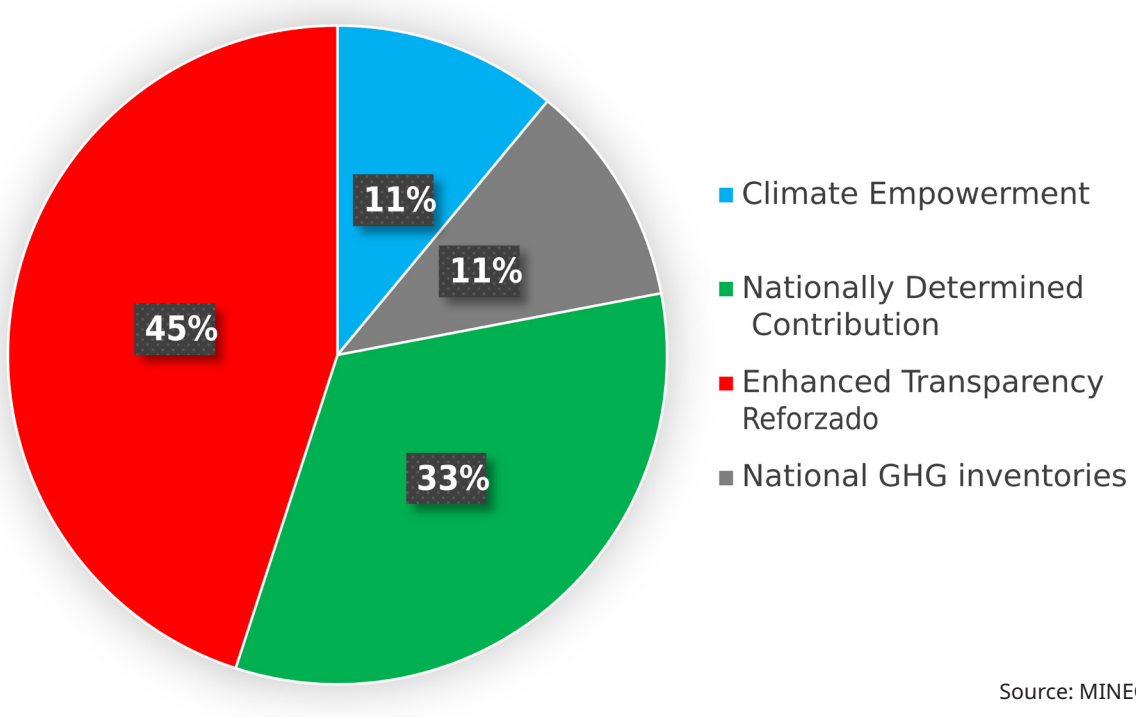
Chapter 5. Financial, Technical, and Capacity-Related Barriers and Needs

In the last two decades, the Bolivarian Republic of Venezuela has faced considerable challenges in addressing the effects of climate change. The Unilateral Coercive Measures imposed on the country limited investment in technologies and the implementation of sectoral adaptation and mitigation measures. Despite this adverse context, the Bolivarian Republic of Venezuela has made significant progress:

• Integration of climate actions into development plans: The country has incorporated the climate dimension into national development plans, recognizing the importance of adaptation and mitigation in the context of sustainable development.

• Institutional strengthening: Key institutional arrangements, such as the Presidential Commission for Climate Change and the Vice Ministry for the Preservation of Life and Biodiversity, have been established, demonstrating a commitment to climate action.

• Development of the National Climate Change Information System (SINAICC): Using its own resources, MINEC has driven the development of SINAICC to improve data collection on GHG emissions. This initiative is crucial for accessing international funding, facilitating the reporting of national communications, strengthening institutional capacity, and enabling the country to monitor its progress, identify priority areas for action, and comply with the modalities, procedures, and guidelines of the enhanced transparency framework.



Source: MINEC, 2024.

Figure 3: Percentage distribution of training received by the Bolivarian Republic of Venezuela.



Capítulo 1

Circunstancias Nacionales

La República Bolivariana de Venezuela es un país vulnerable a los impactos de la variabilidad y el cambio climático. Esto se ha evidenciado con mayor frecuencia en los últimos 25 años, con la ocurrencia de eventos naturales asociados a fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, lo que representa un riesgo socio ambiental significativo en el territorio venezolano (Martelo y Pérez Macías, 2010; MINEC, 2017; Chacón-Moreno *et al.*, 2021; Viloria *et al.*, 2023).

A esta situación de vulnerabilidad ambiental y socioeconómica hay que sumarle el impacto negativo causado por la imposición de medidas coercitivas unilaterales, que constituyen un obstáculo para la inversión y ejecución de políticas, programas y proyectos de acción climática, además de ser violatorias del Derecho Internacional y la Carta de las Naciones Unidas.

En este contexto y en el marco de los esfuerzos globales para abordar el cambio climático sustentado en el principio de "responsabilidades comunes pero diferenciadas" y bajo el lema "no cambiemos el clima, cambiemos el sistema", el Estado[1] Venezolano ha dado pasos significativos en materia de cambio climático desde su adhesión a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en el año 1994, seguido por la ratificación del Protocolo de Kioto el 18 de febrero de 2005 y del Acuerdo de París el 21 de julio de 2017.

Estos compromisos han impulsado al país a adoptar políticas específicas en materia de cambio climático, las cuales se han integrado en el Plan de la Patria (2019-2025) y el Plan de las Siete Transformaciones (7T 2025-2030). De igual manera, ratificó en el año 2021[2] sus compromisos en la COP 26, con la entrega de la actualización de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN).

1.1. Perfil geográfico

La República Bolivariana de Venezuela se sitúa en el norte de América del Sur, aproximadamente entre las coordenadas 00°38'53" y 12°11'46" de latitud norte, y 59°48'10" y 73°25'00" de longitud oeste. Por su extensión territorial se ubica de 7° entre los países latinoamericanos, con un territorio continental e insular.

El espacio geográfico venezolano, posee una superficie terrestre de 1.075.945 km^2, que incluye 139.312 km^2 de la Guayana Esequiba. El espacio acuático comprende más de 500.000 km^2 distribuidos entre el Mar Caribe y el océano Atlántico (27,2 % de la superficie total del Mar Caribe), que incluye el Mar Territorial, la Zona Contigua y la proyección de la Zona Económica Exclusiva (MINEA, 2017).

En su región insular, la República Bolivariana de Venezuela tiene más de 311 islas, islotes y cayos, que junto al estado Nueva Esparta (Islas de Margarita, Coche y Cubagua), conforman la fachada insular del país con líneas de costa que abarcan aproximadamente 1.413 km (MARNR, 2005; MINEA, 2017). Por su extensión territorial, Venezuela es el único país sudamericano que presenta litorales abiertos de manera simultánea, Caribe y al océano Atlántico.

La zona costera del país ocupa 143.587 km^2 y constituye el 10 % del territorio nacional (Figura 1.1). En su franja terrestre alcanza 58.507 km^2, mientras que su espacio acuático se extiende 85.080 km^2. Dentro de ella, se emplazan aproximadamente 4,2 millones de habitantes, lo que representa el 18,20 % del total de la población a nivel nacional.

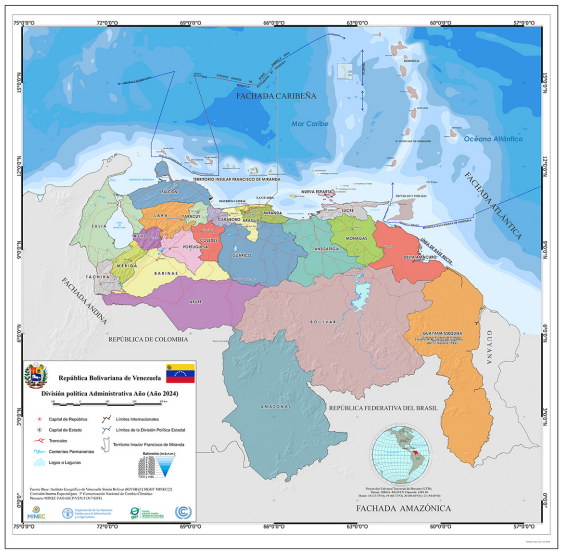


Figura 1.1: Fachadas de la República Bolivariana de Venezuela

El país posee cuatro fachadas geográficas denominadas caribeña, atlántica, andina y amazónica. A partir de ellas se generan relaciones políticas, económicas y sociales de gran importancia que inciden sobre el desarrollo económico y la fijación de la política internacional de la República Bolivariana de Venezuela. Además, estos frentes facilitan el transporte y las comunicaciones terrestres, marítimas y aéreas con todos los países del continente americano, del Caribe y del mundo.

En cuanto a la geología, gran parte del territorio se asienta sobre un basamento precámbrico (Macizo Guayanés), mientras que las regiones costeras e insulares son principalmente depósitos fluvio-marinos cuaternarios. Las cordilleras de Los Andes y de La Costa están constituidas por rocas ígneas y metamórficas del pre-cámbrico y rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Mesozoico respectivamente. Por último, los Llanos, así como el sistema Lara-Falcón, están conformados por depósitos aluvionales cuaternarios con afloramientos de rocas ígneas y metamórficas respectivamente (MINEA, 2017).

Los suelos presentan una gran diversidad en cuanto a sus características físicas y químicas debido a la gran variedad geológica, de paisajes, relieve, y clima que caracterizan al país. A pesar de su heterogeneidad, predominan los suelos Ultisoles, Inceptisoles e Entisoles, y en menor grado, Vertisoles, Aridisoles, Alfisoles e Histosoles (Figura 1.2). De igual manera, también se encuentran con una presencia muy restringida, los Molisoles y Oxisoles (Comerma, 2002).

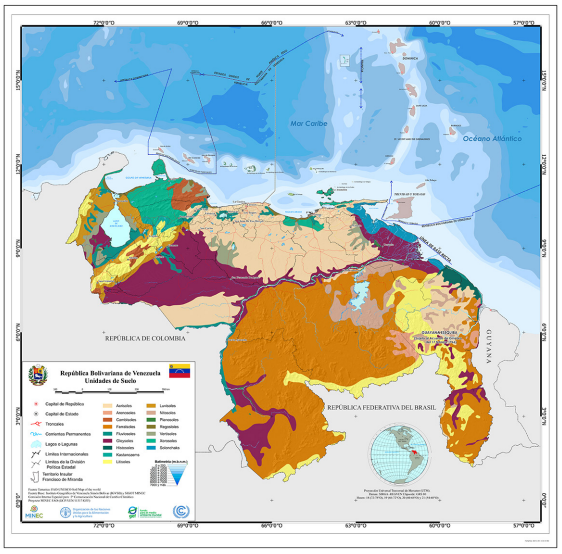


Figura 1.2: Distribución de los órdenes de suelo en la República Bolivariana de Venezuela

División Político-administrativa

Desde el punto de vista político-administrativo, la República Bolivariana de Venezuela se divide en un Distrito Capital, 24 estados, 335 municipios, 1.136 parroquias y 311 islas, islotes y cayos que conforman las dependencias federales (Figura 1.3). El estado Guayana Esequiba fue creado mediante la Ley Orgánica para la Defensa de la Guayana Esequiba, en Gaceta Oficial Extraordinaria n.o 6.798 del 03 de abril de 2024.[3]

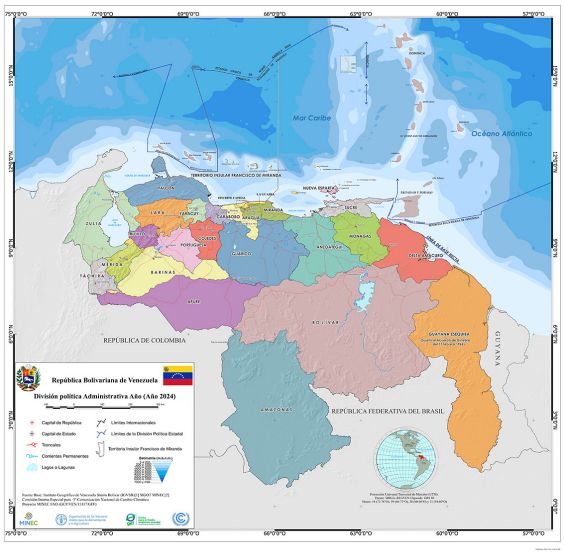


Figura 1.3: División político-administrativa de la República Bolivariana de Venezuela

1.2. Perfil climático

El clima del país se caracteriza por su diversidad, influenciado principalmente por la altitud y la posición geográfica del país dentro de la zona intertropical. La latitud tiene una influencia menor sobre el clima comparada con la altitud, que lo afecta de manera drástica, particularmente en términos de temperatura (Foghin-Pillin, 2002).

La República Bolivariana de Venezuela presenta un clima cálido y lluvioso, con variaciones regionales significativas. Las zonas bajas experimentan un clima tropical con temperaturas que superan los 28°C, mientras que las áreas de mayor altitud presentan temperaturas más bajas, que oscilan entre 10°C y 15°C.

Así mismo, el país cuenta con cinco zonas climáticas, definidas como cálido templado seco, montaña tropical, tropical húmedo, tropical muy húmedo y tropical seco (Figura 1.4)[4], de acuerdo al sistema de clasificación climática de Andressen *et al.* (1996), validado por el Instituto

Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y homologada con la metodología establecida por el IPCC (2006).

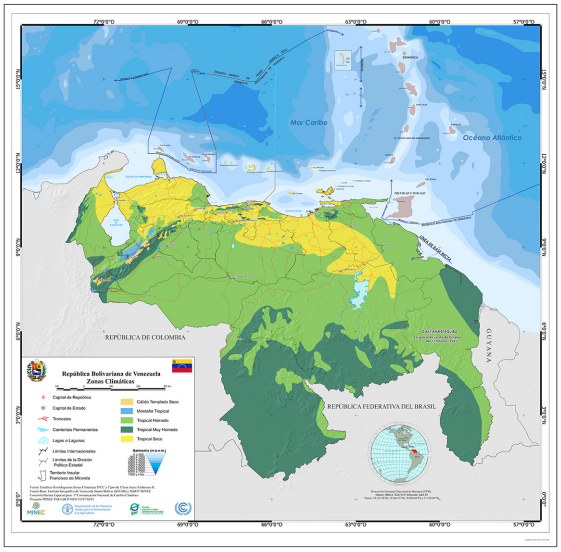


Figura 1.4: Distribución espacial de las zonas climáticas de la República Bolivariana de Venezuela

Temperatura

La temperatura promedio anual en el país fluctúa entre los 16 y 30°C. Los valores más bajos se pueden encontrar en las regiones montañosas, tales como algunas zonas andinas ubicadas en pisos altitudinales altos, donde se han registrado valores inferiores a 0°C.

Por el contrario, los valores más elevados de temperatura se presentan en zonas bajas ubicadas en la cuenca del Lago de Maracaibo, Península de Paraguaná y en extensas zonas de los llanos centrales y occidentales (Figura 1.5). Las fluctuaciones exceden los 4°C con baja frecuencia, lo que evidencia una amplitud térmica anual reducida (Goldbrunner, 1984).

Distribución estacional y espacial de las precipitaciones

En la República Bolivariana de Venezuela, las precipitaciones muestran una distribución espacial que decrece de sur a norte, lo que refleja la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), descrita por Guenni *et al.*, (2002). La distribución estacional de las lluvias está determinada en gran medida por la migración alternante de la ZCIT. Esto da lugar a un período lluvioso que transcurre entre marzo/abril y septiembre/octubre, seguido de un período seco que se extiende de octubre/noviembre a febrero/marzo (Foghin-Pillin, 2002; Martelo, 2003; Tim *et al.,* 2016).

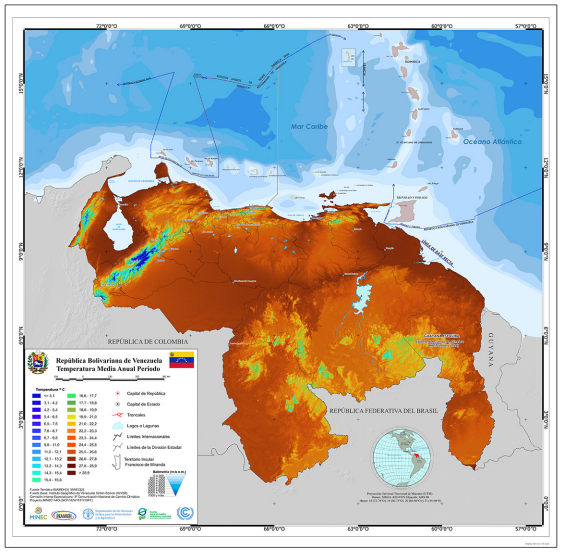


Figura 1.5: Distribución espacial de la temperatura media anual del aire expresado en grados Celsius para la normal climática vigente.

Los valores de precipitación total anual tienden a fluctuar desde 300 mm, en las zonas más secas del país ubicadas principalmente hacia la franja costera, hasta unos 3.500 mm en zonas ubicadas hacia el sur del país (Figura 1.6).

El fenómeno oceánico-atmosférico El Niño–Oscilación del Sur (ENOS), en sus fases cálida y fría más intensas ejercen una influencia moderada y diferenciada en espacio, sobre el inicio de la temporada de lluvias y la ocurrencia de sequías estacionales en amplias regiones del país (Acevedo *et al.*, 2001).

En términos de montos pluviométricos, la zona central del país recibe entre 1.000 y 1.500 mm anuales, distribuidos de manera uniforme desde mayo a noviembre. En contraste, el Caribe y los Llanos registran 800 mm anuales, concentrados entre julio y octubre, las zonas semiáridas del noroeste reciben menos de 300 mm, mientras que el sur del país puede recibir hasta 4.000 mm/año. Los vientos predominantes en la República Bolivariana de Venezuela provienen del este y del noreste, dinámica que contribuye en parte, a las diferencias climáticas en el territorio nacional (Foghin-Pillin, 2002).

Variabilidad climática y fenómenos meteorológicos extremos

En la República Bolivariana de Venezuela, la incidencia de eventos meteorológicos extremos ha aumentado en la última década y ha exacerbado la vulnerabilidad de las comunidades (Viloria *et al.*, 2023), así como las brechas sociales que se han atendido a través de políticas sociales. En este sentido, la población confronta los riesgos asociados

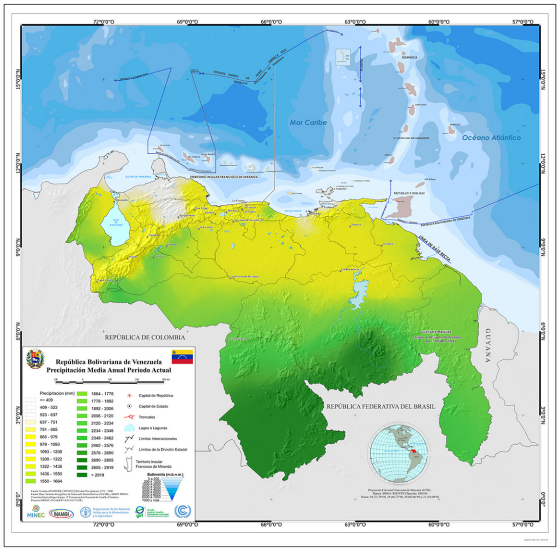


Figura 1.6: Distribución espacial de la precipitación media anual expresada en mm para la normal climática vigente.

con las lluvias torrenciales frecuentes, inundaciones en zonas costeras, deslaves en zonas montañosas y sequías (Guenni *et al.*, 2003; Guenni *et al.*, 2013).

La evidencia científica sugiere que el fenómeno ENOS ha intensificado los eventos meteorológicos extremos de temperatura y precipitación en el país (Guenni *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2024). La fase cálida de El Niño, en particular sus eventos más fuertes, tiende a reducir las precipitaciones en algunas regiones del país. En contraste, la fase fría de La Niña promueve un incremento de las precipitaciones en ciertas regiones (Martelo y Pérez, 2010). Las lluvias intensificadas por La Niña han provocado deslaves e inundaciones, como los ocurridos en el estado Aragua en 2022.[5]

Así mismo, se han presentado con mayor frecuencia eventos extremos de precipitación, como los ocurridos en los estados La Guaira (1999), Mérida (Santa Cruz de Mora y Tovar, 2005 y 2021), Aragua (El Limón 2020, Las Tejerías y El Castaño, 2022), zona sur del Lago de Maracaibo y Carretera Panamericana El Vigía-Tucaní, 2022), Guárico (sector Parapara y otras localidades del municipio Juan Germán Roscio) y Anzoátegui (cuenca del río Unare, 2022). Estos sucesos han puesto de manifiesto una serie de emergencias y desastres con impactos grave en el entorno físico-natural, socio-cultural y económico-operacional, con afectación particular de la población más vulnerable, la producción agrícola, la infraestructura, y los servicios básicos.

Otro efecto tangible del cambio climático en el país se evidencia en la desaparición progresiva de los glaciares del país. Para el año 1931, la República Bolivariana de Venezuela contaba con cinco glaciares, de los siete originales[6]; en la actualidad sólo queda el Humboldt (Llambí, 2015; Gámez, Llambí *et al.,* 2021). Se proyecta que este último glaciar desaparezca en una o dos décadas, lo que afectará el ciclo hidrológico de las cuencas glaciares (Carrillo y Yépez, 2010). En respuesta a esta situación ambiental, se realizaron importantes esfuerzos durante el año 2024 para rescatar el último glaciar, impulsado por un operativo coordinado por el MINEC y la Fuerza Armada Nacional Bolivariana, hacia la preservación de este recurso natural.[7]

Así mismo, el país ha experimentado sequías extremas, con una tendencia hacia su persistencia desde el año 2000 (Trejo *et al.*, 2016). Este aumento en la frecuencia de las sequías se relaciona con un incremento en la temperatura mínima del aire cerca de la superficie (Paredes *et al.*, 2023).

En los años 2003, 2010, 2014/15 y 2016, las sequías prolongadas afectaron el suministro hídrico en los estados Zulia, Carabobo, Aragua, Miranda, Falcón, Apure, Guárico, Sucre y Monagas, y condujeron a un férreo racionamiento eléctrico nacional, debido a que la mayor fuente de energía en la República Bolivariana de Venezuela, proviene de las instalaciones hidroeléctricas (capacidad de 16.905 megavatios por segundo); lo anterior, evidenció la escasa resiliencia ante las sequías, de los sectores dependientes de las lluvias (PNUD – CIDIAT, 2022).

Los incendios forestales también se han intensificado debido al aumento de la temperatura, producto del calentamiento global. No obstante, el país aporta una mínima contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a escala global.[8]

En este contexto, en el capítulo 3 se detallarán las tendencias y proyecciones de los escenarios climáticos, así como los resultados de los análisis de la vulnerabilidad sectorial, por el efecto del cambio climático en el país.

1.3. Perfil ambiental

La República Bolivariana de Venezuela cuenta con una gran diversidad geográfica y agroecológica, debido a su condición de país caribeño, andino, llanero y amazónico. Desde el punto de vista geográfico se distingue un conjunto de regiones naturales diferenciadas de manera clara, característica que le permite ser considerado como uno de los diez países más diversos del mundo y le añade un considerable potencial turístico.

La variabilidad de las características físico-naturales del territorio estructuran la diversidad natural de las regiones que, con el transcurrir del tiempo y de acuerdo a la clasificación, han recibido denominaciones similares (MINEA, 2017).

En este contexto, el país se ubica en la intersección de las regiones biogeográficas andina, amazónica, caribeña

y guayanesa. Su localización geográfica y la historia geológica le confieren una diversidad natural que le otorga la condición de país megadiverso. Esto se evidencia en las 15 biorregiones naturales en las que se divide el territorio nacional, a saber, Cordillera de la Costa Occidental, Cordillera de la Costa Oriental, Costera territorial, Depresión del Lago de Maracaibo, Insular, Marina, Los Andes, Los Andes – Perijá, Los Llanos, Planicie Deltaica de los Ríos Orinoco y San Juan, Planicies Inundables del Alto y Medio Orinoco, Planicies, Piedemonte y Colinas Bajas de Guayana, Sistema de Colinas Lara – Falcón, Sistema Montañoso Tepuyano del Escudo de Guayana. Cada una de estas biorregiones posee características distintivas en cuanto a relieve, clima, vegetación y usos del suelo (Figura 1.7).

En las biorregiones que se distribuyen en Los Andes (Cordillera de Los Andes y Sierra de Perijá) y en la Cordillera de La Costa y de Guayana, se destacan altos niveles de endemismo de aves, mamíferos, invertebrados, así como de plantas vasculares (MINEC, 2021).

La riqueza de la diversidad de especies de flora y fauna de la República Bolivariana de Venezuela, es una de las más altas. Este elevado número de especies de los diversos taxones, promueve su incorporación dentro de los 17 países megadiversos del mundo (Mittermeier *et al.*, 2000, Aguilera *et al.*, 2003).

La nación se ubica entre los primeros diez países con mayor diversidad biológica del planeta, y ocupa específicamente la posición número 9 de los países con mayor cantidad de animales, plantas endémicas y ecosistemas. Además, es el 6º país en el planeta con mayor diversidad de aves, con un registro de 1.464 especies (MINEA, 2017), el 5º país en diversidad de anfibios con 387 especies (Barrio-Amorós *et al.,* 2019), 8º en diversidad de mamíferos con 390 especies

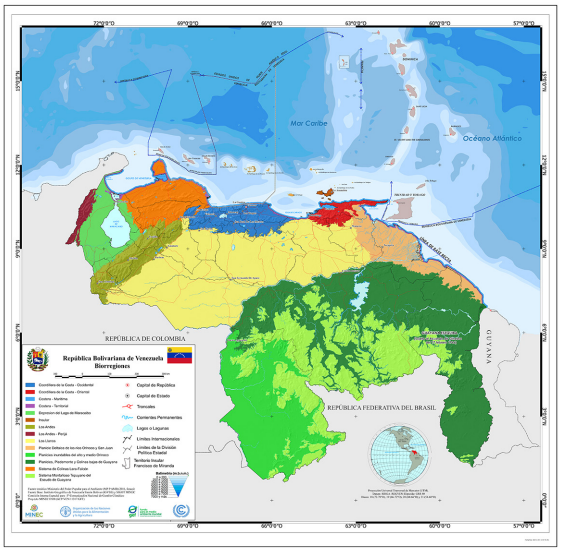


Figura 1.7: Biorregiones de la República Bolivariana de Venezuela

(Linares 1998; Sánchez y Lew 2012), y 9º en cuanto a diversidad de reptiles con 370 especies (Rivas *et al.,* 2012). En cuanto a las plantas vasculares, se han identificados 15.820 especies nativas o naturalizadas agrupadas en 2.480 géneros y 275 familias. Las angiospermas son las plantas con mayor representación en el territorio nacional y comprenden el 87,6 % del total de familias y el 92,5 % de las especies (Hokche *et al*., 2008). Los principales centros de endemismo se ubican en la región de los Andes (Cordillera de los Andes y Sierra de Perijá), región de la Cordillera Costa y región de Guayana, donde se destacan elevados niveles de endemismo de aves, mamíferos, invertebrados y de plantas vasculares (MINEA, 2017).

Patrimonio Forestal

Los bosques de la República Bolivariana de Venezuela representan el 5,5 % de las formaciones boscosas de Sudamérica y el 1,2 % de los bosques del mundo (FAO, 2020). Para el año 2022, las tierras forestales[9] se extendían en una superficie de 610.500,85 km^2 (MINEC, 2024).

La mayor superficie de estos bosques (83 %), se encuentran al sur del río Orinoco, en la región de Guayana. Ocupan el 39 %, 37 % y 7 % de los estados Bolívar, Amazonas y Delta Amacuro, respectivamente (FAO, 2020). El 76 % de los bosques del país (351.355 m^2) se ubica en el Escudo Guayanés, localizado en los estados Amazonas y Bolívar, entidades federales que representan el 47,1 % del territorio nacional. Esta región es una de las zonas más prístinas y de mayor biodiversidad, debido a que el 80,5 % de sus bosques son intactos (https://intactforests.org/); posee abundante recurso de agua dulce, por lo cual es considerada como una región con características únicas y uno de los últimos reservorios del Trópico Americano (Señaris y Lasso, 2018).

Áreas bajo régimen de administración especial

En la República Bolivariana de Venezuela, las áreas naturales protegidas forman parte de las denominadas Áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE). Estas son porciones del territorio nacional que se encuentran sometidas a un régimen especial de manejo, conforme a las leyes especiales.

El grupo de ABRAE en la República Bolivariana de Venezuela está representado por 24 categorías específicas en función de los objetivos de cada una y su manejo (Artículos 15, 16 y 17 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio[10]).

Estos espacios geográficos están agrupados en tres categorías generales con enfoques que incluyen desde el desarrollo económico hasta la estricta protección. Las mismas se describen a continuación.

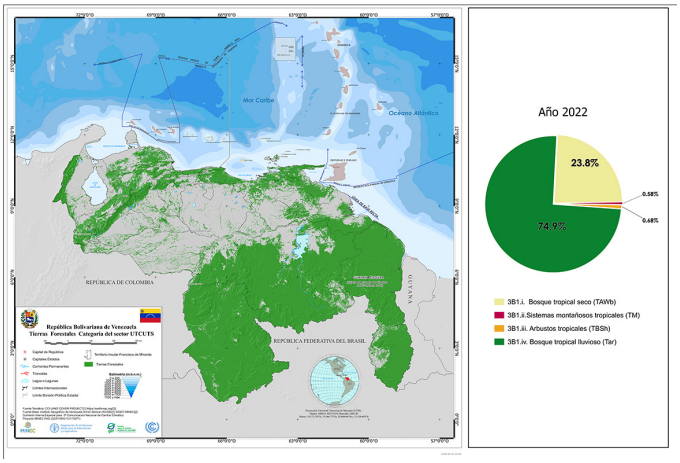


Figura 1.8: Tierras Forestales en la República Bolivariana de Venezuela

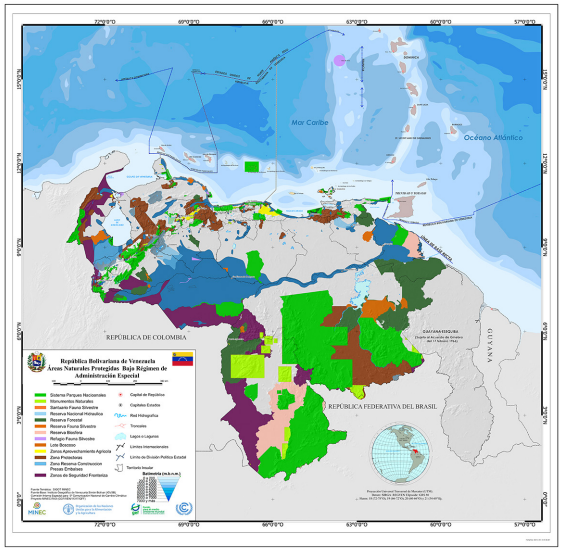


Figura 1.9: ABRAE de la República Bolivariana de Venezuela

1. Áreas de estricta protección, científicas, educativas y recreativas.
2. Áreas de protección con uso regulado.
3. Áreas con objetivos productivos o geoestratégicos.

La amplitud del conjunto de ABRAE busca, entre otros aspectos, la conservación de los servicios ecosistémicos, representatividad ecológica, uso del criterio de corredores biológicos, protección de cuencas hidrográficas, conservación de tierras agrícolas, conservación de bosques productores de maderas, conservación de fauna y la participación del Poder Popular (MINEA, 2017).

Las áreas protegidas son vitales para la protección de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que contribuyen a la resiliencia frente al cambio climático. Por esta razón, el Estado venezolano ha decretado hasta la actualidad un total de 408 ABRAE que ocupan una superficie de 644.090,22 km^2, aproximadamente el 65 % del total de la superficie del país (Tabla 1.1 y Figura 1.9). Esta acción ha sido fundamental para la conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y la biodiversidad existentes en el país. En términos relativos, es el conjunto de áreas protegidas más grande de Sudamérica con respecto a la superficie total del país[11] (MINEA, 2017).

Las ABRAE están sometidas a un régimen especial de manejo (Tabla 1.1), con un conjunto de normas y directrices que tienen por objeto la defensa, conservación y mejoramiento de estos espacios, debido a que sus características geográficas, paisajísticas, geoestratégicas, topográficas y socioculturales, difieren del resto del territorio nacional.

Humedales

La República Bolivariana de Venezuela cuenta con humedales en aguas continentales y marino costeras, con regímenes permanentes y temporales, de los tipos marino, estuarino, lagunar, ribereño, palustre y lacustre. La comparación de las diferentes regiones indica que las cuencas del Lago de Maracaibo, la Guajira, Plataforma Deltana y Paria son las más diversas (MPPA, 2010).

Para el año 2022, se cuantificó una extensión de 52.331,99 km^2 de humedales naturales en el país (Figura 1.10), cinco de ellos definidos como de importancia internacional de acuerdo a la Convención para la Conservación de Humedales de Importancia Internacional (MINEC, 2024).

Este tratado o convenio intergubernamental, del cual el país es signatario, fue aprobado en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971 y puesto en vigor en 1975, con el propósito de promover a nivel global la conservación y el uso racional de los humedales, su integración en la planificación urbana, el manejo sostenible de sus recursos naturales y la educación ambiental.

Así mismo, en el país existen políticas implementadas para la conservación de los humedales, una de ellas es la Ley Orgánica del Ambiente, promulgada en 2006. En esta, se establece la obligación de la preservación y protección de los humedales y sus recursos naturales, así como la elaboración de planes y programas de manejo orientados a la protección de los mismos.

Tabla 1.1: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en la República Bolivariana de Venezuela (ABRAE) y su equivalente con las categorías UICN[38]

Categoría Genérica	Categoría Específica	Denominación	Categoría UICN Asumida por el MINEC	N° Total de Áreas
Fines estrictamente protectores, científicos, educacionales y recreativos	PN	Parques Nacionales	II	44
	MN	Monumentos Naturales	III	37
	RFS	Refugios de Fauna Silvestre	IV	7
	SFS	Santuarios de Fauna Silvestre	III	1
Fines protectores mediante usos normados	ZP	Zonas Protectoras	VI	64
	RB	Reservas de Biosfera	VI	2
	RNH	Reservas Nacionales Hidráulicas	VI	14
	REFA	Reservas de Fauna Silvestre	IV	10
	ACPT	Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento	Sin UICN / VI	7
	APOP	Áreas de Protección de Obras Públicas	Sin UICN	18
	ZRCE	Zonas de Reserva para la Construcción de Presas y Embalses[a]	VI	2
	APRA	Áreas de Protección y Recuperación Ambiental	VI	6
	ZIT	Zonas de Interés Turístico	V	21
	SPHC	Sitios de Patrimonio Histórico Cultural o Arqueológico	VI	2
	PI	Planicies Inundables[a]	VI	0
Fines productores y geoestratégicos	RF	Reservas Forestales	VI	14
	ABBP	Áreas Boscosas Bajo Protección	V	43
	ZAA	Zonas de Aprovechamiento Agrícola[a]	VI	6
	ARDI	Áreas Rurales de Desarrollo Integrado	Sin UICN / VI	5
	HAEIC	Hábitat Acuáticos Especiales para Explotación o Uso Intensivo controlado[a]	VI	
	CMAP	Costas Marinas de Aguas Profundas[a]	VI	1
	AAPME	Áreas Terrestres y Marítimas con Alto Potencial Energético y Minero[a]	VI	
	ZS	Zonas de Seguridad - Áreas Especiales de Seguridad y Defensa	Sin UICN	98
	ZSF	Zonas de Seguridad Fronteriza -Áreas de Fronteras	Sin UICN	6

Fuente: MINEC, 2024

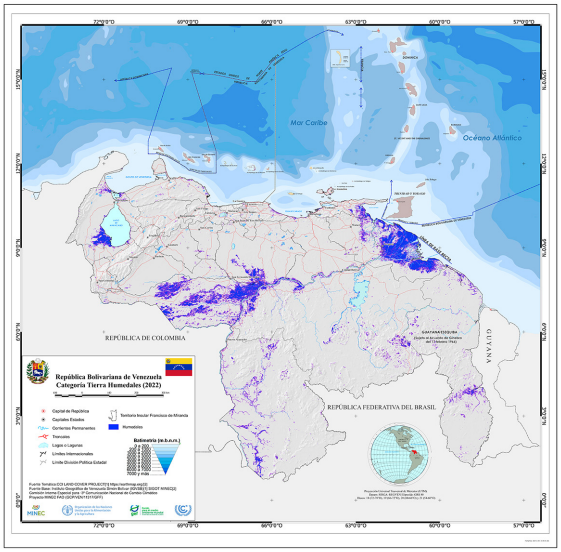


Figura 1.10: Humedales en la República Bolivariana de Venezuela

Recursos hídricos

La República Bolivariana de Venezuela, se encuentra entre las primeras 15 naciones con reservas de agua dulce del planeta debido a que, cuenta con más de un millar de ríos, 2.500 lagunas, dos importantes lagos y caudales medios de 41.430 m^3/s en sus cuencas hidrológicas (MINEC, 2024).

Los recursos hídricos del territorio están asociados a tres grandes vertientes, a saber, la vertiente Atlántica con los ríos Orinoco y Cuyuní, la vertiente Amazónica con el río Negro y la vertiente Caribe con las cuencas del Lago de Maracaibo y del mar Caribe. Los ríos más importantes son Orinoco, Caroní, Caura, Apure, Meta, Ventuari, Portuguesa, Santo Domingo, Uribante y Chama. El Orinoco es el tercer río más caudaloso (37.384 m^3/s) del mundo y el segundo de América, después del río Amazonas (PNUMA- MINEC, 2010).

Al norte del país, donde se concentra la mayor parte de población, se encuentran las cuencas del mar Caribe y el Lago de Valencia. En esta zonal, los cauces son de curso corto, de regímenes irregulares y caudales bajos, con un aporte del 4,1 % del total del recurso. En contraste, al sur del país se localiza la cuenca del Río Orinoco, donde se encuentra la mayor abundancia de agua superficial, con un 90,2 % del total del recurso del país.

Los recursos hídricos externos no generados dentro del país, provienen de los ríos de Colombia y se estiman en 520 km^3/año. Todos se depositan en la cuenca del río Orinoco (480 km^3/año), en la cuenca del Lago de Maracaibo (15 km^3/año) y en la cuenca del Amazonas (25 km^3/año desde el río Negro fronterizo con Colombia). Por otra parte, los recursos hídricos que salen de territorio venezolano alcanzan un volumen de 160 km^3/año (Lorca y Echenique, 2023). Las salidas de mayor relevancia son el río Cuyuní a Guyana (30 km^3/año), el río Casiquiare a Brasil y el caudal a través del río Orinoco que se convierte en la frontera con Colombia (70 km^3/año).

Para efectos de la administración y gestión integral de las aguas, el Estado dividió el territorio en dieciséis regiones hidrográficas, de acuerdo al artículo 7 de la Ley de Aguas (Figura 1.11). Se cuantifican 782.706 Hm^3/año, como recursos hídricos superficiales y adicional a estos recursos, se añade un caudal de 14.133 m^3/s procedente de cuencas transfronterizas, de las cuales 13.647 m^3/s van al Río Orinoco procedentes de los ríos Arauca, Meta, Tomo, Vichada y Guaviare de Colombia; mientras que 486 m^3/s van al Lago de Maracaibo procedentes de los ríos Catatumbo y Paraguachón de Colombia (MPPA, 2010).

Dentro de estas regiones, existen dos lagos principales y un número importante de lagunas. El Lago de Maracaibo, de tipo estuarino, se extiende 12.870 Km^2, mientras que el Lago de Valencia, de tipo lacustre y de origen endorreico, alcanza 375 Km^2. Ambos tienen gran importancia y presentan singularidades ecológicas e hidrológicas, además de introducir una marcada influencia sobre las comunidades aledañas. Las mayores disponibilidades se estiman para la región hidrográfica 12–Amazonas, con un volumen de 265,81 km^3 y un caudal de 8.428,98 m^3/s.

Según Lorca y Echenique (2023), las demandas nacionales están representadas por el sector de hidroelectricidad, consumo humano, agropecuario, gasto ecológico y consumo industrial. De acuerdo con lo anterior, de los 10,6 miles de millones de metros cúbicos de agua cruda que se extraen al año en el país, el 54 % se utiliza para

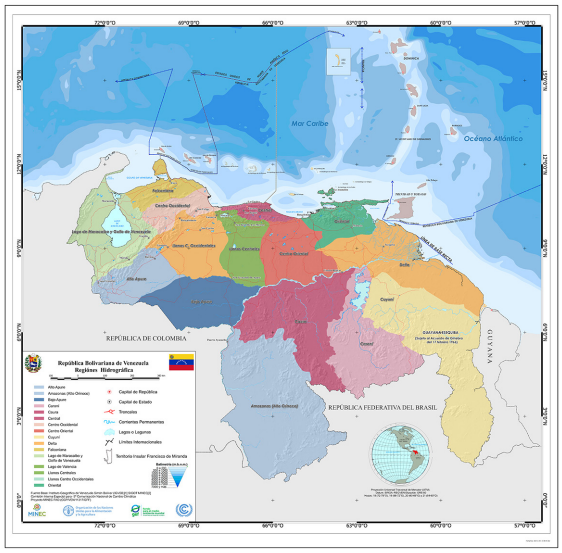


Figura 1.11: Regiones Hidrográficas de la República Bolivariana de Venezuela

generación eléctrica, 35 % para el consumo humano, 6 % para agricultura, ganadería y silvicultura y 5 % para la industria manufacturera (MINEC, 2021).

Embalses

En la República Bolivariana de Venezuela existen 110 embalses (Figura 1.12), administrados por diferentes entes del Estado y que son utilizados en la dotación de agua para consumo humano, irrigación e industria (Lorca y Echenique, 2023). El 46,7 % de los embalses destinan sus aguas al consumo humano, el 19 % al uso compartido (consumo humano, riego, control de crecidas y recreación), un 18 % a riego, un 9 % a hidroelectricidad y el resto se reparte entre uso industrial, control de crecida y recreación, entre otros (MINEA, 2017).

La vocación hídrica del país le otorga un alto potencial hidroeléctrico, con una capacidad total de almacenamiento de 158 km^3 en los embalses construidos. La mayor proporción de esta capacidad se localiza en la región de Guayana al sur del país, en la cuenca del río Orinoco, con un 83 % que corresponde al sistema de presa del complejo hidroeléctrico.[12]

Este sistema se localiza principalmente sobre la trayectoria del río Caroní, con el sistema de represas de Guri (Central Hidroeléctrica Simón Bolívar), Caruachi (Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda) y Las Macagua (Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre), que generan el 80 % de la electricidad que consume el país. El Complejo Hidroeléctrico Guri en los ríos Caroní y Paragua se extiende 135 km^3 y es la segunda planta hidroeléctrica de mayor potencia instalada en el mundo, después del complejo binacional de Itaipú, ubicada en Brasil-Paraguay.

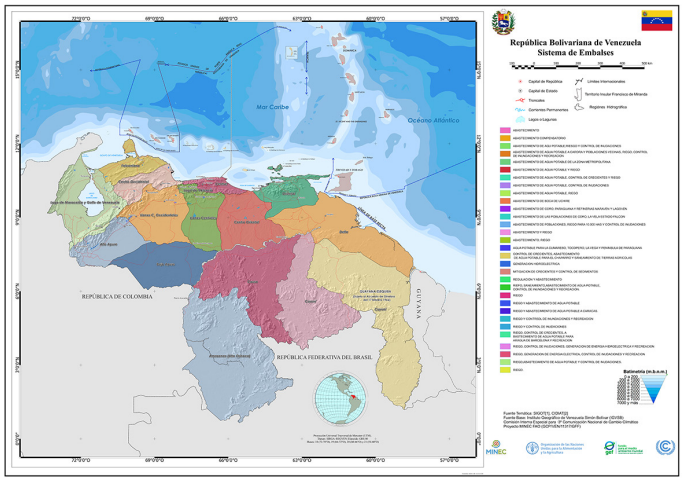


Figura 1.12: Embalses de la República Bolivariana de Venezuela

El parque de generación del Sistema Eléctrico Nacional asciende a unos 24.000 megavatios de capacidad instalada. Alrededor del 70 % de la electricidad se genera en centrales hidroeléctricas.

El 75 % de la hidroelectricidad proviene de los sistemas instalados en las cuencas de los ríos Caroní y Caura, 17 % se hace a través de los sistemas instalados en Los Andes y 8 % en la región de la Sierra de Perijá.

A nivel nacional se contabilizan otros embalses con capacidades superiores a 1 km^3, tales como el embalse Ing. José Ortega Martínez en los ríos Bocono y Tucupido (3,7 km^3), la central hidroeléctrica Caruachi en los ríos Caroní y Paragua (3,5 km^3), el embalse Ing. Generoso Campilongo en el río Guárico (2,2 km^3), el embalse Ing. Ernesto León David en los ríos Guárico y Zuata (1,7 km3) y el embalse Ing. Francisco Mancilla en el río Tiznados (1,2 km^3).

Al igual que su riqueza en aguas superficiales, la República Bolivariana de Venezuela dispone de grandes reservorios de aguas subterráneas (7,7 billones de m^3). De estos, el volumen aprovechable es de 23 millardos de m^3, sin incluir las reservas de la margen derecha del río Orinoco (MINEC, 2010). Las zonas con mayor disponibilidad se encuentran en la región Central, planicies del Sur del Lago de Maracaibo, Piedemonte andino, Llanos Centrales y Occidentales, y Mesa de Guanipa (PNUD – CIDIAT, 2022).

El país cuenta con 4 provincias hidrogeológicas, a saber, Andina–Vertiente Atlántica y del Mar Caribe, Planicies Costeras, Orinoco y Escudo Septentrional o de Guayana. Además, posee 9 acuíferos de importancia regional conocidos como Planicie de Maracaibo, Sur del Lago, Costa Oriental, Coro, Quibor, Boconó–Masparro, Valle de Caracas- Valencia- Maracay- Barlovento, Rio Guárico, Mesa de Guanipa y río Negro (MINEA, 2017).

Los acuíferos de la República Bolivariana de Venezuela (Figura 1.13), se clasifican de acuerdo a su potencialidad; de acuerdo con esta agrupación tenemos acuíferos de gran potencialidad, acuíferos de potencial medio u acuíferos en vías de agotamiento. En el primer grupo se encuentran la Mesa de Guanipa, Sistema del Río Guárico, Llanos de Apure, Llanos de Barinas y Portuguesa; en el segundo grupo están Barlovento y Valle de Caracas; mientras que en el tercer grupo están Valle de Quibor y Coro ubicados en los estados Lara y Falcón, respectivamente (Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, IGVSB, 2001).

1.4. Perfil demográfico

La República Bolivariana de Venezuela contaba con una población de 33.360.238 habitantes, para el año 2022 (Figura 1.14). Se estima que para el año 2025, la población alcanzará la cifra de 34 millones de habitantes, lo que implica un crecimiento a una tasa de 1,1 %. Las proyecciones indican que para los años 2030 y 2050,

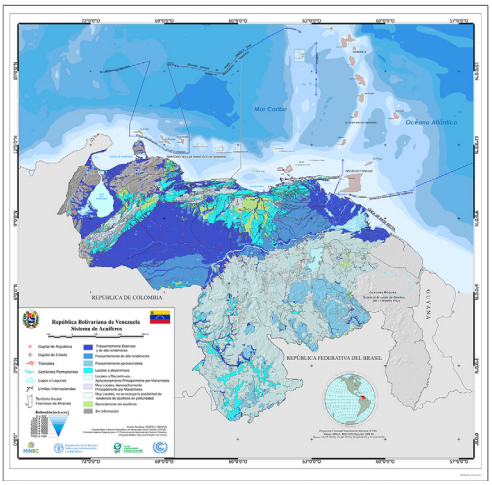


Figura 1.13: Acuíferos de la República Bolivariana de Venezuela

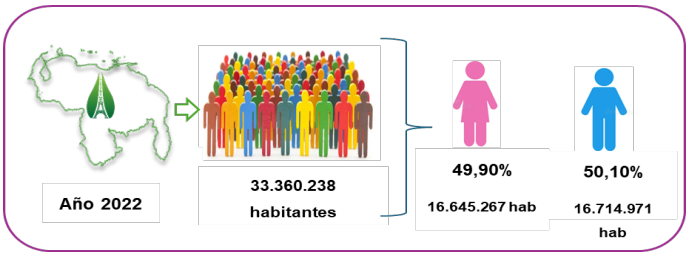


Figura 1.14: Población venezolana para el año de reporte del Primer BTR – 2022

el país contará con una población total de 36.111.627 y 40.500.721 habitantes, respectivamente (INE, 2024).

El año 2010 marcó el inicio del Bono Demográfico[13] con un 29 % de la población menor de 15 años de edad, y finalizará en el año 2045 con un 15 % de personas de 65 años de edad y más. Para el 2025, se espera que el 50 % de los habitantes del país tenga más de 31 años (Figura 1.15).

Por otra parte, la población del país se distribuyó en 8.814.095 hogares, para el año 2022 (Figura 1.16).

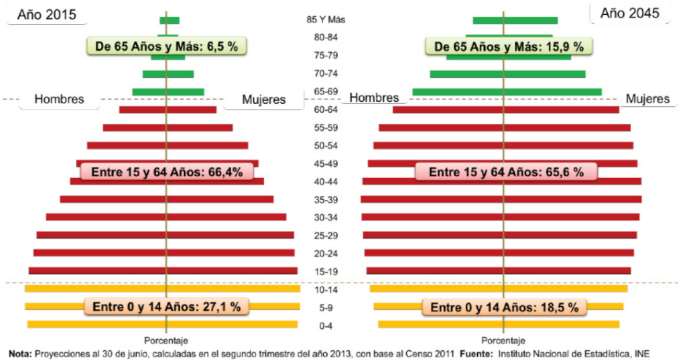


Figura 1.15: Estructura de la población venezolana 2015 y 2045

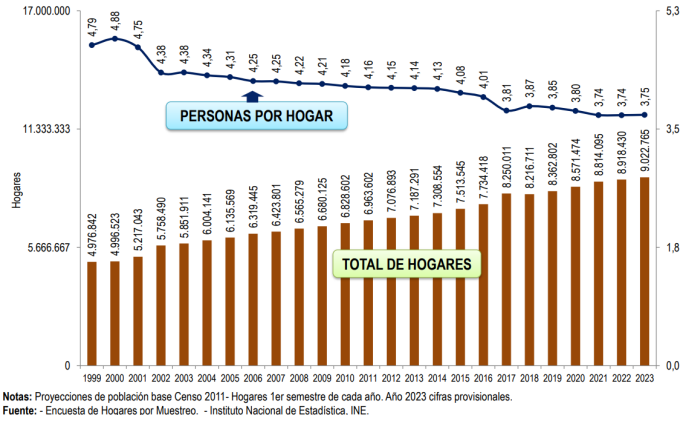


Figura 1.16: Proyección de la población venezolana hasta el año 2023

Así mismo, del total de la población estimada para el año 2022, el 88,38 % se ubicó en áreas urbanas y el 11,62 % en áreas rurales (INE, 2024). La densidad de población promedio es de 30,1 habitantes/km^2, con variaciones desde 5 habitantes/km^2 en zonas rurales o menos pobladas hasta los 1.381 habitantes/km^2 aproximadamente, en zonas urbanas. La población venezolana se caracteriza por una marcada concentración urbana, principalmente en la región centro-norte del país.

Pueblos Indígenas

Las comunidades indígenas venezolanas se ubican principalmente en los estados Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Falcón, Lara, Mérida, Nueva Esparta, Sucre y Zulia (Figura 1.17). De igual manera, se han descrito grupos transfronterizos que se desplazan entre Brasil, Colombia y Guyana. De acuerdo con UNICEF (2006), los pueblos indígenas venezolanos se ubican en mayor proporción, en el noreste del país, en el estado Delta de Amacuro, específicamente en el Delta del Orinoco, en el sur del estado Bolívar (frontera con Guyana y Brasil), estado Amazonas (frontera con Brasil y Colombia), suroeste del estado Apure (frontera con Colombia) y al noroeste del estado Zulia (frontera con Colombia).

El Censo de Comunidades Indígenas 2001 de la República Bolivariana de Venezuela, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), registró 32 pueblos ubicados en 48 municipios y con una variedad de más de 20 lenguas autóctonas. El pueblo wayuu/guajiro constituye la mayoría (57,06 %), seguido por los kariña (4,47 %), pemón/arekuna, kamaracoto, taurepán (4,16 %), y jivi/guajibo/sikwani (3,31 %). Según estimaciones oficiales actualizadas del INE, los pueblos indígenas del país cuentan con una población de aproximadamente 2,8 % de la población total del país,

con una distribución equitativa entre hombres (49,55 %) y mujeres (50,45 %).

Los pueblos indígenas se consolidan como uno de los segmentos socioculturales y lingüísticos más diversos de la población venezolana (UNICEF, 2006).

1.5. Perfil económico

De acuerdo con el artículo 299 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, el sistema socioeconómico del país "se fundamenta en los principios de justicia social, democracia, eficiencia, libre competencia, protección del ambiente, productividad y solidaridad, a los fines de asegurar el desarrollo humano integral y una existencia digna y provechosa para la colectividad".

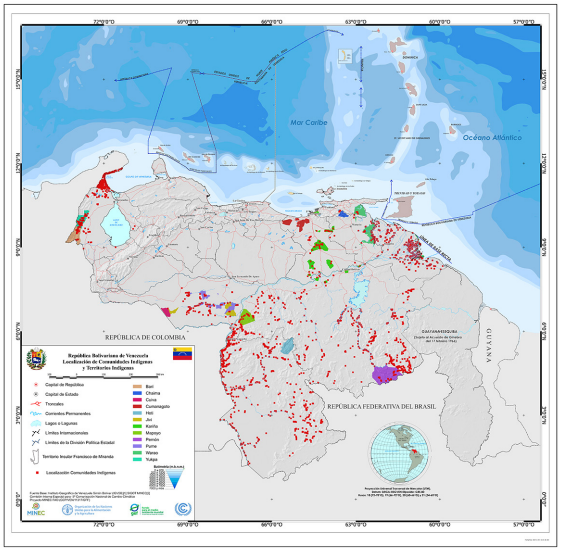


Figura 1.17: Localización de comunidades y territorios indígenas en la República Bolivariana de Venezuela

El precitado artículo, especifica que "el Estado, conjuntamente con la iniciativa privada, promoverá el desarrollo armónico de la economía nacional con el fin de generar fuentes de trabajo, alto valor agregado nacional, elevar el nivel de vida de la población y fortalecer la soberanía económica del país."

La economía venezolana se fundamenta principalmente en los ingresos por exportaciones de la industria del petróleo, minería, acero y aluminio, por lo que es muy sensible a las fluctuaciones del mercado internacional. Por esta razón, el Estado venezolano con el propósito de superar el rentismo petrolero, realiza acciones para la diversificación de la economía mediante la exportación no petrolera (productos químicos, alimentos, bebidas, tabaco, metales, manufactura, minerales metalíferos y no metalíferos). A pesar de la crisis económica mundial, la República Bolivariana de Venezuela ha logrado altas tasas de crecimiento económico, que superan las proyecciones de diferentes organizaciones internacionales e instituciones financieras.

En la historia reciente el país ha sufrido ataques importantes a la economía que han ocasionado contracciones económicas importantes, por ejemplo, la ocurrida en el período 2002-2003, debido a un intento de golpe de Estado y el sabotaje de la industria petrolera. Luego del año 2003, la economía se recuperó de manera rápida, con un crecimiento aproximado de 95 % en cinco años y medio (Figura 1.18).

Luego, a finales del año 2014, la República Bolivariana de Venezuela fue afectada por el bloqueo y la agresión multiforme por parte de otros países, que ejecutaron 930 medidas coercitivas unilaterales contra el país (CIIP, 2024)[14].

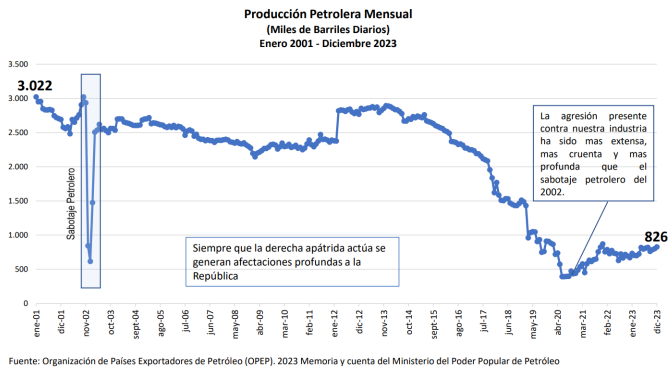
Estas acciones motivaron la creación del Observatorio Nacional de Medidas Coercitivas Unilaterales, cuya función es el estudio del sistema de sanciones. De acuerdo a este Observatorio, la mayoría de las sanciones se concentraron en las finanzas públicas (25 %), en el sector petrolero (22 %) y en las instituciones gubernamentales (18 %). El impacto negativo de estas sanciones se evidencia en la disminución de la producción petrolera mensual, como se muestra en la Figura 1.19 (MPPP, 2024).



Figura 1.18: Resumen de las MCU contra la República Bolivariana de Venezuela

Las MCU asfixiaron de manera gradual la economía del país y conllevaron a la paralización de las instituciones gubernamentales. Estas sanciones han afectado en un 10 % al sector salud, 7 % en el sector alimentación, 5 % en el sector transporte y 7 % en el sector privado, entre otros. De igual manera, los servicios públicos fueron afectados (MPPRE, 2021).

En este contexto, los ingresos de la República por concepto de petróleo para el año 2020, se redujeron en más del 99 %, comparados con los ingresos del año



Fuente: Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). 2023 Memoria y cuenta del Ministerio del Poder Popular de Petróleo

Figura 1.19: Representación del impacto de las MCU en la producción petrolera mensual

2013 (MPPP, 2024). En los últimos años, la seguridad alimentaria en el país ha enfrentado retos considerables, exacerbados por una confluencia de factores tanto internos como externos. Entre los más determinantes se encuentran las MCU, que han restringido el acceso del país a los mercados internacionales (BCV, 2021). Esta restricción ha dificultado la importación de alimentos, medicinas y otros insumos esenciales, lo que impactó a la economía venezolana de manera grave, disminuyó la producción local y elevó los precios de los alimentos (FAO, 2023). Para el período 2021-2023, el Estado venezolano estableció mecanismos que permitieron enfrentar las sanciones y mejorar los ingresos del país pese al bloqueo (MPPP, 2024).

Así mismo, las importaciones no petroleras se redujeron casi siete veces desde el inicio de las sanciones hasta 2020, con una priorización de los renglones de alimentos y medicinas. Las importaciones de alimentos, gestionadas por el Estado, pasaron de 20 % a más del 50 % del total de las importaciones no petroleras. En 2021 y 2022, se evidenció una leve recuperación en los valores de importación.

Por otra parte, la especulación cambiaria y la presión externa sobre las variables macroeconómicas han generado una contracción en la actividad económica productiva, que ha impactado el acceso a bienes y servicios (MPPP, 2024).

La drástica reducción del ingreso petrolero, producto de las MCU, evidenció la necesidad de optimización de las políticas públicas (MPPP, 2024). En este contexto, el Producto Interno Bruto (PIB) de la República creció un 2,6 % en 2023, sustentado por un aumento del 9,4 % en la actividad petrolera y un incremento del 1,6 % en la actividad no petrolera (PNUD, 2023).

El sector industrial en la República Bolivariana de Venezuela está constituido en un 99,71 % por pequeñas y medianas industrias (PyMIS). De estas, 97,89 % corresponden a la pequeña industria y un 1,82 % a la mediana industria (MPPI, 2013). En este escenario, el sector industrial mostró un crecimiento del 3,93 % en el tercer trimestre de 2023 y en este mismo lapso, la actividad comercial creció un 3,49 %, mientras que la manufactura acumuló diez trimestres de crecimiento sostenido, con el alcance de 3,93 % en el tercer trimestre.

Así mismo, la producción manufacturera de alimentos y bebidas presentó signos de recuperación, evidenciado con un crecimiento sostenido durante diez trimestres consecutivos y demostrado con un aumento del 1,64 % en el tercer trimestre. Esta recuperación tiene un aporte importante de los sectores farmacéutico y de alimentos y bebidas, puesto que, según Conindustria (2023), el sector farmacéutico representa el 6,1 % de la actividad industrial del país, mientras que el sector de alimentos y bebidas alcanza el 47,3 %. En conjunto, estos dos sectores representan el 53,4 % de la manufactura nacional.

La disminución de los ingresos petroleros de la República Bolivariana de Venezuela (MPPP, 2024), ha representado un obstáculo significativo para que el país cumpla con los principios y objetivos de los tratados internacionales ambientales, especialmente la CMNUCC y el Acuerdo de París.

1.6. Perfil social

En la República Bolivariana de Venezuela desde el año 2003, se ha promovido el desarrollo humano, la lucha contra la pobreza y la exclusión social. Esto se ha realizado a través de programas creados y financiados por el Estado venezolano, denominados “Misiones Sociales”.

Una base social sólida ha sido fundamental para enfrentar los efectos de las MCU (MPPP, 2024). En este sentido, el Plan de las 7T (2025-2031), ha incorporado el aspecto social como la cuarta línea de transformación del país[15]. Este plan persigue la construcción de una sociedad igualitaria y justa, con una visión fundamentada en los derechos humanos consagrados en la Constitución y el carácter público y universal de la salud, la educación, la vivienda, la alimentación y la satisfacción de las necesidades, consideradas como demandas sociales y no mercancías. Así mismo, se enfatiza el sistema de misiones, grandes misiones y misiones de nueva generación.

Educación

El sistema educativo venezolano está conformado por el subsistema de educación básica, el subsistema de

educación universitaria (regulados por la Ley Orgánica de Educación. GO 5929, sancionada en 2009) y el subsistema bolivariano de formación y autoformación colectiva, integral, continua y permanente (regulado por el decreto 1414, sancionado en 2014).

La República Bolivariana de Venezuela se considera un país libre del analfabetismo, puesto que la tasa de alfabetización general para el año 2022 fue de 98,7 %; de esta el 99,1 % fueron hombres y el 98,4 % fueron mujeres. Así mismo, el 84,3 % de las escuelas son públicas y gratuitas.

En el año 2016, en el país se registró un incremento del 27,9 % en el promedio de años de escolarización, comparado con el año 2001.

En el periodo 2023-2024, se registró una matrícula de educación básica de 8.824.512 estudiantes, de estos, 1.908.415 ubicados en educación inicial, 3.542.824 en educación primaria, 2.698.833 en educación media general y técnica, y 674.440 en educación para jóvenes, adultas y adultos, incluidas las Misiones Robinson, Ribas, Inces y Educación Especial.

Para el año 2023, se contabilizó un total de 94 universidades activas, de estas, 68 universidades públicas y 26 universidades privadas. Se registraron 362.707 estudiantes en el Sistema Nacional de Ingreso (SNI), para la Educación Universitaria, y se asignaron 316.461 cupos universitarios. De estos, el 55,24 % fueron mujeres y 44,76 % hombres. Así mismo, se asignaron 4.360 cupos universitarios a estudiantes de los pueblos indígenas.

Inversión social

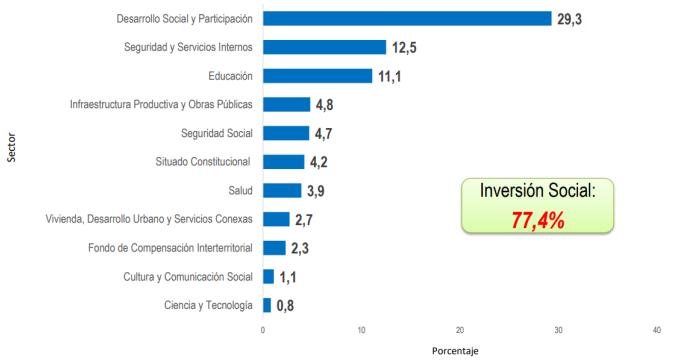
A pesar de las MCU, la inversión social planificada alcanzóun máximo histórico de 77,4 % del presupuesto previsto para el ejercicio fiscal 2024 (Figura 1.20).

Pobreza por necesidades básicas insatisfechas

El porcentaje de hogares en pobreza extrema estructural, medida por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), se ubicó en 4,18 % al 2023, mientras que en el año 1998 era de 10,8 %.

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Entre 1990 y 2019, el IDH del país experimentó un crecimiento del 10,4 %, al pasar de 0,644 a 0,711. Este progreso se reflejó a través de mejoras en diferentes dimensiones del desarrollo humano, por ejemplo, la esperanza de vida al nacer aumentó 1,4 años y los años promedio de escolaridad incrementaron 5,7 años, mientras que los años esperados de escolaridad aumentaron 2,4 años. No obstante, el Ingreso nacional bruto (INB) *per cápita* disminuyó un 57,4 %, en el mismo



Fuente: - Oficina Central de Presupuesto, ONAPRE – Banco Central de Venezuela, BCV - Instituto Nacional de Estadística, INE. Cálculos propios - Ministerio del Poder Popular de Planificación. Cálculos propios

Figura 1.20: Distribución porcentual de la Inversión Social en la República Bolivariana de Venezuela

período. Esta contracción del INB *per cápita* representa un desafío importante para el desarrollo humano en la República Bolivariana de Venezuela, exacerbado por los efectos de las MCU impuestas al país.

Durante el período 2000-2022, el país presentó un IDH de 0,69[16], mientras que para el año 2023, el IDH fue de 0,75.

Empleo

En el primer semestre de 2023, el empleo formal en el país se ubicó en el 53,9 %. Este valor contrasta con el primer semestre de 1999, cuando la ocupación formal era del 49 %. Esto evidencia un aumento en la formalidad del empleo, en el contexto de una recuperación económica.

Pese a las MCU, la tasa de desocupación para el 1er semestre de 2023 fue del 8,2 %, comparado con el mismo período de 1999, periodo en que se ubicó en 15,3 %.

La inserción laboral de los jóvenes ha mejorado de manera notable. En el grupo etario de 15 a 24 años, la tasa de desempleo disminuyó de modo significativo, al pasar de 27,9 % en 1999 a 13,7 % en 2023. Esto lo que representa una reducción de 14,2 puntos porcentuales.

Género

Para el año 2019, la República Bolivariana de Venezuela fue reconocida dentro del grupo de países con un alto nivel de igualdad de género, en términos de logros en el Índice de Desarrollo de Género (con una desviación absoluta menor al 2,5 %). Esto evidencia que el Estado venezolano realizó avances significativos en la consolidación de la igualdad y la equidad de género, desde la aprobación de la Constitución Bolivariana de Venezuela (1999). ha intensificado y profundizado. Promovió el fortalecimiento de la institucionalidad para la igualdad de género en el país, que propició la apertura de espacios importantes para la visibilización de las mujeres.

En el año 2007, se sancionó la Ley Orgánica sobre el Derecho de las Mujeres a Vivir Libre de Violencia (2007, Gaceta Oficial Nro. 38.668); en 2008, se creó el Ministerio para la Mujer y en el año 2009, el Ministerio del Poder Popular para la Mujer y la Igualdad de Género (MinMujer, formalizado en Gaceta Oficial Nro. 39.156 del 13 de abril de 2009).

Alimentación

El Programa "Comités Locales de Abastecimiento y Producción" (CLAP), alcanzó entre los años 2016 y 2023, una distribución de 845.548.367 combos de alimentos, equivalentes a 13.113.293 toneladas métricas (TM). La cantidad de familias venezolanas del combo CLAP beneficiarias mensualmente tuvo un incremento del 7,9 %, pasando de 7.000.000 de familias atendidas mensualmente en el año 2020, a más de 7.600.000 atendidas mensualmente en el año 2023 (Figura 1.21).

Para el año 2023, estaban activos más de 42.000 CLAP, representados por 42.588 líderes CLAP. Asimismo, están operativas más de 3.700 Casas de Alimentación y más de 1.500 Bases de Misiones. Además, se distribuyeron alimentos para el funcionamiento de más de 23.600 escuelas del Programa de Alimentación Escolar (PAE). Durante 2023, la distribución de Combos CLAP y el Plan Proteína alcanzó los 130.180.337 combos, equivalentes a 2.213.066 TM.

Se reactivaron 83 Circuitos Económicos Comunales (CEC) y ocho (08) Zonas Económicas Comunales (ZEC), a nivel nacional, vinculando a 379 comunas, 2.034 consejos comunales, 15.968 productoras y productores, beneficiando a 156.045 familias.

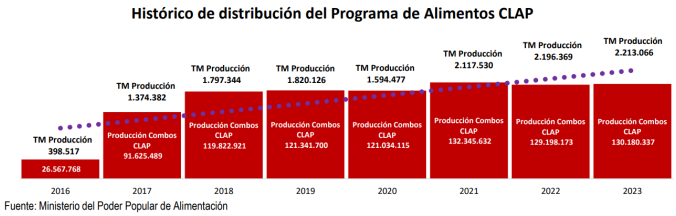


Figura 1.21: Histórico de la distribución del CLAP

Protección social y salud

El estado ha innovado para sostener la protección del pueblo, desarrollando métodos que han permitido continuar avanzando en las condiciones más difíciles; es así como a través de la plataforma patria, se asignaron 59 bonos de protección social, beneficiando a 13.100.000 personas mensualmente en todo el país, con una inversión total de 131.671,7 millones de bolívares.

Se ha sostenido el 100 % de cobertura de las personas en edad de pensión. Durante el 2023, se otorgó un total de 135.089 nuevas pensiones y jubilaciones, que incluyeron las pensiones otorgadas por vejez, invalidez, sobreviviente, incapacidad parcial, así como por las Grandes Misiones Amor Mayor Venezuela y Hogares de la Patria, entre otros. Con ello, la cantidad de personas pensionadas y jubiladas ascendió a 5.518.472.

La atención de la salud en la República Bolivariana de Venezuela ha experimentado un nuevo paradigma con la implementación del programa Barrio Adentro. Este enfoque no sólo ha implicado la territorialización de los servicios de salud, sino también un incremento significativo en el número de médicos y personal sanitario. El programa de Médicos Integrales Comunitarios (MIC) ha duplicado en los últimos 10 años el total de médicos existentes en el país, contando además con el posgrado en Medicina más grande de América Latina.

Se ha logrado la certificación del territorio nacional como estados 100 % de cobertura de Barrio Adentro, conformando adicionalmente equipos básicos de salud.

Variables estructurales de desarrollo

Vivienda

La Gran Misión Vivienda Venezuela (GMVV) construyó en 2023 la cantidad de 489.934 viviendas, alcanzando el hito de 4.890.536 viviendas entregadas desde 2011 (Figura 1.22).



Figura 1.22: Histórico de las viviendas construidas en la República Bolivariana de Venezuela

Servicios públicos

Agua y saneamiento

La República Bolivariana de Venezuela continúa realizando esfuerzos para avanzar progresivamente en las metas vinculadas al ODS 6 "Agua y Saneamiento" de la agenda 2030 y se resalta que entre 1990 y 2015, el país alcanzó la meta del 91 % de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ya que aumentó la proporción de población con instalación de saneamiento mejoradas y con progresos a nivel nacional del 35,20 % en el uso de tecnologías de tratamiento de las aguas residuales (principalmente anaeróbicas), denotándose un incremento del 5,2 % en relación al año 2010. En cuanto a la cobertura del servicio de agua potable, cabe resaltar que la República Bolivariana de Venezuela alcanzó en el año 2007 (ocho años antes de lo acordado), la meta del milenio establecida en la Agenda de la ONU, al lograr el acceso al agua potable para el 96 % de la población, en un proceso que involucra más de 2.023 instalaciones, más de 32.000 kilómetros de tuberías y más de 18.000 pozos profundos a nivel nacional.

La República Bolivariana de Venezuela ha trabajado para avanzar en las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6, "Agua y Saneamiento", de la Agenda 2030. Entre 1990 y 2015, el país alcanzó el 91 % de las metas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), aumentando la proporción de población con acceso a saneamiento mejorado. Hubo avances nacionales del 35,20 % en la utilización de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, principalmente anaeróbicas, con un incremento del 5,2 % desde 2010. En 2007, la República Bolivariana de Venezuela logró, ocho años antes de lo pactado, la meta del milenio de acceso al agua potable para el 96 % de la población, mediante más de 2.023 instalaciones, 32.000 kilómetros de tuberías y 18.000 pozos profundos en todo el país

Sin embargo, este progreso en el sector Saneamiento fue impactado de forma negativa por la imposición de MCU, las cuales son un obstáculo para la inversión y ejecución de planes, programas y proyectos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento en el país.

Eléctrico

El sector de energía eléctrica de la República Bolivariana de Venezuela es un componente esencial para el desarrollo socioeconómico del país, caracterizado por una matriz energética predominantemente hidroeléctrica.

Aproximadamente el 79,73 % de la energía eléctrica proviene de centrales hidroeléctricas, el 20 % restante corresponde a centrales termoeléctricas. La generación termoeléctrica se realiza con combustibles fósiles, siendo el 96,13 % con Gas Natural, 3,65 % con Diésel y 0,21 % con Full Oíl.

En otro aspecto, se han incorporado progresivamente nuevas fuentes de energías complementarias, para diversificar la matriz energética nacional. Es así como en el año 2024, se suma a la interconexión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), un Parque Eólico y un Parque Solar. Asimismo, se continúa con la recuperación de Sistemas de Energías Renovables (SER) en comunidades aisladas indígenas y fronterizas, con nuevos SER en el sector residencial y Sistemas de Bombeo de Agua Fotovoltaico, en el Distrito Capital y en los estados, Mérida, Falcón, Lara, Aragua, Trujillo, Guárico, Zulia, Miranda, Delta Amacuro, Táchira, Barinas, Apure, Amazonas, Nueva Esparta, Cojedes, Bolívar, Portuguesa y Monagas. Igualmente, se han instalado más de 24.000 luminarias solares para alumbrado público, tanto en comunidades aisladas, como en urbanas.

Transporte

La República Bolivariana de Venezuela cuenta con una red de autopistas y carreteras de más de 96.000 km, que cubren la mayor parte del territorio nacional. Es una de las redes más desarrolladas de América Latina. La densidad de la vialidad es más alta en la región centro-norte del país, donde se concentra la mayoría de la población. Actualmente, las actividades de transporte están bajo la competencia del Ministerio del Poder Popular para el Transporte, institución orientada a la optimización del servicio de transporte terrestre, aéreo, acuático, infraestructura vial y sus servicios conexos.

El país cuenta con sistemas urbanos de transporte terrestre y subterráneo, creados o significativamente extendidos en los últimos años, que incluyen al Metro de Caracas, Metro de Maracaibo, Metro de Valencia, Metro de Los Teques y metrocables (en varias zonas de difícil acceso) y sistemas de buses con vías de uso exclusivo (Trolebús Mérida, Bus Caracas, TransMaracay, TransBarca, TransCarabobo, TransFalcón y TransAnzoátegui)[17].

En cuanto a transporte acuático, la República Bolivariana de Venezuela posee una serie de puertos en el mar Caribe entre los cuales destacan Amuay, Bajo Grande, El Tablazo, La Guaira, La Salina, Maracaibo, Puerto Cabello, Puerto La Cruz, Puerto Sucre, Guanta, Punta Cardón y Punta de Piedras. Además, existen puertos fluviales de importancia como Puerto Ordaz, Paluay Matanzas, ubicados en el río Orinoco.

Cuenta también con 127 aeropuertos con pistas pavimentadas (transporte aéreo), quince de ellos con pistas mayores de 2.500 metros.

Entre ellos destacan los aeropuertos internacionales de Maiquetía, Valencia, Punto Fijo, Porlamar, Maracaibo, Barcelona, Barquisimeto, San Cristóbal, Ciudad Guayana, Maturín, Cumaná y San Antonio del Táchira.

En cuanto a ferrocarriles, la República Bolivariana de Venezuela tiene 447 km de vías ferroviarias en expansión.

Desechos y residuos municipales

En el país, existen 249 sitios de disposición final de desechos y residuos municipales, de los cuales el 13 % son rellenos sanitarios y el 87 % vertederos controlados (Figura 1.23).

Según el inventario de los SEDS[18] de la República Bolivariana de Venezuela localizados en los 335 municipios, se determinó que el promedio nacional del factor de generación de desechos y residuos sólidos varía entre 0,25 y 0,8 Kg/hab/día (MINEC, 2024).

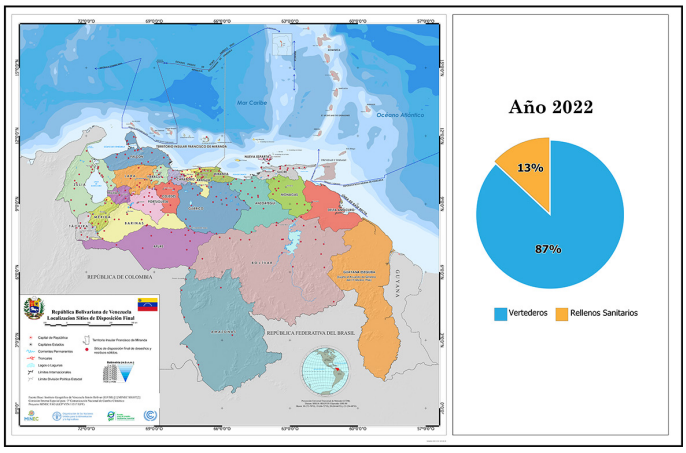


Figura 1.23: Localización y distribución porcentual de los sitios de disposición final de desechos y residuos sólidos

1.7. Perfil productivo

La República Bolivariana de Venezuela es un país petrolero, agrícola, forestal, pesquero, turístico y productor de energía hidroeléctrica y de servicios ecosistémicos (MINEC-IFLA, 2018). Es un país en pleno desarrollo industrial, con una economía basada primordialmente en la extracción y refinación del petróleo y otros minerales, así como múltiples actividades agropecuarias e industriales, en tránsito hacia una economía postpetrolera (MPPRE, 2019).

En el Plan de la Patria de las 7T (2025 – 2031) se plantea la transformación económica del país como estrategia, lo que implica la concepción y construcción de una Venezuela Potencia, de la democracia económica y la construcción del socialismo. Esta transformación busca consolidar la defensa y soberanía en la preservación y uso de los recursos naturales estratégicos, con especial énfasis en los hidrocarburíferos, mineros y acuíferos, entre otros para el bienestar de la población y el desarrollo de la patria.[19]

Petróleo

La República Bolivariana de Venezuela dispone de una gran abundancia de recursos naturales de carácter estratégico en sus cuencas petrolíferas Golfo de Venezuela, Falcón, Lago de Maracaibo, Barinas – Apure, Cariaco, Oriental y en la Faja Petrolífera del Orinoco, lo que convierte a Venezuela en el primer país en reservas probadas de crudo del mundo, por encima de Arabia Saudita, alcanzando 303.806 MMB (MPPRE, 2022; 2024).

La República Bolivariana de Venezuela dispone de seis refinerías, localizadas a lo largo de la zona norte del país. La producción de estas refinerías está orientada, principalmente, a la obtención de combustibles de diferentes tipos (MINEC-IFLA, 2010).

Gas Natural

La República Bolivariana de Venezuela se sitúa en el octavo lugar a escala mundial de reservas de gas, reservas que ascienden a 200,3 Billones de Pies Cúbicos Normales (MMMPCN), según la resolución Nro. 044 de la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nro. 41.648, de fecha 5 de junio de 2019, lo que ubica a nuestro país como una potencia gasífera y a la vanguardia en esta industria que desarrolla el potencial energético del futuro (MINPET, 2024).

PDVSA Gas es la filial de Petróleos de Venezuela S.A., (PDVSA) dedicada a la explotación y aprovechamiento del gas natural como fuente de energía, para atender la demanda interna de los sectores doméstico, comercial e industrial, contribuyendo así al desarrollo de la Nación.

La producción impulsada por el Gobierno Nacional está destinada a satisfacer el crecimiento en la demanda de gas y condensados de los sectores eléctrico, petroquímico, industrial y de refinación.[20]

Petroquímica

La República Bolivariana de Venezuela cuenta con la potencialidad de desarrollar la petroquímica, por lo que este sector se convierte en motor fundamental de la Agenda Económica Bolivariana, en el marco del fortalecimiento del modelo productivo socialista, post petrolero.

La estatal fomenta y desarrolla las actividades petroquímicas que se llevan a cabo a lo largo del Eje Norte – Costero, específicamente en los estados Zulia, Carabobo y Anzoátegui, donde se generan fertilizantes

nitrogenados y fosfatados, olefinas y plásticos, así como productos químicos destinados a satisfacer los requerimientos de rubros en el mercado nacional, en torno a garantizar la soberanía agroalimentaria y el desarrollo industrial y tecnológico (MINPET, 2024).

Recursos minerales

La República Bolivariana de Venezuela es un país rico en recursos minerales, contando con una gran variedad de minerales metálicos y no metálicos distribuidos, principalmente, en los macizos montañosos del territorio nacional (MINEC, 2010). La minería es, después del petróleo, la segunda fuente importante de divisas para el país. La rica historia geológica del país ha permitido la abundancia de depósitos minerales de variada naturaleza.

El escudo precámbrico, con su larga historia geológica, es rico en depósitos de hierro, aluminio, dolomita, manganeso, oro, diamante, granitos dimensionales, ocre, tierras raras, torio, cuarzo y caolín. Los geosinclinales de las cordilleras de la Costa, Andes y Perijá, con su compleja historia de eventos sedimentarios, volcánicos, intrusivos y metamórficos, poseen importantes yacimientos de níquel, plomo, zinc, cobre, titanio, arcillas, asbesto, calizas, magnesita, talco, feldespato, cianita, yeso, dolomita, serpentinita, mica industrial, mármoles y granitos (INGEOMIN, 2020).

El Arco Minero del Orinoco (AMO) es una Zona de Desarrollo Estratégico esencial del Motor Minería, uno de los quince motores que conforman la Agenda Económica Bolivariana, anunciada en 2016 por el presidente de la República y dirigida por el Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico.

El AMO está ubicado al sur del río Orinoco, en la parte norte del estado Bolívar. Posee una superficie total de 111.843,70 km^2 de esa superficie, organizada internamente en cuatro áreas, con fines de desarrollo y de organización administrativa, el Área 1 "Juana La Avanzadora" ocupa el 23,93 % del territorio, el Área 2 "Manuela Sáenz" con el 10,43 %, el Área 3 "Negra Hipólita" con 27,59 % y, por último, el Área 4 "Josefa Camejo" con un 38,04 % (Figura 1.24).

En este contexto, la actividad minera representa uno de los motores estratégicos más importante que impulsa el crecimiento económico del país, conforme a lo establecido en el Plan de la Patria 2019-2025, donde hace referencia en convertir a la República Bolivariana de Venezuela en un país potencia en lo social, lo económico y lo político, de manera transversal con el Gran Objetivo Histórico Nro. 5: Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana (MPPDME, 2021).

El Plan Nacional de Geología (PNG), eje fundamental del Motor Minero, está contenido en la Ley del Plan de la Patria y en el Plan Sectorial Minero 2019-2025. Su objetivo es generar la cuantificación y certificación de los recursos y reservas minerales en todo el territorio nacional. El PNG está llamado a convertirse en un pilar esencial del Motor Minero, impulsando el desarrollo de la industria minera mediante la construcción y fortalecimiento de encadenamientos productivos, ecológicos y sostenibles. Estas iniciativas están orientadas a lograr una mejora tangible en la calidad de vida de los venezolanos (MPPDME, 2021).

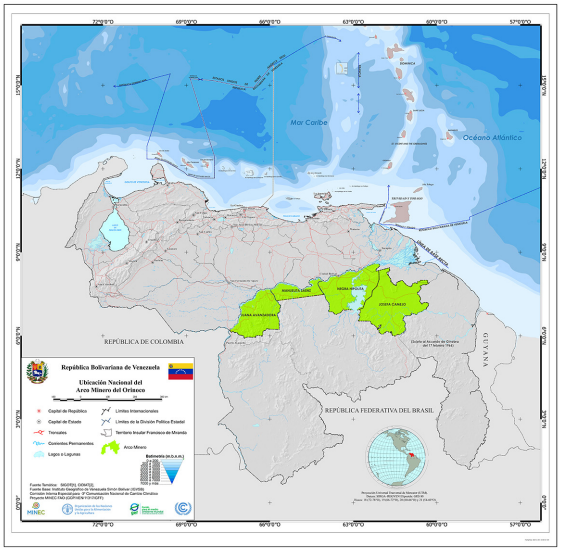


Figura 1.24: Localización del Arco Minero del Orinoco

El Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico (MPPDME) es el ente rector de la actividad minera en el país[21], al que le corresponde la activación, impulso, seguimiento y control del Motor Minero, uno de los motores productivos más importantes de la etapa post-petrolera de la economía venezolana y cuenta con el Servicio Nacional de Fiscalización e Inspección Minera (SENAFIM)[22], que ejerce control sobre las actividades primarias, conexas o auxiliares de la minería, a través de la inspección y fiscalización en sus diversas etapas, con el propósito de garantizar la explotación racional de los recursos minerales existentes en el territorio nacional, contribuyendo en la protección ambiental.

En torno a ello, en octubre de 2024, el MPPDME estableció una alianza estratégica con la Autoridad Nacional Ambiental (MINEC), para fomentar un modelo de producción integral sostenible con enfoque ambiental y socialmente responsable como referencia para el desarrollo del sector minero nacional.

Recursos Forestales

El sector forestal es uno de los motores de la Agenda Económica Bolivariana, mecanismo que fomenta la construcción de un nuevo esquema económico en el que participan empresas socialistas y el sector privado del país. El Motor Forestal se orienta hacia el aprovechamiento de los recursos naturales basado en un manejo sustentable (MINEC, 2022).

El Consejo Nacional de Economía Productiva de Venezuela impulsa el motor forestal como una de sus 18 áreas estratégicas. La base de este motor es el manejo sustentable del patrimonio forestal nacional. Este manejo se desarrolla bajo un modelo económico, productivo y ecosocialista, sistemáticamente diseñado según las realidades ecológicas, geográficas, sociales, culturales y tecnológicas, considerando los impactos ambientales y los efectos del cambio climático. El objetivo es fomentar cadenas de valor forestal productivas y sostenibles que garanticen el consumo nacional y la participación en mercados internacionales (MINEC, 2020).

Dentro del sistema de ABRAE del país, las áreas para el manejo sustentable del patrimonio forestal conforman el 11,15 % de la superficie terrestre nacional representada en 10 reservas forestales (6.742.407 ha) y 43 áreas boscosas bajo protección (3.473.702 ha), existen también espacios declarados como lotes boscosos (4) con una superficie total de 967.093 ha. Todas las áreas antes referidas son administradas por la Autoridad Nacional Forestal (MINEC, 2022).

En este contexto de diversidad biológica, comunidades boscosas y la existencia de plantaciones forestales de Teca, Melina, Eucalipto y Pino Caribe hacen que el país en la actualidad ofrezca un importante número de especies forestales maderables para el manejo y aprovechamiento comercial de sus troncos (Fustes) y de sus ramas para la industria forestal, industria de la construcción de edificaciones, del mueble, energía limpia, así como para la elaboración de diversas artesanías.

Según el anuario y estadística forestal del MINEC para el año 2022, el motor forestal presentó el balance siguiente:

- La producción industrial del sector forestal en la República Bolivariana de Venezuela está representada fundamentalmente por la industria mecánica de la madera, la cual está concentrada en aserraderos y carpinterías.
- La producción forestal nacional de madera en rola para el año 2022 fue en total de 569.913,928 m^3 mayor en 16,64 % (81.321,66 m^3) con respecto al año 2021. Esta producción fue principalmente en seis (6) estados: Monagas (67,58 %), Cojedes (12,45 %), Barinas (7,80 %), Portuguesa (5,57 %), Anzoátegui (3,12 %) y Apure (1,78 %).
- De la producción de madera en rola, la mayor cantidad fue en terrenos baldíos de la nación con el 75,69 % y el restante 24,31 % en terrenos privados. El 88,72 % del aprovechamiento de la especie Pino Caribe se realizó en terrenos baldíos y el 11,28 % en privados, a diferencia de la especie Eucalipto, que se aprovechó el 99,99 % en terrenos propios. En cuanto al Samán, el 75,38 % de su aprovechamiento se realizó en terrenos baldíos y el restante 24,62 % en privados.
- La industria de aserrío procesó un total de 12.218,836 m^3, la mayor cantidad del volumen aserrado fue en los estados Monagas (76,07 %), Barinas (12,82 %) Distrito Capital (4,51 %), y el restante 6,61 % distribuido en 9 estados. La producción de machihembrado fue en total de 2.949 m^2.

En cuanto a las exportaciones de los productos recolectados de la madera (PMR), es importante mencionar que el país cuenta con una oferta exportable forestal maderable vinculada a las especies forestales: Pino Caribe (*Pinus caribaea*), Eucalipto (*Eucaliyptus urograndis*) y Teca (*Tectona grandis*) provenientes de bosques plantados y Samán (*Albizia saman*) de bosque natural y en los últimos años se ha realizado la exportación de productos forestales (madera aserrada, madera en rola, postes, tablas, tableros y astillas) a diversos países. Entre los principales destinos se encuentran: China, Cuba, Costa Rica, Catar, Turquía, España, Austria, Chile, Colombia, Holanda, Honduras, India, Israel, Italia, Jamaica, Puerto Rico, Panamá, Perú, Portugal, República Dominicana, Taiwán, Trinidad, Turquía, Vietnam, entre otros. Sin embargo, en las últimas dos décadas, éstas han sido afectadas por la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales impuestas sobre el país (MINEC, 2022).

No obstante, se caracterizó por lo siguiente:

- El volumen total de las exportaciones fue de 81.150,47 m^3, distribuidos en 35.609,22 m^3 de la especie Samán, 33.144,23 m^3 de Pino Caribe, 11.728,32 m^3 de Teca y el resto 668,70 m^3 de especies como Mureillo, Bálsamo, Purguó, Pilón entre otras.
- La distribución del volumen de los productos exportados por tipo de madera es como sigue: 99,87 % (81.041,430 m^3) aserrada y 0,13 % (109,04 m^3) de madera en rola. Las exportaciones de productos forestales para el año 2022 se redujeron en 10,07 % con relación al año 2021.
- Los destinos de las exportaciones se incrementaron con respecto al año 2021 a 20 países, entre los cuales se encuentran Canadá, China, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Emiratos Árabes Unidos, España, Filipinas, India, Italia, Trinidad y Tobago, Estados Unidos y Vietnam.

Agropecuario

En la República Bolivariana de Venezuela, la agricultura, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural tienen rango constitucional y en ella, se define la orientación de las políticas públicas en materia de agricultura, desarrollo rural y redistribución de la tierra (*Artículos 305 al 308)*. Esta normativa central es instrumentada por un conjunto de leyes entre las que destacan la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, la Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Alimentaria, la Ley de Salud Agrícola Integral, la Ley de Pesca y Acuicultura, la Ley del Fondo de Desarrollo Agropecuario, Pesquero, Forestal y Afines, entre otras.

Dada la diversidad geográfica y agroecológica del país, la producción agrícola venezolana es compleja y está constituida por distintos sistemas de producción con características muy disímiles y de diversa importancia en la generación de productos y empleos. Sin embargo, la producción agrícola representa una fracción reducida del Producto Interno Bruto en comparación con otros países andinos y de América Latina (FAO, 2024).

La diversidad de las condiciones físico-naturales del país, configuran un potencial agrícola ilimitado que ha potenciado la evolución de los sistemas agrícolas tradicionales, hacia una actividad productiva con rasgos de agricultura comercial moderna, que incluye la mecanización, el riego, el drenaje y el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas y otros productos agroindustriales (PNUMA - MINEC, 2010).

La ubicación geográfica le otorga al país importantes potencialidades para la agricultura tropical, pudiendo obtener altos rendimientos en cultivos de carácter permanente tales como café, cacao, palma aceitera y frutales, o semi permanentes como caña de azúcar, banano, plátano y yuca. En cambio, tiene menor potencial para los cultivos mecanizados extensivos de ciclo corto, con excepción del arroz (FAO, 2024).

Las tierras de cultivo del país al año 2022 ocupaba una superficie de 13.961.264,09 hectáreas (Figura 1.25), donde un 87,13 % corresponde a cultivos de secano, en mosaico, asociaciones perennes y cultivos mixtos, el 12,87 % restante de la superficie de estas tierras se distribuyen en un 3,72 % en cultivos de granos y leguminosas (caraota, arveja, frijol y quinchoncho), 2,93 % en los cultivos de cereales (arroz, sorgo, maíz y trigo), 2,05 % en los cultivos tradicionales tropicales (café, cacao, caña de azúcar y tabaco), 1,66 % en frutales, 1,30 % en textiles y oleaginosas y 1,22 % distribuidos en cultivos de hortalizas, raíces y tubérculos (MINEC, 2024).

En el país, los pastizales ocupan una superficie de 23.151.537 hectáreas (Figura 1.26), donde el 99 % se distribuye en la categoría pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales, el 1 % restante corresponde a la cobertura de pastizales montañosos (MINEC, 2024).

La disponibilidad de tierras con limitaciones para la producción vegetal, la abundancia de energía radiante y amplias áreas de pastos determina una importante potencialidad para la ganadería de carne y de doble propósito (carne y leche). Además, la horticultura puede obtener un significativo desarrollo en los valles del arco montañoso costero.

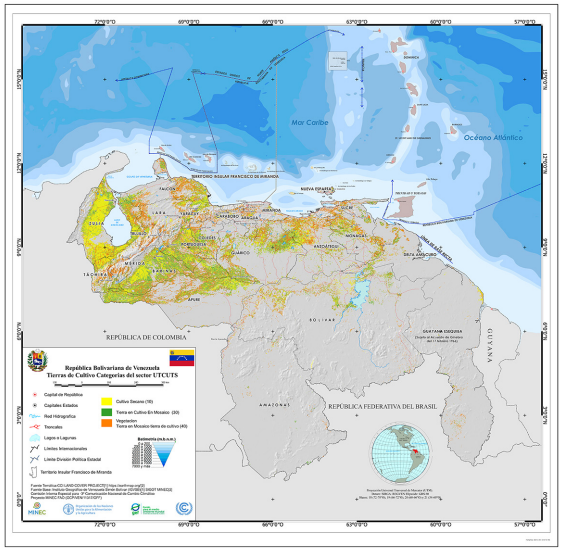


Figura 1.25: Tierras de cultivo en la República Bolivariana de Venezuela

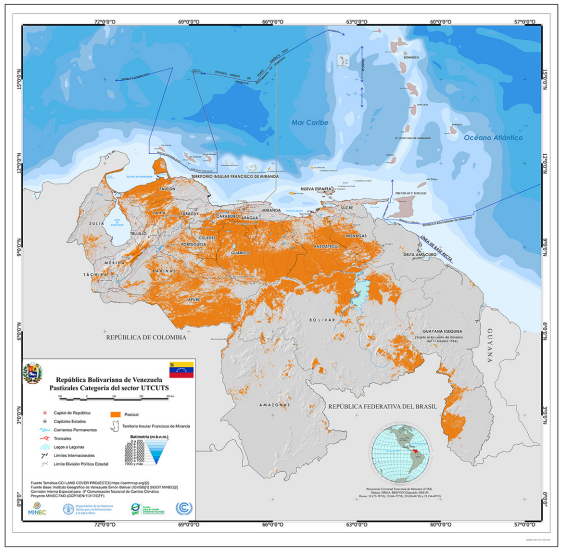


Figura 1.26: Distribución de la cobertura de pastizales en la República Bolivariana de Venezuela

La amplitud de las costas y el mar territorial venezolano, así como el bajo costodel combustible, confieren a la pesca marítima amplias posibilidades de desarrollo (FAO, 2024).

En este contexto, el sector agrícola venezolano contribuyó con un 10,98 % al Producto Interno Bruto (PIB) en 2022, desempeñando un papel crucial en la economía nacional. No solo proporciona sustento a una gran parte de la población rural y urbana, sino que también garantiza la seguridad alimentaria del país. En cuanto a la producción pecuaria, esta se concentró en la ganadería bovina y la avicultura. En 2022, se contabilizaron 19,14 millones de cabezas de ganado, distribuidas en 16,64 millones de vacunos y 2,5 millones de búfalos bajo sistemas de manejo de carácter extensivo, distribuidos en los pastizales del país (MPPAT, 2022).

Al cierre del año 2023, el Producto Interno Agrícola había crecido siete semestres consecutivos gracias a la Gran Misión AgroVenezuela y la producción agropecuaria registró un aumento de 5,5 %, alcanzando 19 millones de toneladas métricas, al tiempo que la población ganadera creció 3,9 % con 29 millones de cabezas de ganado vacuno, ovino, caprino y bufalino.

La producción agropecuaria se incrementó en 5,79 %, logrando una producción de 13.979.263 toneladas de productos de origen vegetal y 5.400.554 toneladas de materia prima de origen animal; así como la cosecha en 1.716.246 hectáreas (MPPP, 2024)[23].

Pesca y Acuicultura

La República Bolivariana de Venezuela, con un territorio continental e insular, posee una gran variedad de ambientes acuáticos y diversidad de recursos pesqueros[24].

A nivel institucional, la gestión de la pesca y de la acuicultura en el país es realizada a través del Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura (MinPesca)[25], que cuenta con el Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (Insopesca), quien direcciona sus acciones hacia la ordenación de los recursos pesqueros y acuícolas del país, en función del logro de los objetivos establecidos en el Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación (Plan de la Patria).

El sector pesquero y de acuicultura en la República Bolivariana de Venezuela cuenta con una legislación vigente que regula estas actividades[26]. Esta normativa permite al Estado Venezolano controlar y gestionar las actividades de pesca, acuicultura y conexas, basándose en principios rectores que aseguran la producción, conservación, administración, fomento, investigación y aprovechamiento responsable y sostenible de los recursos hidrobiológicos, considerando los aspectos biológicos, tecnológicos, económicos, sociales, culturales y ambientales, así como el intercambio y la distribución solidaria.

Subsector marino

Los principales recursos marítimos en orden de importancia son sardina, atún, pepitonas y camarones.

- La sardina (*Sardinella aurita*) se encuentra ampliamente distribuida en el Mar Caribe y principalmente al nororiente del país, frente a los estados Sucre y Anzoátegui y alrededores de las islas Margarita, Coche y Cubagua y en el Golfo de Venezuela, en la zona occidental. Constituye la especie marítima de mayor producción en el país, cerca de la mitad de la producción total de la pesquería venezolana.
- Los túnidos (*Thunnus albacares, Katsuwonus pelamis, Thunnus alalunga, Thunnus obesus*) son especies migratorias ampliamente distribuidas. La producción nacional proviene del océano Pacifico oriental.
- La pepitona (*Arca zebra*) se localiza en el oriente del país, en los alrededores de la Isla de Margarita, al este de la isla de Coche y al norte de la Península de Araya.
- El camarón (*Penaeus schmitti; Penaeus brasiliensis*) se distribuye en las aguas nacionales, aunque existe una mayor abundancia en la zona del Golfo de Venezuela, el Golfo de Paria, Plataforma de Unare, Delta del Orinoco y margen atlántico.

El país ejecuta la prohibición de la pesca de arrastre industrial y la prohibición de la pesca de sardina industrial y se reserva de manera exclusiva a los pescadores y pescadoras artesanales y de subsistencia o sus organizaciones comunitarias, la explotación en los caladeros de pesca de los siguientes recursos hidrobiológicos: sardina (*Sardinella aurita*), pepitona (*Arca zebra*), ostra perla (*Pinctada imbricata*), otros moluscos sedentarios en sus bancos naturales (guacuco, chipichipi, almeja, mejillón, ostra mangle, entre otros), las especies de la fauna acuática en áreas bajo régimen especial, los camarones y cangrejos distribuidos en bahías, lagunas y humedales costeros, los recursos pesqueros presentes, próximos a la línea de costa y hasta una distancia de seis (6) millas náuticas de ancho.

Los principales puertos de desembarque marítimos del país se encuentran en los estados Sucre, Nueva Esparta, Anzoátegui, La Guaira, Carabobo, Zulia y Falcón, así como también grandes inversiones realizadas por el sector privado en obras de muelles, diques secos, frigoríficos, talleres, astilleros, varaderos y plantas procesadoras de conservas pasteurizadas y congeladas. En el estado de Sucre, se efectúa casi el 50 % de los desembarques nacionales, repartidos principalmente entre los puertos de Cumaná, Carúpano, Güiria y Puerto Santo. Le siguen en proporción, Nueva Esparta, con los puertos de Boca de Río, Boca de Pozo y Punta de Piedras, y Falcón con

Las Piedras, Punto Fijo y La Vela. También, se destacan en el estado de Zulia los puertos de San Carlos del Zulia y Maracaibo, en Anzoátegui está Guanta / Punta Meta, en el estado La Guaira el puerto de La Guaira, Puerto Cabello situado en el estado Carabobo, los dos últimos con una importante actividad aduanera y pesquera.

Subsector de la pesca continental

La pesca continental se desarrolla bajo un esquema común de actividades básicas por parte de los diversos actores que se articulan e interrelacionan, siguiendo un modelo similar al que opera en el resto de los sistemas agroalimentarios. De esta manera, miles de productores primarios diseminados en pequeñas poblaciones ribereñas, así como en las ciudades o puertos fluviales más importantes, venden su producción a intermediarios, en sus diferentes formas de asociación.

En el país, se destacan cuatro grandes sistemas fluviales donde se desarrollan las actividades de producción pesquera más importantes a nivel continental: el río Orinoco y sus afluentes, donde se captura el 40 % del total de los desembarques comerciales, el río Apure y principales afluentes, donde se registra cerca de un 50 % de los desembarques fluviales totales, el lago de Maracaibo y afluentes, donde se produce un 10 % del total de los desembarques, y los embalses, en los que se produce aproximadamente el 1 % de la producción de aguas continentales del país.

Los principales recursos capturados en el río Orinoco son los bagres pimelónidos (*Brachyplatystoma sp. y Pseudoplatystoma sp.*), bagre paisano (*Hypophthalmus marginatus*), cachama (*Colossoma macropomus*), morocoto (*Piaractus brachypomus*), coporo (*Prochilodus mariae*) y palometa (*Mylossoma duriventre*).

Las especies principales del río Apure son el bagre rayado (*Pseudoplatystoma tigrinum y P. fasciatum*), coporo (*Prochilodus mariae*), cachama (*Colossoma macropomus*), morocoto (*Piaractus brachypomus*), curbinata (*Plagioscion squamosissimus*), curito (*Hoplostermum littorale*) y bagre blanco pobre (*Pinirampus sp*). Mientras que el lago de Maracaibo tiene las siguientes especies comerciales: curvina (*Cynoscion maracaiboensis*), lisa (*Mugil sp.*), mana mana (*Potamorrhina laticeps*), bocachico (*Prochilodus reticulatus*), mojarra (*Eugerres plumieri*), bagres (*Arius spp.*), armadillo (*Anphatorulus watwata*), bagre blanco (*Pimelodus sp.*), carite pintado (*Scomberomorus sp.*), mariana (*Doraops zulo*) y el cangrejo azul (*Callinectes spidus*).

Subsector acuícola

El 83 % aproximadamente de la producción acuícola del país proviene del camarón blanco del Pacifico *Panaeus vannamei* y el resto de la producción acuícola proviene mayormente de cultivos de peces de agua dulce, especialmente cachama, tambatinga o cachamoto, bagre y trucha arco iris.

El sector acuícola es una industria dinámica en el país. La producción de camarón está creciendo cada año y excede las 30.000 toneladas.

Subsector recreativo

El sector pesquero de la República Bolivariana de Venezuela contribuye a la economía nacional en términos de generación de empleos y de oferta de alimentos a la población (el consumo promedio anual de pescado por habitante se estima en 9,4 kg), esto debido a que en los últimos años se ha desarrollado una expansión de la colocación de productos pesqueros en el mercado interno, ya sea frescos o procesados, a través de la Caravana de la Sardina, la Feria Socialista del Pescado y el CLAP.

La República Bolivariana de Venezuela es uno de los países de Sudamérica con mayor potencial en pesca deportiva. Según la ley de pesca, se permite ejercer actividades de pesca deportiva y recreativa a las personas naturales venezolanas o extranjeras domiciliadas o no en el país, previa autorización de las autoridades competentes. El pavón (*Cichla ocellaris*) y la payara (*Hydrolycus scomberoides*) son las dos especies dulceacuícolas más representativas para la pesca deportiva junto a los peces de pico (ej., pez espada) del país.

La comercialización de los productos pesqueros está bajo la Sociedad Anónima Corporación de Servicios Pesqueros y Acuícolas de Venezuela, que organiza todas las actividades de mercadeo en el país, como compra, venta, adquisición, importación, exportación de productos pesqueros y acuícolas, procesamiento, distribución y comercialización.

A nivel de comercio exterior, Francia y España son los principales importadores de camarón de Venezuela. Recientemente, la República Bolivariana de Venezuela incursionó en el mercado chino.

La contribución de la pesca y la acuicultura del país es de alrededor de 0,23 % del producto interno bruto y del 6,7 % del producto interno bruto del sector agrícola.

Para el año 2023, en materia pesquera y producción acuícola, la República Bolivariana de Venezuela alcanzó 244.170 toneladas métricas, lo que representa un incremento de 13 % con relación al año 2022.

En tanto, el sector pesquero alcanzó la cifra de 182.000 toneladas y la producción acuícola se situó en 38.000 toneladas[27].

Turismo

La República Bolivariana de Venezuela, con su vasta riqueza natural y cultural, se presenta como un destino

turístico de primer orden, lleno de oportunidades para la inversión y desarrollo sostenible. Atrae a visitantes de todo el mundo con maravillas naturales como el Salto Ángel (Kerepakupai vená), la cascada más alta del planeta, y una extensa costa caribeña que supera en belleza y extensión a muchas islas turísticas de la región. El sector turístico no solo fortalece la economía, sino que también juega un papel crucial en la adaptación al cambio climático. Mediante la promoción de un turismo responsable y sostenible, y la implementación de infraestructuras resilientes, se busca proteger los recursos naturales únicos del país, asegurar la conservación de la biodiversidad y fomentar la resiliencia comunitaria ante los efectos adversos del clima. La apertura a la inversión nacional e internacional en este sector está respaldada por un marco regulatorio robusto y una visión clara de futuro, garantizando que las iniciativas turísticas contribuyan significativamente a la adaptación y mitigación del cambio climático en la República Bolivariana de Venezuela.[28]

El turismo es una actividad económica de interés nacional y de utilidad pública, prioritaria en cuanto a su estrategia de diversificación y desarrollo sostenible, tal como lo establece el artículo Nº. 310 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)[29].

La República Bolivariana de Venezuela tiene gran potencial para el desarrollo del sector turismo y por ende su importancia como motor fundamental de la economía venezolana, que permitirá al país consolidar un camino diversificador frente a la renta petrolera (MPPRE, 2024).

El Motor Turismo es un mecanismo impulsado por el Ejecutivo Nacional para buscar alternativas económicas no petroleras que permitan fortalecer el desarrollo del país. También permitirá la preservación sostenible de las ABRAE, lo cual genera conciencia en la ciudadanía en cuanto al uso de los espacios naturales. Igualmente, es una gran oportunidad para diversificar y fortalecer la actividad económica vinculada a la recreación y a otros sectores en el área turística.

El turismo interno y receptivo son las dos variables fundamentales sobre las que trabaja el Estado Venezolano, para continuar impulsando el sector turístico nacional e internacional, en consonancia con el objetivo de un nuevo modelo económico sostenible (MINEC, 2021).

El motor turístico ha venido creciendo cada año en el país. Después de superar la pandemia del COVID-19, el turismo comenzó a repuntar con un énfasis particular en el turismo internacional y transfronterizo.[30]

Zonas Económicas Especiales (ZEE)[31]

En la República Bolivariana de Venezuela se le otorga gran importancia a las interacciones entre los distintos campos de actividad que definen a una sociedad y sus relaciones a escala local, regional, nacional e internacional (MPPP, 2021). El país emplea criterios de regionalización que atienden a las potencialidades económicas, identidades culturales, aspectos geohistóricos, geoestratégicos y de valor estratégico, con el objetivo de generar un impacto dinamizador en el Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación (Plan Patria) mediante sus políticas sectoriales y espaciales[32]. En este contexto, las Zonas Económicas Especiales (ZEE) se definen como un sistema basado en la coordinación y sinergia gubernamental, permitiendo una efectiva territorialización de las políticas económicas e industriales, tanto las sectoriales a cargo de los distintos ministerios como las que emanan de los demás niveles territoriales de gobierno para impulsar la revolución productiva.

La finalidad es convertir a los territorios donde se desarrollarán las ZEE en espacios sujetos de su propio desarrollo. Esto implica sintonizar los planes y proyectos gubernamentales industriales con los de las comunidades locales, teniendo como norte la activación del potencial endógeno de desarrollo. La gestión territorial supone generar nuevas capacidades institucionales y una clara redefinición de las intervenciones físico-espaciales futuras de la sociedad (MPPP, 2021).

El modelo productivo y eslabones de la cadena productiva, persigue el desarrollo adecuado de la industria y fortalecimiento de la cooperación económica y tecnológica dentro de la zona y contempla fortalecer una estructura de sostén y tramado de parque industriales para el desarrollo nacional como pivote para la integración productiva bolivariana y suramericana.

Zona Económica Especial de Paraguaná

La Zona Económica Especial de Paraguaná forma parte de la Región de Desarrollo Integral Occidental (REDI-Occidental) y se ubica al norte del estado Falcón. Geográficamente, se localiza entre los meridianos 69°41’07” W (Punta Grande) y 70°18’05” W (Punta Salinas) y los paralelos 11°30’18” N (Punta de Médano Blanco) y 12°11’46” N en la parte más septentrional (Cabo San Román), su ámbito espacial se circunscribe a la Península de Paraguaná del estado Falcón con una superficie de 2.687,51 km^2.

La península de Paraguaná representa una importancia geoestratégica y geopolítica para la nación. La zona atiende la vocación de especialización en los campos tecnológicos, informática, telecomunicaciones, así como tecnologías alternas para el ahorro energético. Esta vocación tendrá preferencias de desarrollo en un esquema integral con las potencialidades petroleras, turísticas y pesqueras, con arraigo profundo en las tradiciones y costumbres locales, así como los principios del modelo económico ecosocialista.

La península de Paraguaná representa una importancia geoestratégica y geopolítica para la nación y cuenta con la Zona Franca Industrial, Comercial y de Servicios, la cual constituye un régimen aduanero territorial especial de la República Bolivariana de Venezuela, de Paraguaná Donato Carmona (ZONFIPCA), que tiene por objetivo promover las actividades industriales, comerciales y de servicios, bajo régimen económico especial. A continuación, se indican algunos atributos de la ZONFIPCA.

Sistema Eléctrico

La distribución del servicio eléctrico cumple con los requerimientos de calidad y mantiene un buen nivel de cobertura, con el 99 % de las viviendas teniendo acceso a energía eléctrica.

La infraestructura eléctrica incluye la Planta Turbo Generadora "Josefa Camejo", ubicada en la ciudad de Punto Fijo, con una capacidad de 450 MW, que brinda servicio eléctrico a toda la población de la subregión y al Centro Refinador Paraguaná. Adicionalmente se espera que el Parque Eólico de Paraguaná, cuando esté totalmente operativo, generará 100 megavatios de energía limpia, contribuyendo a la preservación del ambiente y beneficiando a 33.000 viviendas de la zona. Actualmente, genera entre 20 y 26 megavatios.

Actividades Económicas

La economía del espacio que comprende la Zona Económica Especial de Paraguaná se apoya en varios motores, a continuación, se describen los principales sectores productivos de la región:

Industria Petrolera

El Centro Refinación de Paraguaná, conformado por las dos refinerías más importantes del país Amuay y Cardón, tiene una capacidad de refinación de 645.000 barriles diarios (BD) y 310.000 BD, respectivamente. Este complejo es el encargado de transformar hidrocarburos en corrientes de refinación de alto valor, con capacidad de producción tanto para la exportación como para el consumo interno en todo el país (PDVSA, 2024).

Industria Manufacturera

Este subsector se caracteriza por el ensamblaje de partes y piezas electrónicas, eléctricas, motocicletas, maquinarias y equipos, productos de vidrios, refinación de petróleo, productos textiles, entre otros. El parque industrial manufacturero más importante está ubicado en Punto Fijo, en la Zona Franca Industrial, Comercial y de Servicios de Paraguaná Donato Carmona (ZONFIPCA).

Turismo y Comercio

La actividad comercial y turística está regulada por la Corporación para la Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística en la Península de Paraguaná (CORPOTULIPA).

Está constituida por tres franjas costeras, dos de ellas ubicadas en la costa occidental y una en la costa oriental de la península. En dichas franjas se localizan las conocidas playas y balnearios de Villa Marina, El Pico, La Macolla, El Supí y Adícora, contando algunas de ellas con infraestructura turística para el descanso y la recreación.

Índice de Especialización Económica

Para la ZEE Paraguaná, el Índice de Especialización Económica revela que la Especialización Económica está concentrada fundamentalmente en seis (6) actividades económicas:[33]

- Extracción de petróleo, en el Municipio Carirubana relacionada a la actividad del Centro de Refinación Paraguaná.
- Fabricación de coque y refinación en lo que se denominaba Municipio Norte, asociada igualmente a la actividad petrolera.
- La especialización de tipo servicio, producto de la actividad comercial asociadas a la zona franca, particularmente en la parroquia Carirubana.
- La actividad agrícola, asociada principalmente a la producción de ganado caprino y sábila, particularmente en las parroquias: Santa Ana, Pueblo Nuevo, Baraveid, Buena Vista, Jadacaquiva, Moruy, Adaure, El Hato y El Vínculo.
- La pesca y acuicultura, con una importante actividad en el procesamiento de camarones, atún y otros frutos del mar, en las parroquias: Adícora y Los Taques
- Fabricación de metales comunes, asociada a la Empresa Venezolana de Industria Tecnológica (VIT), fabricante de computadoras de escritorio y portátiles; y la Industria Venezolana de Telecomunicaciones C.A (Vtelca), fabricante de equipos celulares, específicamente ubicadas en las parroquias: Punta Cardón y Judibana.

Zona Económica Especial Fronteriza Ureña-San Antonio

La Zona Económica Especial Fronteriza Ureña - San Antonio, forma parte de la Región de Desarrollo Integral Los Andes (REDI-Los Andes) y se ubica al este del estado Táchira. Geográficamente, se localiza entre los meridianos 72°30'00" W y 72°15'05" W (Punta Salinas) y los paralelos 07°15'00" N y 08°30'00".

La principal actividad económica que sustenta a esta zona es la actividad industrial, comercial y agrícola, por ser frontera internacional se destaca la presencia de una gran cantidad de agencias aduaneras.

Sistema Eléctrico

El 99,81 % de los hogares dispone de abastecimiento del servicio eléctrico, de este el 62,99 % lo suministra la red pública con medidor, el 36,69 % la red pública sin medidor, el 0,06 % se abastece con plantas propias generadoras de electricidad, otro 0,06 % obtiene el servicio a través de paneles solares y el 0,4 % de los hogares emplean otro tipo de electricidad con generación propia.

Recursos mineros

La ZEEF Ureña - San Antonio cuenta con diversos recursos mineros de importancia estratégica. Entre ellos, se destaca la piedra caliza, ubicada al norte de la zona, cerca de los centros poblados Palmarito, Las Cumbres y El Palmar. Este recurso se utiliza como materia prima para la planta Cementos Táchira, situada en el municipio Guásimos, sector La Blanca. Otro recurso relevante son las arenas, empleadas en la construcción, que se extraen cerca del Puente Internacional Santander, sobre el cauce y en las márgenes del río Táchira.

La explotación de arcillas se encuentra al este del Central Azucarero, dentro de la Poligonal Urbana de San Antonio-Ureña. La producción de arcilla en el municipio Pedro María Ureña proporciona la materia prima necesaria para la fabricación de bloques y ladrillos, utilizados en la construcción de viviendas, edificios, centros comerciales, entre otras infraestructuras.

Asimismo, la subregión presenta potencialidades geológicas y mineras en recursos bajo administración nacional, tales como carbón, fosfato y yeso. Mientras tanto, recursos como la caliza y las arenas son gestionados por el Estado.

El carbón se localiza en la parte este del municipio Pedro María Ureña, junto con la presencia de azufre en las aguas termales. Los fosfatos, por su parte, se emplean como fertilizantes en la agroindustria, mientras que los depósitos de yeso se explotan para abastecer a la industria del cemento.

Actividades Económicas

La ZEEF Ureña – San Antonio se caracteriza por una intensa actividad industrial y comercial. De acuerdo con los registros de la Oficina de Patente de Industria y Comercio de la Alcaldía Ureña y San Antonio, existen 1.589 empresas instaladas en esta zona. De estas, un 36 % pertenecen al sector industrial, mientras que el restante 64 % se dedican al comercio y servicios.

Aproximadamente el 20 % de las empresas industriales están localizadas en la Zona Industrial de Ureña, el 65 % en el casco urbano de Ureña, y el 15 % restante se dispersa en la parroquia Nueva Arcadia y una agroindustria binacional en la parroquia San Antonio. La mayoría de las empresas del sector secundario se clasifica como pequeña y mediana industria. Sin embargo, también se encuentran presentes grandes industrias, como la agroindustria Central Azucarero Ureña, C.A.

Las actividades de estas empresas abarcan diversas áreas. Destacan particularmente las manufacturas en madera (muebles), cuero (zapatos, carteras y accesorios), polímeros (artículos y piezas de plástico), y especialmente el sector textil, donde un gran número de empresas se dedican a la confección de prendas de vestir.

En la Zona Económica Especial Fronteriza Ureña – San Antonio, también se ubican como potencial y atractivo para el desarrollo Económico:

- El Aeropuerto Internacional General Juan Vicente Gómez, ubicado en la ciudad de San Antonio del Táchira.
- El Puente Internacional Simón Bolívar, ubicado en la Ciudad de San Antonio del Táchira.
- El Puente Internacional de Santander, ubicado entre las ciudades de Ureña y Cúcuta.
- El Puente en construcción Las Tienditas.

Entre otras actividades económicas que reportan valores significativos de ventas anuales, se encuentran:

- El rubro de cuero está conformado por todas aquellas empresas que se dedican a la fabricación de carteras, bolsos, monederos, billeteras, porta chequeras, correas y zapatos.
- El rubro de alimentos comprende aquellas empresas dedicadas a la elaboración del pan, heladerías y una empresa dedicada a la fabricación de condimentos.
- El rubro de tabaco constituye las empresas dedicadas a la elaboración de tabacos.
- El rubro textil lo comprenden las empresas de confección en general, elaboración de jeans y lavanderías.
- El rubro de madera lo constituyen las empresas que elaboran productos en base a madera como juegos de comedor, closets, escaparates, cajones, puertas, entre otros.
- El rubro de artesanía abarca aquellas empresas que fabrican productos de arcilla y yeso.
- El rubro metalmecánico lo comprenden las empresas que elaboran rejas, agarraderas, bases para mesas, sillas, entre otros productos de hierro forjado.

Índice de Especialización Económica

El índice de especialización para la ZEEF Ureña – San Antonio revela la concentración en tres (3) actividades:

- Curtido y adobo de cueros en el municipio Bolívar en las parroquias Bolívar y Palotal;

- La agricultura en las parroquias Juan Vicente Gómez e Isaías Medina Angarita del mismo municipio;
- La fabricación de prendas de vestir en el municipio Pedro María Ureña.

La ZEEF Ureña-San Antonio, presenta una mayor especialización económica en la actividad agrícola específicamente en el municipio Bolívar con un índice de 10,38 y 8,98 en las parroquias Isaías Medina Angarita y Juan Vicente Gómez respectivamente.

Asimismo, en la zona económica se tiene un alto índice de especialización en la actividad de fabricación de prendas de vestir en el municipio Pedro María Ureña con un 7,22 y 1,77 en la parroquia con el mismo nombre Pedro María Ureña y en la parroquia Nueva Arcadia.

En tanto, la rama de actividad económica con menor índice de especialización en la zona económica es el curtido y adobo de cueros, con un índice de 1,32 y 1,11 en las parroquias Bolívar y Palotal del municipio Bolívar.

Zona Económica Especial de Morón–Puerto Cabello

La ZEE de Morón – Puerto Cabello se encuentra en la región central del estado Carabobo, entre Puerto Cabello y Morón. Esta ZEE está orientada hacia la producción industrial, maquinaria pesada, sector automotriz, petrolero, petroquímico, y transporte marítimo, aéreo y terrestre. Su desarrollo está impulsado por los centros poblados situados en el eje Puerto Cabello-Morón.

La ZEE de Morón - Puerto Cabello presenta un potencial económico excepcional, favorecido por varios factores. Su ubicación estratégica en la zona centro-norte-costera del país garantiza un fácil acceso por vía terrestre a través de autopistas de primer orden, así como por vía marítima y aérea. Además, los proyectos ferroviarios en ejecución mejorarán aún más su conectividad con las principales ciudades del país.

La región cuenta con ricos ecosistemas costero-marinos y sitios históricos coloniales que potencian el desarrollo de las actividades industriales, turísticas y portuarias. Estas actividades tienen una relevancia significativa tanto a nivel nacional como internacional.

Actividad industrial

La ZEE de Morón - Puerto Cabello ha experimentado un notable crecimiento industrial, impulsado principalmente por las actividades petroquímicas, de refinación y portuarias. En esta subregión se encuentra la "Refinería El Palito", uno de los complejos de refinación de petróleo más importantes del país. Este complejo suministra combustible y derivados al centro occidente del país a través de un sistema de poliductos que abastece las plantas de distribución El Palito, Yagua y Barquisimeto.

También destaca el "Complejo Petroquímico de Morón", dedicado a la producción y comercialización de más de 40 productos petroquímicos con capacidad exportadora, atendiendo tanto mercados nacionales como internacionales.

La visión internacional de PDVSA y su vinculación con importantes socios en la conformación de empresas mixtas le ha permitido consolidar una significativa presencia en los mercados de la región y del mundo. Además, PDVSA estimula el desarrollo agrícola e industrial de las cadenas productivas y promueve el equilibrio social con una alta sensibilidad comunitaria y ecológica.

Otras empresas destacadas de la subregión incluyen Venepal, Corpoelec (Planta Centro), Diques y Astilleros Nacionales (Dianca), Imosa-Tuboacero, Vopak Venezuela, entre otras.

Actividad portuaria

El Puerto Marítimo de Puerto Cabello, ubicado en la subregión homónima, es considerado el más importante del país y ocupa el puesto 22 entre los 100 mejores puertos de América Latina, según un ranking elaborado por la Revista América Económica en 2013. Este puerto maneja aproximadamente dos tercios de las importaciones del país.

Entre las principales actividades económicas de la ciudad de Puerto Cabello se encuentran los servicios portuarios y actividades conexas. Existen numerosas empresas aduanales, almacenadoras, empresas de estiba de buques, abastecimiento de buques (ship chandlers), agentes navieros, entre otras.

Actividades turísticas

La ZEE de Morón - Puerto Cabello cuenta con una amplia gama de atractivos naturales, lo que le confiere un alto potencial turístico. La extensa línea costera, que se extiende a lo largo de todo el límite norte, permite el desarrollo de actividades recreacionales de primer orden.

En el extremo noreste de la zona se encuentra el Parque Nacional San Esteban, que ofrece ambientes montañosos y marinos de extraordinaria belleza. Este parque, junto con la arquitectura colonial y los sitios históricos de Puerto Cabello, contribuyen a una rica diversidad de elementos culturales, históricos y escénicos, de gran importancia y relevancia tanto a nivel nacional como internacional.

Zona Económica Especial La Guaira

La Zona Económica Especial en esta región impactará en el crecimiento de la nueva economía del país en tres ejes: agrícola-pesquero-agroturístico, para la producción y procesamiento de alimentos, industrial y de servicios logísticos, que sirven al principal aeropuerto y puerto del país, y de inversiones para el desarrollo del turismo en el área inmobiliaria[34].

1.8. Perfil socio político en materia de cambio climático

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, de manera clara y transparente, asume el Ambiente como sujeto de derecho, establece los Derechos Ambientales (Capítulo IX) y asume el Desarrollo Sostenible como opción nacional[35]. De acuerdo con ello, el Estado Venezolano asume el ecosocialismo como doctrina revolucionaria y como modelo histórico social fundamentado en el respeto a los derechos de la Madre Tierra y del vivir bien de nuestro pueblo, desarrollando el principio de la unidad dentro de la diversidad, la visión integral y sistémica, la participación popular, el rol del Estado Nación, la incorporación de tecnologías y formas de organización de la producción, distribución y consumo, que apunten al aprovechamiento racional, óptimo y sostenible de los recursos naturales, respetando los procesos y ciclos de la naturaleza

Así, la visión geopolítica de la estructura territorial y de la organización del espacio geográfico del país, está conforme a un nuevo modelo de desarrollo bajo los principios del Ecosocialismo, lo que ha permitido el avance sustantivo de los preceptos establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela contenidos en el Título III, Capítulo 9: Los Derechos Ambientales (Artículos 127, 128 y 129).

Por tal razón, la gestión del Gobierno Bolivariano se orienta en dar contenido político a la estructura territorial requerida para la construcción del Espacio Geográfico Socialista, estructurado y organizado en torno a los Ejes de Desarrollo Territorial, las Regiones Estratégicas de Defensa y Desarrollo, los Sistemas Urbano–Rurales, las ABRAES y las nuevas Unidades de Gestión Territorial (Briceño, 2023).

Además, la República Bolivariana de Venezuela cuenta con un importante marco legal y normativo, que regula la implementación de políticas, programas, planes y proyectos, y fundamenta las acciones del Estado, orientadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, para enfrentar las condiciones de vulnerabilidad que potencialmente afectarán al país.

Sin embargo, en la política ambiental nacional, la Cumbre celebrada en Copenhague marca un hito histórico que permitió redireccionar, desde el punto de vista político y geopolítico, la posición nacional en torno al cambio climático y se resalta que el problema es social, político, geopolítico y las responsabilidades son compartidas, pero diferenciadas.

En este contexto, el Estado Venezolano, en el marco de los esfuerzos globales para abordar el cambio climático basado en el principio de "responsabilidades comunes pero diferenciadas" y bajo el lema *"No Cambiemos El Clima, Cambiemos el Sistema",* ha dado pasos significativos en materia de cambio climático desde su adhesión a la CMNUCC en el año 1994, seguido por la ratificación del Protocolo de Kioto el 18 de febrero de 2005 y del Acuerdo de París el 21 de julio de 2017 (Figura 1.27).



Figura 1.27: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (1992-2018).

Estos compromisos han impulsado al país a adoptar políticas específicas en materia de cambio climático, en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible Nro. 13, y el Plan de la Patria 2019-2025 y el Plan de las Siete Transformaciones 2019-2030, ratificando el año 2021 sus compromisos en la COP 26, con la entrega de la actualización de sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), donde la República Bolivariana de Venezuela establece una meta de reducir el 20 % de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030.

El Estado venezolano se plantea la implementación de políticas de naturaleza ecosocialista, con un alto impacto social, económico y ecológico, así como ambiciosas contribuciones en adaptación y mitigación, abarcando acciones conducentes a un desarrollo justo y sostenible, las cuales se han adelantado de forma voluntaria y con financiamiento propio (Briceño, 2023).

Para avanzar progresivamente en estos compromisos ante la CMNUCC, el Estado Venezolano, inició un proceso de arreglos institucionales y fortalecimiento de capacidades que permiten dar cumplimiento a los acuerdos internacionales en el marco de transparencia del Acuerdo de París y el compromiso político enmarcado en el quinto objetivo histórico de la nación "*Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana*" (Figura 1.28).

Para la puesta en marcha de lo antes descrito, en el año 2019, el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), como Autoridad Nacional Ambiental y punto focal técnico ante la CMNUCC, creó la Dirección General de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, con el objetivo promover la participación, sensibilización, sistematización y consolidación de acciones para la

conservación y protección ante los efectos del cambio climático, mediante el diseño e implementación de políticas y lineamientos a nivel nacional en materia de adaptación, mitigación y pérdidas y daños asociados. Este primer arreglo institucional permitió elaborar y

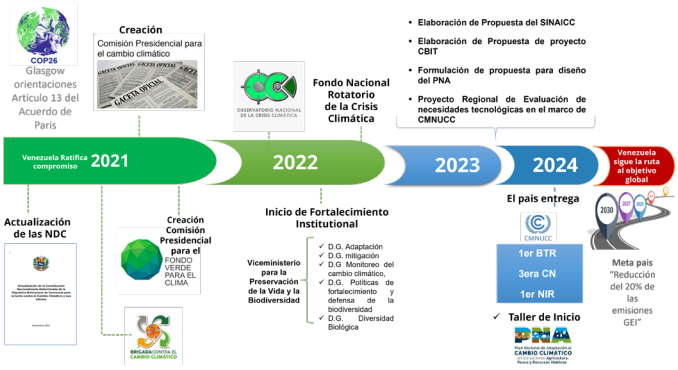


Figura 1.28: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (2021 – 2024)

entregar, en la COP 26, la actualización de las CDN de la República Bolivariana de Venezuela y ratificar en Glasgow los compromisos del Acuerdo de París.

En atención a ello, para seguir la ruta de progreso en el fortalecimiento de la institucionalidad, la Presidencia de la República, mediante el Decreto Nro. 4.612 (publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nro. 42.247 de fecha 3 de noviembre de 2021), creó con carácter permanente la *Comisión Presidencial para el Cambio Climático*, la cual está integrada por un representante de los ministerios del Poder Popular con competencia en materia de planificación, relaciones exteriores, industrias y producción nacional, ciencia y tecnología, y contará con una Secretaría Técnica, ejercida por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.

Dentro de las atribuciones de esta Comisión, están las siguientes: 1) asesorar al Presidente de la República en materia de cambio climático; 2) elaborar propuestas para su desarrollo normativo nacional; y 3) coordinar mediante las subcomisiones de la secretaría, la elaboración de la estrategia nacional ante el cambio climático, así como los planes nacionales de adaptación y mitigación, entre otras.

En este mismo año, el Presidente de la República designó al Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo, como Autoridad Nacional ante el Fondo Verde del Clima (FVC), mediante Decreto Nro. 4.585 del 21 de septiembre de 2021 y subsecuentemente, se creó el Comité Nacional del Fondo Verde para el Clima (FVC) y se establecieron los arreglos institucionales para acceder al apoyo financiero del FVC.

En este mismo contexto, el MINEC, en febrero del año 2022, incorporó a su estructura organizativa el Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad (Decreto Nro. 4.635) con cuatro Direcciones Generales dedicadas a la adaptación, mitigación y monitoreo del cambio climático, gestión de la diversidad biológica y políticas de fortalecimiento y defensa de la biodiversidad.

En particular, dentro de las funciones de la Dirección General de Monitoreo del Cambio Climático, se incorporó la responsabilidad de implementar el Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC) en el Marco de Transparencia Reforzado (MTR) y sustentado en las modalidades, procedimientos y directrices (MPD) del Acuerdo de París. Este sistema es fundamental para evaluar el cumplimiento de los compromisos climáticos del país de manera periódica, transparente y confiable. Además, coordina la gestión de información relevante para el seguimiento de la adaptación, mitigación y las pérdidas y daños por cambio climático, contribuyendo así, al desarrollo e implementación de políticas nacionales efectivas.

En 2024, el país inicia la ejecución de sus primeros proyectos en el marco del FVC. El primero de estos proyectos es el "Programa de Apoyo Preparatorio del FVC", implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El segundo proyecto es el "Plan Nacional de Adaptación en los Sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos", con la asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como agencia implementadora.

La República Bolivariana de Venezuela tiene un alto compromiso político, dentro del marco en el Acuerdo de París, adoptado mediante la decisión 1/CP.21, que aborda áreas cruciales necesarias para combatir los impactos del cambio climático; sin embargo, las Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU) inciden en la implementación de las CDN, lo cual disminuye una vez más el accionar del Acuerdo de París, al afectar a los sectores involucrados en dichas CDN.

A pesar de que la República Bolivariana de Venezuela no es un país con responsabilidades históricas en cambio climático, ha emprendido una serie de acciones financiadas nacionalmente con gran incidencia en la adaptación y mitigación a través del Fondo Rotatorio para el financiamiento de proyectos de investigación y fortalecimiento de políticas públicas contra la crisis climática, gestionado por el Observatorio Nacional para la Crisis Climática (ONCC), adscrito al MINEC. El objetivo principal de este fondo rotatorio es impulsar el desarrollo de conocimientos en materia de cambio climático, fomentar la participación corresponsable de diversos actores, promover la reducción de gases de

efecto invernadero, fortalecer las medidas de adaptación al cambio climático y monitorear los efectos adversos de este fenómeno, contribuyendo así a la preservación de la vida y la biodiversidad en el país (MINEC, 2024).

Hasta la fecha, el fondo con recursos propios del país ha financiado 34 iniciativas de investigación en diez estados del país, siendo el Distrito Capital la región con mayor número de iniciativas ejecutadas (30 %), seguida por el estado Sucre (25 %).

Por otro lado, es importante destacar que la República Bolivariana de Venezuela ha propuesto en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) acciones de adaptación en diversos sectores, incluyendo agricultura, agua, asentamientos urbanos, ciencia y tecnología, educación, género (mujer e igualdad de género), juventud y deporte, pueblos indígenas, riesgo y desastre, salud, trabajo (justicia social), calidad ambiental, ecosistemas y biodiversidad[36]. Este enfoque sectorial permite una implementación más efectiva y asegura que la República Bolivariana de Venezuela avance hacia una sociedad más resiliente y sostenible frente al cambio climático.

A nivel internacional, el país viene recibiendo el apoyo financiero de subvención según lo establecido en el artículo 9 del Acuerdo de París por un monto total de 63.137.364 USD para ejecutar una cartera de 13 proyectos en el período 2024 -2026[37], dichos recursos son solicitados por el Estado Venezolano a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el FVC, y cuya entidad designada para la recepción de los Fondos es el MINEC, quien los implementa a través de alianzas estratégicas con las agencias FAO, PNUD, PNUMA-OTCA, CAF-FAO, OTCA, PNUMA - Centro Climático de Copenhague.

Es de resaltar, que la República Bolivariana de Venezuela en el marco del artículo 13 del Acuerdo de París, viene recibiendo apoyo permanente para el fortalecimiento de capacidades para la gestión, reporte y monitoreo de la acción climática a través de CBIT – GSP y la CMNUCC. En este contexto, el país presentó el proyecto "Fortalecimiento de las capacidades nacionales de la República Bolivariana de Venezuela para responder a los Acuerdos de París (CBIT)".

El MINEC como punto Focal Técnico de la CMNUCC y responsable como presidente y de la Secretaría Técnica de la Comisión Presidencial para el Cambio Climático, viene fortaleciendo capacidades con la plataforma del MTR CBIT-GSP, dando inicio, en el primer semestre del año 2024, al desarrollo de la propuesta del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC), visionándolo como un instrumento de control, gestión y aseguramiento de la calidad de la información referida a las emisiones antropogénicas y absorciones por los sumideros de gases efecto invernadero del país de conformidad con las MPD (CMA1, 2018) y en las orientaciones para la puesta en práctica (CMA3, 2021), Directrices para los sistemas nacionales del Protocolo de Kioto (CMP, 2006) y Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2019).

Notas al final

1 Las MCU son acciones de un Estado para forzar la sumisión de otro, violando su soberanía y el derecho internacional.

2 Plan de la Patria de las Siete Transformaciones (2025-2030). https://goo.su/Q766vLU

3 Desde 1898, Venezuela divide la Guayana Esequiba en cuatro regiones: 1) Región del Delta del Orinoco: delimitada por las montañas de Piacoa e Imataca al sur y oeste, el río Orinoco al norte, y las sabanas del río Pomerun y el Océano Atlántico al este; 2) Región del Moroco-Pomeron: delimitada por el río Moroco, el Océano Atlántico y el río Esequibo; 3) Región del Cuyuni-Mazaruni: delimitada por la Sierra Imataca, Pacaraima y las montañas de Ayanganna; 4) Región del Alto Esequibo: delimitada por la Sierra Pacaraima, la divisoria de aguas de los ríos Tacutú e Ireng, y el río Esequibo. El Territorio Esequibo se definió claramente en la Nota de Reconocimiento del Nuevo Estado de Guyana, con la reserva sobre los derechos venezolanos al Territorio de la Guayana Esequiba (Ministerio de Relaciones Exteriores, 1905. Libro Amarillo de los Estados Unidos de Venezuela).

4 Estas zonas climáticas fueron homologadas a partir del mapa climático Andressen ***et al***. (1996) validado por el Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" aplicando la metodología establecida en las Directrices y buenas prácticas del IPCC para la representación coherente de tierras (Capítulo 2, IPCC 2006).

5 Más información en: https://goo.su/WEwCyoH

6 Toro, León, Espejo, Bolívar, Bonpland, Humboldt y La Concha.

7 Mas información en: https://bit.ly/3UzZV8c

8 Más información en: https://goo.su/tN8B7p

9 Estas fueron clasificadas siguiendo las orientaciones y buenas prácticas del IPCC 2006, para su homologación se partió del mapa de zonas de vida de Venezuela de Vellón, esto permitió la selección adecuada de los factores por defecto del nivel 1 para la estimación GEI para la categoría Tierras Forestales.

10 Gaceta Oficial No.3.238 - Extraordinario, del 11 de agosto de 1983

11 UICN. Oficina para América del Sur, Análisis de la situación de la conservación regional para 2003. Documento de trabajo en prensa, Quito, 2003, p.12.

12 FAO 2015. AQUASTAT Perfil de País - Venezuela (República Bolivariana de). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia. Disponible en: https://goo.su/tO5JT

13 El Bono Demográfico es la ventana de oportunidades para formar y especializar la Población Económicamente Activa. El número de personas en edad productiva pasa a ser la preponderante. Esto es crucial en un proceso revolucionario donde se busca romper con el rentismo petrolero, generar una nueva base productiva y del conocimiento (MPPP -INE, 2024).

14 Observatorio Nacional de Medidas Coercitivas Unilaterales del Centro Internacional de Inversión Productiva: https://goo.su/eFCj

15 Plan de la Patria de las Siete Transformaciones (2025-2030) https://goo.su/Q766vLU

16 Más información en https://goo.su/6WuH2

17 Trolebús Mérida (Tromerca) movilizó 21.984.673 usuarios desde diciembre de 2012 [31-10-2024]. Más información en: http://www.tromerca.gob.ve/
TransMaracay moviliza 65 mil usuarios al día [31-10-2024]. Más información en: https://goo.su/y6TTCUe
TransCarabobo moviliza 43 mil usuarios al día [31-10-2024]. Más información en: https://goo.su/pQiztJ
TransFalcón moviliza más de seis mil usuarios al mes [31-10-2024]. Más información en: https://goo.su/2U5kQ

18 SEDS = Sitios de eliminación de desechos y residuos sólidos (IPCC, 2006)

19 Más detalles en https://zonaseconomicasespeciales.mppp.gob.ve/

20 Más detalles en: https://goo.su/p8FKhDy

21 Decreto Presidencial N° 2350, publicado en la Gaceta Oficial N° 40922 del 09 de junio de 2016.

22 Decreto Presidencial N° 2445, publicado en la Gaceta Oficial N° 40975 del 26 de agosto de 2016.

23 Más detalles en: https://mppp.gob.ve/

24 Mas detalles en: https://goo.su/WQHLMh

25 Sitio web http://minpesca.gob.ve/

26 Decreto Ley Nº 1.408/14 - Ley de Pesca y Acuicultura.

27 Mensaje anual a la Nación https://goo.su/Y0slGLn

28 Centro Internacional de Inversión Productiva https://www.ciip.com.ve

29 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela https://goo.su/l99xY4U

30 Más detalles en https://goo.su/pqQvo

31 Ministerio del Poder Popular de Planificación (2021). https://mppp.gob.ve/

32 Decreto N° 1.425 con Rango Valor y Fuerza de Ley de Regionalización Integral para el Desarrollo Socioproductivo de la Patria. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°. 6.151 Extraordinario del 18 de noviembre de 2014

33 Más detalles en: https://goo.su/918u7V

34 Más detalles en: https://goo.su/nOukUBh

35 Briceño, M. (2023). Conversando con el Clima. FUNDAAMBIENTE. https://goo.su/ZpHhP

36 CDN de Venezuela del 2021: https://goo.su/uuptRt

37 El listado de proyectos se detalla en el 1er Informe Bienal de Transparencia de la República Bolivariana de Venezuela.

38 UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.



Capítulo 2

Inventario nacional de gases de efecto invernadero

2.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático

La República Bolivariana de Venezuela, en el marco de los esfuerzos globales para abordar el cambio climático basado en el principio de ***"responsabilidades comunes pero diferenciadas"***, es un país con bajas emisiones de gases de efecto invernadero contabilizando el 0,48 % de las emisiones globales del planeta para el año 2010 y del 0,39 % para el año 2022[1].

Sin embargo, la República Bolivariana de Venezuela es un país vulnerable a los impactos de la variabilidad y el cambio climático, lo cual se viene evidenciando con más frecuencia en los últimos 25 años con la ocurrencia de eventos naturales asociados a fenómenos hidrometereológicos extraordinarios, lo que representa un riesgo socio ambiental en el territorio venezolano.

A esta situación de vulnerabilidad ambiental y socioeconómica se suma el impacto negativo causado por la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales, las cuales son un obstáculo para la inversión y ejecución en políticas, programas y proyectos de acción climática, además de ser violatorias del Derecho Internacional y la Carta de las Naciones Unidas.

En este contexto, el Estado Venezolano, en el marco de los esfuerzos globales para abordar el cambio climático bajo el lema *"No Cambiemos El Clima, Cambiemos el Sistema",* ha dado pasos significativos en materia de cambio climático desde su adhesión a la CMNUCC en el año 1994, seguido por la ratificación del Protocolo de Kioto y del Acuerdo de París (Figura 2.1).



Fuente: MINEC, 2024

Figura 2.1: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático

Estos compromisos han impulsado al país a adoptar políticas específicas en materia de cambio climático, en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N° 13, y el Plan de la Patria 2019-2030 y el Plan de la Patria para las 7 Transformaciones (7T 2025-2030), ratificando el año 2021 sus compromisos en la COP 26, con la entrega de la Actualización de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN).

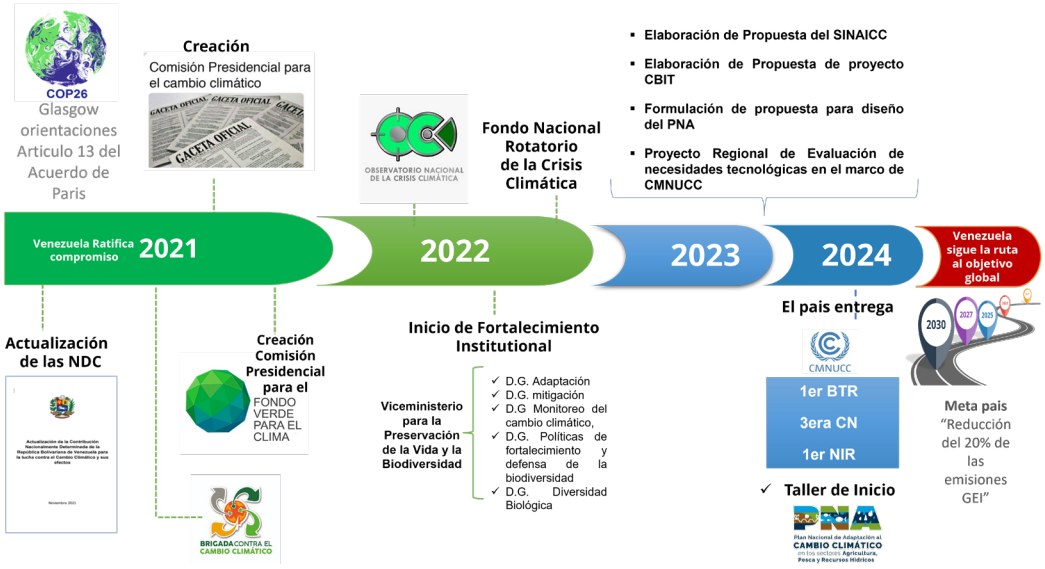
Para avanzar progresivamente en estos compromisos ante la CMNUCC, el Estado Venezolano, inicia un proceso de arreglos institucionales y fortalecimiento de capacidades que permitan dar cumplimiento a los acuerdos internacionales en el marco de transparencia del Acuerdo de París y el compromiso político enmarcado en el quinto objetivo histórico de la nación "*Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana*" (Figura 2.2).

Para la puesta en marcha de lo antes descrito, en el año 2022 el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), como Autoridad Nacional Ambiental y punto focal técnico ante la CMNUCC, creó el Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad, y en él tres direcciones con vinculación directa con la gestión de la crisis climática, estas son: la Dirección General de Adaptación, la Dirección General de Mitigación del Cambio Climático y la Dirección General de Monitoreo de Cambio Climático, este logro institucional fortalece la promoción, la participación, sensibilización, sistematización y consolidación de acciones para la conservación y protección ante los efectos del cambio climático, mediante el diseño e implementación de políticas y lineamientos a nivel nacional en materia de adaptación, mitigación y pérdidas y daños asociados. Este primer arreglo institucional permitió elaborar y entregar en la COP 26 la Actualización de las CDN de la República Bolivariana de Venezuela y ratifica en Glasgow los compromisos del Acuerdo de Paris.

En particular, dentro de las funciones de la Dirección General de Monitoreo del Cambio Climático, se incorpora la responsabilidad de implementar el Sistema Nacional de Información de Cambio Climático en el Marco de Transparencia Reforzado (MTR) y sustentado en las modalidades, procedimientos y directrices (MPD) del Acuerdo de París.

Este sistema es fundamental para evaluar el cumplimiento de los compromisos climáticos del país de manera periódica, transparente y confiable. Además, coordina la gestión de información relevante para el seguimiento de la adaptación, mitigación y las pérdidas y daños por cambio climático, contribuyendo así, al desarrollo e implementación de políticas nacionales efectivas.

Luego de estos primeros pasos de Fortalecimiento Institucional, en el período 2023-2024, se da inicio para sentar las bases entorno al INGEI y establecer arreglos institucionales de acuerdo con los nuevos desafíos globales, para hacer la transición de un proceso de elaboración basado en consultorías hacia un marco institucional que persigue lo siguiente:



Fuente: MINEC, 2024

Figura 2.2: Ruta de progreso en el marco de los Acuerdos Internacionales en el esfuerzo común para enfrentar el cambio climático (2021 – 2024)

• Estandarizar normas y procedimientos enmarcadas en los acuerdos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establecidos en el artículo 4, 12 y 13, así como todo aquello vinculante en la Decisión 2/CP.17, Decisión 17/CP.8 y Decisión 18/CMA.1.

• Construir y mantener la memoria institucional y respaldar una compilación eficiente y transparente de actualizaciones periódicas de la data de actividad del sector Energía, Procesos Industriales y sus Usos, Usos-Cambios de Usos de la Tierra y Silvicultura, Desechos y Residuos.

• Generar los reportes y seguimiento del INGEI, tendencias y proyecciones.

• Identificar las principales fuentes de emisión y orientar hacia dónde se deben enfocar los esfuerzos y establecer metas para reducir las emisiones.

• Dar seguimiento y evaluar los planes de mejora del INGEI.

• Reportar y evaluar el avance de la República Bolivariana de Venezuela hacia sus metas climáticas establecidas en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CND).

En este contexto, el MINEC como punto Focal Técnico de la CMNUCC y responsable de la Secretaría Técnica de la Comisión Presidencial para el Cambio Climático, viene Fortaleciendo Capacidades con la plataforma del MTR CBIT-GSP, dando inicio en el primer semestre del año 2024 el desarrollo de la propuesta del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC), visionándolo como un instrumento de control, gestión y aseguramiento de la calidad de la información referidas a las emisiones antropógenas y absorciones por los sumideros de Gases Efecto Invernadero (GEI) del país de conformidad con modalidades, procedimientos y directrices (MPD) (CMA1, 2018) y en las orientaciones para la puesta en práctica (CMA3, 2021), Directrices para los sistemas nacionales del Protocolo de Kioto (CMP, 2006) y Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2019).

2.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Para la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI), los países en desarrollo deben aplicar las directrices metodológicas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), para su presentación de sus informes ante la secretaria CMNUCC, se debe seguir las disposiciones de presentación de información del Anexo III. *Directrices de la Convención Marco para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención* (*Directrices para los IBA*) de la Decisión 2/CP.17. De esta manera, se asegura la calidad, coherencia y comparabilidad entre todos los inventarios.

Sin embargo, por circunstancias nacionales asociadas al impacto negativo de las medidas coercitivas unilaterales, la República Bolivariana de Venezuela con la ratificación del Acuerdo de París y su marco reforzado de transparencia (MRT) y a la luz de las capacidades técnicas y financieras, decide redirigir los esfuerzos en la elaboración del primer informe bienal de transparencia (IBT), el cual se presenta junto con un informe de inventario nacional de gases de efecto invernadero (DIN) y la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN); para ello recibió financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través del proyecto Elaboración combinada de la Tercera Comunicación Nacional (TCN) y el Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR) de la República Bolivariana de Venezuela ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [GCP/VEN/11317/GFF].

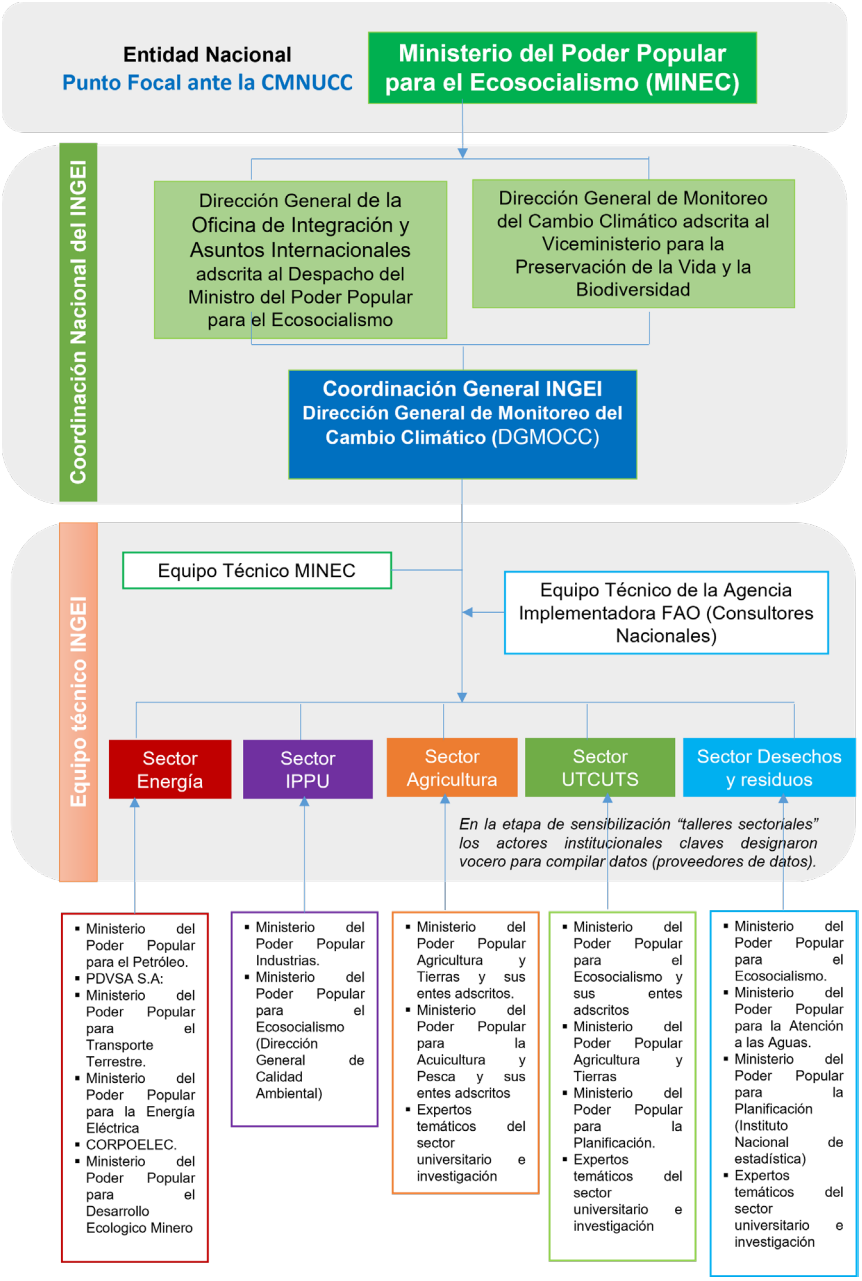
2.3. Descripción de las circunstancias nacionales y arreglos institucionales

De acuerdo a las lecciones aprendidas en la elaboración de las pasadas comunicaciones nacionales de Cambio Climático y para dar cumplimiento al artículo 13.7(a) del Acuerdo de Paris, la Autoridad Nacional Ambiental (MINEC) como punto focal técnico del país ante la CMNUCC, considera que a través de Dirección General de Monitoreo del Cambio Climático, adscrita al Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad y la Dirección General de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, adscrita al Despacho del Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo, realicen la coordinación general y los arreglos institucionales para la implementación del proyecto "Elaboración combinada de la Tercera Comunicación Nacional (TCN) y el Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR) de la República Bolivariana de Venezuela" (GCP/VEN/11317/GFF), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y ejecutado con la agencia implementadora FAO a través del equipo técnico de consultores nacionales.

Esto con el fin de establecer mecanismos intra e interinstitucionales que permitan lograr la participación de los proveedores de datos en la construcción colectiva, participativa e inclusiva del sector público, privado, académico, investigación y organizaciones no gubernamentales del país en la elaboración del informe sobre el Inventario Nacional de Gases de Efecto

Invernadero (INGEI) y en lo vinculados a las CDN en materia de mitigación (Figura 2.3).

Esto representa un primer avance para fortalecer capacidades nacionales para ir superando progresivamente las brechas, en busca de brindar sostenibilidad en el tiempo a los procedimientos generales y específicos establecidos en las Directrices del IPCC 2006 (Capítulo 1, Volumen 1) y con modalidades, procedimientos y directrices (MPD) (CMA1, 2018) y en las orientaciones para la puesta en práctica (CMA3, 2021), a través de acuerdos con proveedores de datos y alianzas nacionales estratégicas de carácter interinstitucional, para la capacitación y sensibilización, que permitan gestionar y documentar la información (datos de actividad y factores de emisión), emplear programas y herramientas de cálculo de los GEI, establecer control de calidad, generar reportes, informes y plan de mejora del inventario nacional.



Fuente: MINEC, 2024

Figura 2.3: Estructura organizacional del INGEI de la República Bolivariana de Venezuela

2.4. Proceso de elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero

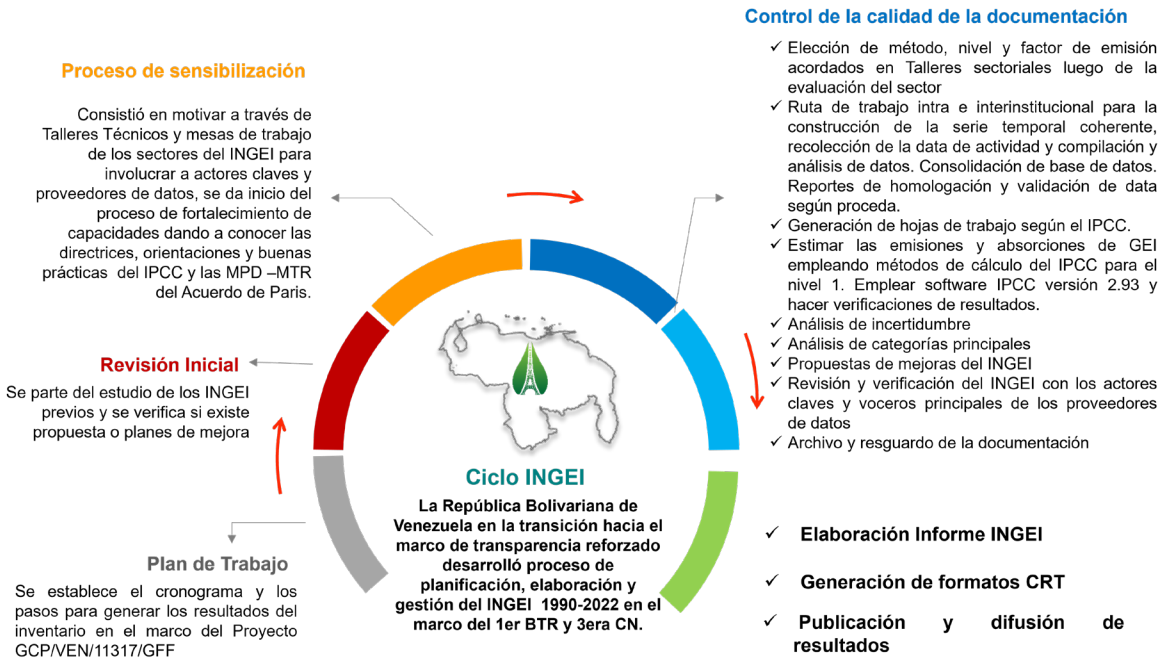
El proceso de planificación, elaboración y gestión de inventarios de GEI de la República Bolivariana de Venezuela ha sido posible en virtud tanto de las lecciones aprendidas de los procesos anteriores (1999 - 2010) y de los esfuerzos del MINEC, como de los resultados de la construcción colectiva, participativa e inclusiva de las instituciones involucradas, según el sector del INGEI y de la asesoría de expertos temáticos y consultores nacionales de la agencia implementadora FAO.

Este mecanismo de implementación fue planteado de acuerdo a las circunstancias nacionales específicas del país en consonancia con las políticas nacionales vinculantes a la democracia protagónica y participativa, y se convierte en una forma de demostrar el compromiso del Estado Venezolano en dar sus primeros pasos en el marco de transparencia reforzado (MTR), por lo que propende por el avance del reporte de emisiones y absorciones de GEI, bajo los principios de transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud, las cuales fueron establecidos en la decisión 18/CMA.1 (Capitulo II, párrafos 10, 17, 26, 27, 35,38, 57 y 58).

Lo antes descrito, permitió dar inicio a un ciclo de desarrollo del INGEI, partiendo del análisis con expertos sectoriales de los INGEI del año 1999 y 2010, en cuya evaluación detallada se determinó ampliar el período de reporte en el INGEI del primer BTR y construir una serie temporal anual coherente para el período 1990–2022, en conformidad con la MPD (Anexo de la Decisión 18/CMA.1, párrafo 57), con el abordaje de las categorías reportadas en la Primera y Segunda Comunicación Nacional y de acuerdo a las buenas prácticas establecidas por las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En la Figura 2.4, se muestra cada una de las etapas del ciclo planificación, elaboración y gestión del INGEI 1990-2022 en el marco del 1° BTR y 3ª CN.

En la implementación del ciclo del INGEI descrito en la Figura 2.4, resultó clave ejecutar de forma simultánea el proceso de sensibilización y control de la calidad de la documentación a través de la realización de 17 talleres sectoriales y 30 mesas de trabajo con la participación de 550 personas (de los cuales el 40% son mujeres).

Este proceso de trabajo inclusivo y participativo que involucró todas las instituciones del Estado venezolano y expertos temáticos permitió también promover el fortalecimiento de capacidades nacionales con el apoyo del Grupo Consultivo de Expertos (GCE) de la CMNUCC y de la Red de Transparencia Climática para América Latina



Fuente: MINEC, 2024

Figura 2.4: Ciclo del INGEI de la República Bolivariana de Venezuela

y el Caribe Hispanohablante, a través de la Iniciativa de Fomento de la Capacidad para la Transparencia y el Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP).

Lo indicado marca un hito relevante en la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de la República Bolivariana de Venezuela (2024), ya que el mismo fue desarrollado con carácter inclusivo y participativo, considerando las capacidades nacionales de las instituciones del Estado Venezolano, consultores nacionales y expertos sectoriales, abordando la compilación y análisis de la información y validación de las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI, con los actores claves y proveedores de datos en cinco sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés), Agricultura, Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) y Desechos y Residuos.

Durante el ciclo del INGEI (Figura 2.4) se establecieron acuerdos relevantes al designar un vocero por institución participante, construir la serie de tiempo coherente para el período 1990 - 2022, aplicar los métodos establecidos para el nivel 1 (Tier 1) y nivel 2 (Tier 2), en las categorías que aplique). Así mismo, se emplearon los valores de los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) para un horizonte temporal de 100 años indicados en el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC* y los factores de emisión por defecto disponibles en la Base de datos de emisiones del IPCC (EFDB, del inglés Emission Factor Database) según las Directrices del IPCC 2006, el Suplemento Humedales del IPCC 2013 y el refinamiento IPCC 2019.

Esta decisión se tomó en consenso con los participantes de los talleres sectoriales del INGEI donde el dato de la actividad de cada sector se corresponderá a estadísticas reportadas en fuentes de información nacional e internacional (FAOSTAT), esta última previamente verificada, y en caso de ser homologada, fue debidamente validada por los expertos sectoriales.

Debido a que los sectores reportados son de carácter estratégico para la nación, la República Bolivariana de Venezuela se reserva la confidencialidad de los datos de la actividad para el período 1990-2022, según lo establecido en la Decisión 18/CMA.1.

Como resultado final de la implementación del ciclo establecido para el INGEI, se logra que el país pueda presentar ante la CMNUCC un Informe de Inventario Nacional de emisiones antropogénicas por las fuentes y de absorciones por los sumideros de Gases Efecto Invernadero (GEI), con una serie temporal coherente para el período 1990-2022, empleando las Directrices y orientaciones del IPCC 2006, las buenas prácticas y orientaciones IPCC 2013 y en la medida de lo posible el refinamiento IPCC 2019.

Este logro, permite sentar las bases técnicas y científicas para la elaboración y presentación periódica de estos inventarios de acuerdo con lo establecido en el artículo 13.7 (a) del Acuerdo de Paris, lo cual le permitirá al país contar información clave para la planificación de las acciones estratégicas de mitigación, que conduzcan a la formulación de políticas, estrategias, planes, programas y proyectos nacionales para la reducción de emisiones de GEI por sector y categorías principales.

Con el INGEI 2024, la República Bolivariana de Venezuela inicia la implementación del Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Acuerdo de Paris, mediante el reporte de las emisiones y las absorciones de Gases de Efecto Invernadero en la serie temporal coherente para el período 1990 - 2022. Es importante resaltar que la información utilizada proviene de la estadística nacional de procesos internos de las instituciones de estado venezolano, que permite cumplir con los principios de transparencia, este reporte conto con la validación sectorial dando garantía de la calidad y certeza de los datos.

Los resultados obtenidos indican que la República Bolivariana de Venezuela contabilizó emisiones de **193.315 Gg CO_2 eq** y absorciones de **-285.352, 20 CO_2 neto** para el año 2022, que al comparar con el año 2010 se logra una reducción de emisiones del 19,68 % entre 2010 y 2022. Sin embargo, se registra un aumento de emisiones del sector agricultura y ganadería debido al incremento de la producción nacional, impulsada para garantizar la seguridad alimentaria del pueblo venezolano. En este contexto, se promueven prácticas agropecuarias sostenibles para la reducción de emisiones (Figura 2.5).

Es de resaltar que el país puede ser considerado como un sumidero de carbono debido a que las absorciones obtenidas en las tierras forestales de la República Bolivariana de Venezuela para el período 1990-2022, reflejan que el balance para el año 2022 contabilizó **- 313.514,87 CO_2 neto**. Esta tendencia se asocia a los progresos del país en la gestión territorial ecosocialista, en donde se ha consolidado en las últimas décadas, la implementación del Plan de Reforestación Nacional y otras acciones de restauración de áreas degradadas, establecimiento de sistemas agroforestales, sistemas agrosilvopastoriles y plantaciones forestales a nivel nacional, así como a la evolución de procesos de regeneración natural pasiva, todo esto con el resguardo del 65 % del territorio nacional bajo la figura de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

En conclusión, el balance general de emisiones y absorciones de la República Bolivariana de Venezuela evidencia una vez más que es un país **Carbono Neutral**, debido a que las emisiones netas de gases de efecto

invernadero del sector energía, industria, agricultura, desechos y residuos que se agregan, no es mayor a la cantidad que se elimina.

Esto refleja que el modelo ecosocialista es el camino a seguir para no cambiar el clima sino el sistema[2].

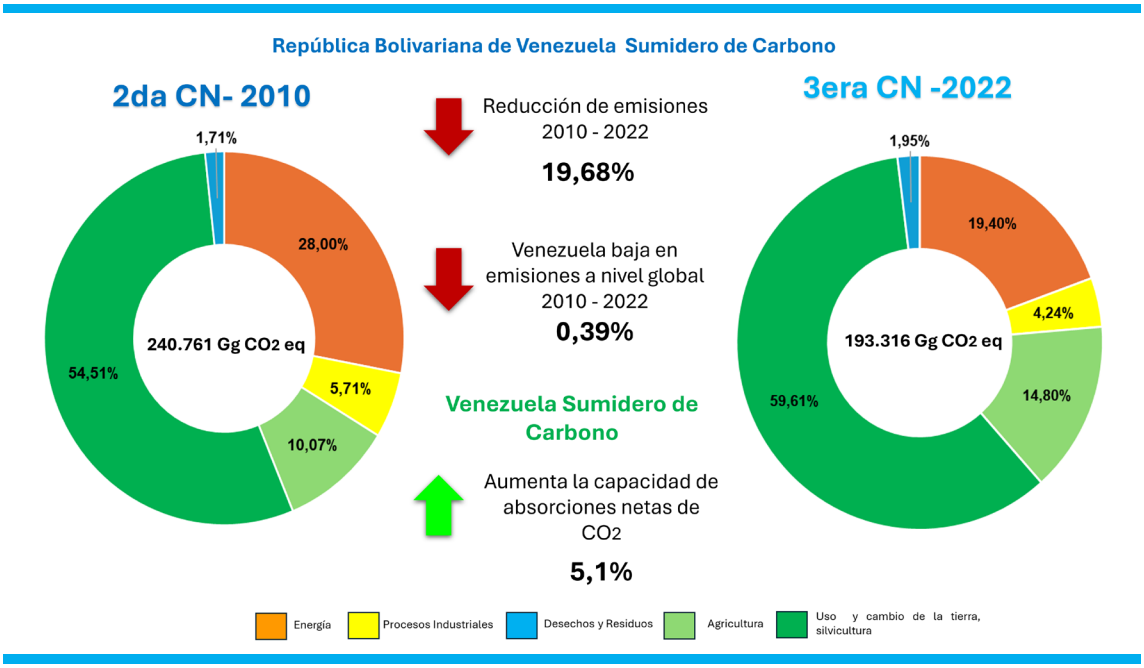


Figura 2.5: Balance de los resultados de la variación (%) de las emisiones y absorciones por sector (Gg CO_2 eq), 2010-2022
Fuente: MINEC, 2024

2.5. Políticas y Contribuciones Determinadas a nivel Nacional en mitigación

La República Bolivariana de Venezuela, con el fin de avanzar de manera progresiva en el cumplimiento de los acuerdos internacionales, en el marco de transparencia del Acuerdo de París y al compromiso político enmarcado en el quinto objetivo histórico de la nación "Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana", presentó su primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN), en el año 2017. Posteriormente, en el año 2021 entregó su actualización, en el ámbito de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Estas abarcan 6 sectores en Mitigación y contemplan 43 acciones o medidas en mitigación (Figura 2.6).

Desde el año 2021, el país ha desarrollado un proceso de fortalecimiento de capacidades con el apoyo de la plataforma del marco de transparencia reforzado CBIT-GSP, que le permiten dar cumplimiento al ciclo del Inventario Nacional de gases de efecto invernadero con vinculación directa con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional en materia de mitigación del cambio climático, que le ha permitido el seguimiento y la evaluación de los progresos en el cumplimiento de estas.

Así mismo, el MINEC para abordar este gran desafío, inició en el primer semestre del año 2024 el desarrollo de la propuesta del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC), como un instrumento de control, gestión y aseguramiento de la calidad de la información referida a las emisiones antropógenas y absorciones por los sumideros de Gases Efecto Invernadero (GEI) del país, de conformidad con modalidades, procedimientos y directrices (MPD) (CMA1, 2018) y en las orientaciones para la puesta en práctica (CMA3, 2021), Directrices para los sistemas nacionales del Protocolo de Kioto (CMP, 2006) y Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2019). Este contará con un módulo especifico de Mitigación que se describe en la Figura 2.7.

En el primer informe bienal de transparencia (BTR) se podrá detallar la información descriptiva en formatos tabulares de los progresos en el cumplimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del país, en materia de mitigación de acuerdo a la Decisión 18/CMA 1 y la decisión 5/CMA3.



Figura 2.6: Sectores de las CDN en mitigación de la República Bolivariana de Venezuela

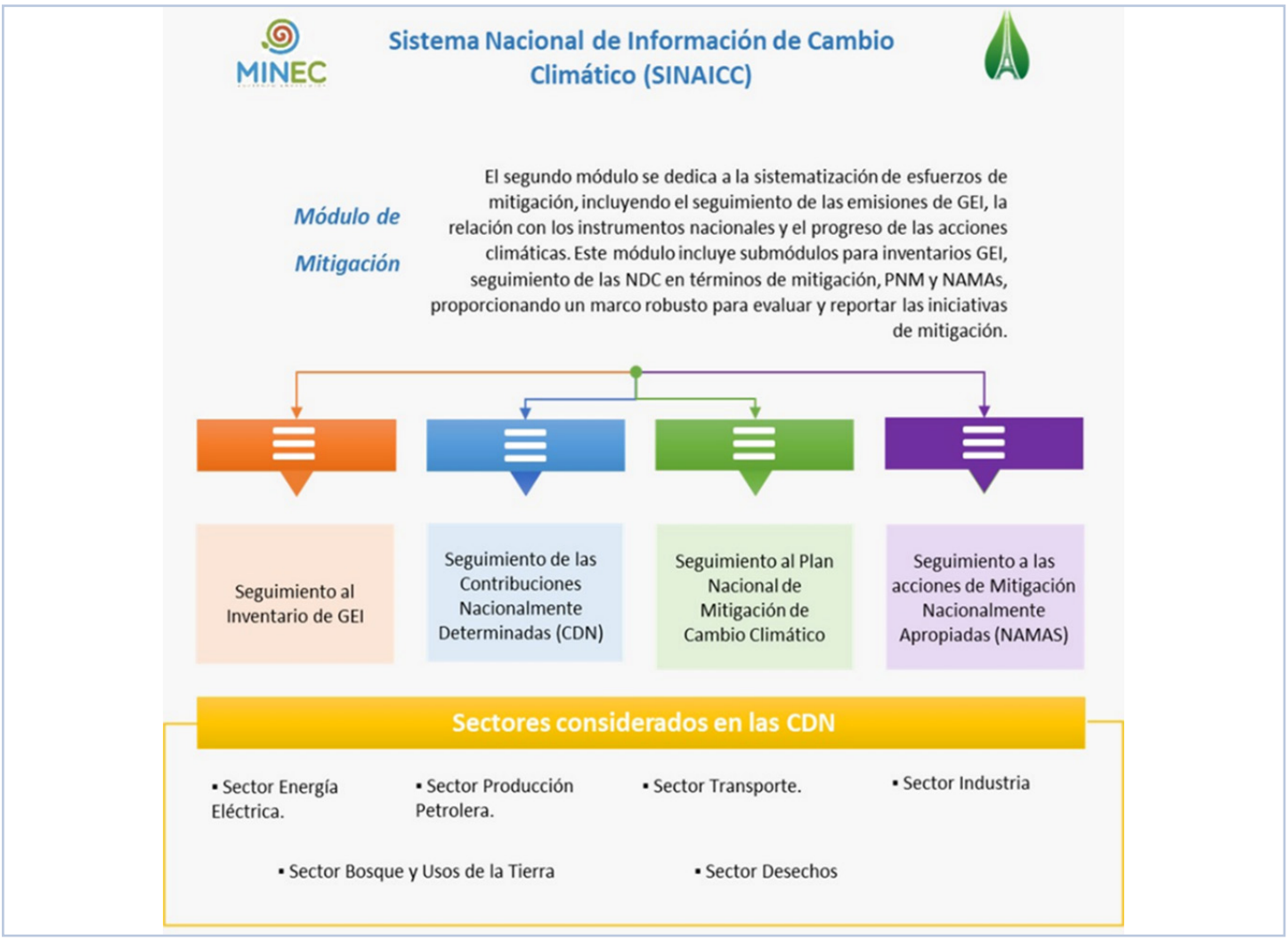


Figura 2.7: Módulo de Mitigación del SINAICC

Notas al final

1 Inventario Nacional descrito en la Primera y Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de la República Bolivariana de Venezuela.
2 En el documento nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Republica Bolivariana de Venezuela se podra detallar los metodos aplicados y resultados sectoriales.



Capítulo 3

Evaluación de los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación

3.1. Contexto general en materia de vulnerabilidad ante al cambio climático

La República Bolivariana de Venezuela es un país tropical con ecosistemas montañosos frágiles, zonas costeras e insulares expuestas a inundaciones y zonas áridas y semiáridas propensas a la sequía y desertificación. Relativo al aumento de temperatura, los últimos 20 años, no sólo presentaron más horas consecutivas bajo estrés térmico en el territorio nacional, sino también una mayor persistencia de dichas condiciones (Miranda *et al.*, 2024). Cambios importantes han sido registrados en los patrones de precipitación en Venezuela (Viloria *et al.*, 2023), así como una mayor frecuencia en la ocurrencia de eventos climáticos extremos (Chacón-Moreno *et al.*, 2020). Estas variaciones climáticas se han manifestado en sequías prolongadas; estos períodos secos, en especial los de 2003, 2010 y 2014-2015, afectaron el abastecimiento de agua para consumo humano, riego e hidroelectricidad.

De igual manera, las fluctuaciones de los impulsores climáticos (temperatura y precipitación), se han manifestado en el pasado reciente en una serie de emergencias y desastres relacionados a fenómenos extremos, con graves impactos en el entorno físico-natural, socio-cultural y económico-operacional, afectando particularmente a la población más vulnerable, la producción agrícola, la infraestructura y los servicios básicos. Al respecto, es importante resaltar los eventos extremos de precipitación ocurridos en los estados Aragua (El Limón, 2020, Las Tejerías y El Castaño, 2022), Mérida (Santa Cruz de Mora y Tovar, 2021, zona sur del Lago de Maracaibo, Carretera Panamericana El Vigía - Tucaní, 2022), Anzoátegui (cuenca del río Unare, 2022) y Sucre (Cumanacoa, 2024).

En lo que respecta a las áreas marino–costeras, se estima que el 6 % de la población nacional vive en tierras bajas costeras (Nagy *et al.*, 2019) y está expuesta tanto a los impactos principales del cambio climático: (i) aumento de la temperatura de la atmósfera, (ii) aumento de la temperatura del océano, y (iii) aumento de la variabilidad del nivel medio del mar; como a diversos factores climáticos que influyen sobre el oleaje, el aporte de sedimentos y la estabilidad costera (MPPA, 2011) y en consecuencia, sobre sus medio de vida.

Examinando la relación salud–cambio climático, importantes brotes de enfermedades infecciosas (dengue, malaria, entre otras) han sido asociadas a la ocurrencia de eventos climáticos extremos, principalmente de precipitación (Laguna *et al.*, 2017; Vincenti-González *et al.*, 2018), reseñándose que la capacidad de adaptación varía según la región y el grupo social (Rakes *et al.*, 2023). Adicionalmente, la vulnerabilidad de Venezuela frente al cambio climático se ve agravada por factores socio ambientales estructurales que interactúan con la fragilidad de los ecosistemas y la dependencia económica de actividades vinculadas a estos. Esta situación se refleja en la presencia de cinco de las nueve características establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para identificar países particularmente vulnerables: zonas costeras bajas, áreas propensas a inundaciones, sequías y desertificación, ecosistemas montañosos frágiles, zonas susceptibles a desastres naturales y una economía basada en la producción y consumo de combustibles fósiles[1].

La vulnerabilidad y la exposición al cambio climático presentan variaciones significativas debido a factores no climáticos y variables multidimensionales, a menudo, resultado de procesos de desarrollo heterogéneos. Estos factores configuran riesgos diferenciados que afectan con mayor severidad a los grupos en situación de desventaja social, económica y cultural, incrementando

su vulnerabilidad frente al cambio climático (IPCC, 2022). Dicha vulnerabilidad se intensifica por la convergencia de procesos sociales que generan desigualdades socioeconómicas, de ingresos y de exposición, incluyendo la discriminación por motivos de género, clase, origen étnico y edad.

Sobre esta base, el país ha desarrollado una serie de programas en los que se han emprendido importantes acciones que contribuyen a abordar el cambio climático y sus impactos desde una perspectiva de equidad e inclusión social, como parte de las políticas establecidas en el Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2019-2025. Además, la Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, actualizadas en 2021, reafirmaron el compromiso político al más alto nivel para la adaptación al cambio climático, al fijar como objetivos nacionales las siguientes acciones: a. Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático mediante el desarrollo de capacidades de adaptación y resiliencia, b. Facilitar la integración de la adaptación, de manera coherente, en políticas, programas y actividades relevantes, nuevos y existentes, en particular el desarrollo de procesos y estrategias de planificación en todos los sectores relevantes y en todos los niveles.

Así mismo, en el marco del compromiso del Estado venezolano de tomar todas las medidas necesarias para asegurar la eliminación y erradicación de la discriminación, la integración de perspectiva de igualdad de género, el enfoque de pueblos indígenas y la no discriminación en zonas y comunidades vulnerables al cambio climático, se consideran las acciones de adaptación como un tema transversal. Si bien, el país ha diseñado e implementado medidas para reducir los impactos negativos del cambio climático y aumentar su resiliencia, enfrenta desafíos para fortalecer su capacidad adaptativa. Las repercusiones de las medidas coercitivas unilaterales impuestas al país aumentan la sensibilidad de los grupos más vulnerables, obstaculizan los esfuerzos para la adaptación y aumentan la vulnerabilidad al cambio climático.

3.2. Efectos del cambio climático y la vulnerabilidad ante el cambio climático

3.2.1. Escenarios climáticos para Venezuela

En general, los escenarios climáticos futuros para Venezuela expresan que la temperatura en el país tenderá a aumentar (aunque con diferentes ritmos de cambio según cada modelo climático global y región geográfica); por su parte, las precipitaciones tenderán a disminuir en la mayor parte del territorio nacional, aunque en algunas regiones, dependiendo del modelo climático utilizado, las precipitaciones podrían aumentar. Las anomalías de temperatura y precipitación para esta Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, se calcularon a partir de los escenarios climáticos derivados de los modelos de circulación global (MCG) HadGEM3-GC31-LL y MIROC6, utilizando las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): SSP 2-4.5 y SSP 5-8.5, que corresponden a escenarios con baja y alta emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), respectivamente.

Los escenarios climáticos derivados de ambos modelos fueron descargados de la base de datos WorldClim con una resolución espacial nativa de un kilómetro. El proceso de escalamiento y corrección de sesgo se basó en datos históricos de WorldClim 2.1 (1970-2000) y en la elevación del terreno derivada de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) como covariable (Fick y Hijmans, 2017). Para evaluar indirectamente la incertidumbre de los escenarios climáticos derivados de HadGEM3-GC31-LL y MIROC6, se utilizaron los registros observacionales del INAMEH (1971-2020) como referencia, comparando los datos a nivel de píxel de la línea base usada por WorldClim con los datos a nivel de estación para el período común (1971-2000).

La métrica seleccionada para la comparación fue la diferencia porcentual mediana entre las mediciones del INAMEH y las estimaciones de WorldClim v2.1. En el caso de la precipitación mensual, se analizaron los registros de 665 estaciones. Para las variables temperatura mínima y máxima mensual, se utilizaron los registros históricos de 22 estaciones, distribuidas homogéneamente a lo largo del territorio nacional para garantizar una adecuada representación geográfica. Los modelos se estructuraron en intervalos de cuatro décadas: 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100, asegurando la continuidad metodológica con la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2017)[2]. Los escenarios climáticos para ambos MCG fueron descargados en formato

ráster de WorldClim v2.1[3] con una resolución espacial de 30 segundos (Fick y Hijmans, 2017)[4]. El proceso de escalamiento y corrección de sesgo de los escenarios climáticos se realizó con la normal climática del WorldClim v2.1 (i.e., 1971-2000). La incertidumbre asociada al uso de estos escenarios se cuantificó mediante una validación estación-píxel. Para estimar los efectos cercanos del cambio climático (i.e., 2000-2020), se incorporaron estimaciones de precipitación media mensual de CHIRPS v2.0 (Paredes *et al.*, 2016) y estimaciones de temperatura mínima y máxima de Terraclimate[5].

Para evaluar las tendencias actuales e inferir los efectos observados del cambio climático, se utilizaron las estimaciones de precipitación mensual, derivadas del CHIRPS v2.0 para el período 2000-2020. Se generó un ráster de precipitación anual, sumando la precipitación mensual de cada año. En cuanto a la temperatura, se promedió la temperatura mínima mensual y la temperatura máxima mensual para cada año del período 2000-2020. Posteriormente, se obtuvo la temperatura media anual para cada año, promediando los datos ráster de temperaturas mínima y máxima generados previamente. Si bien, el promedio aritmético de las temperaturas mínimas y máximas puede introducir incertidumbre en la estimación de la temperatura media mensual, este enfoque es comúnmente utilizado en estudios climáticos de la región (Correa, Ocampo & Castro, 2021). El período 2000-2020 se seleccionó para identificar tendencias incipientes en la precipitación y temperatura media anual, aunque futuros estudios podrían ampliar la ventana temporal para enfocarse en tendencias multidecadales.

Una vez preparados los datos, se calculó la tendencia monótona a nivel de píxel para los compuestos de temperatura y precipitación, basándose en la estadística tau de Kendall y la modificación de la pendiente de Theil-Sen (tendencia con $P < 0,05$). Se identificaron los píxeles donde la tendencia de la temperatura media anual o la precipitación media anual, según el caso analizado, fue significativa con un intervalo de confianza del 95 %. El mapeo de estos resultados permitió identificar las regiones del país con indicios de cambios en los aportes de precipitación anual y en la temperatura media anual, así como el signo de estos cambios. La base teórica de este enfoque de estimación de tendencias se encuentra en los trabajos de Theil (1950) y Sen (1968). La Figura 3.1 muestra el flujo de trabajo adoptado para inferir las tendencias climáticas actuales en términos de precipitación y temperaturas mínima, media y máxima anual.

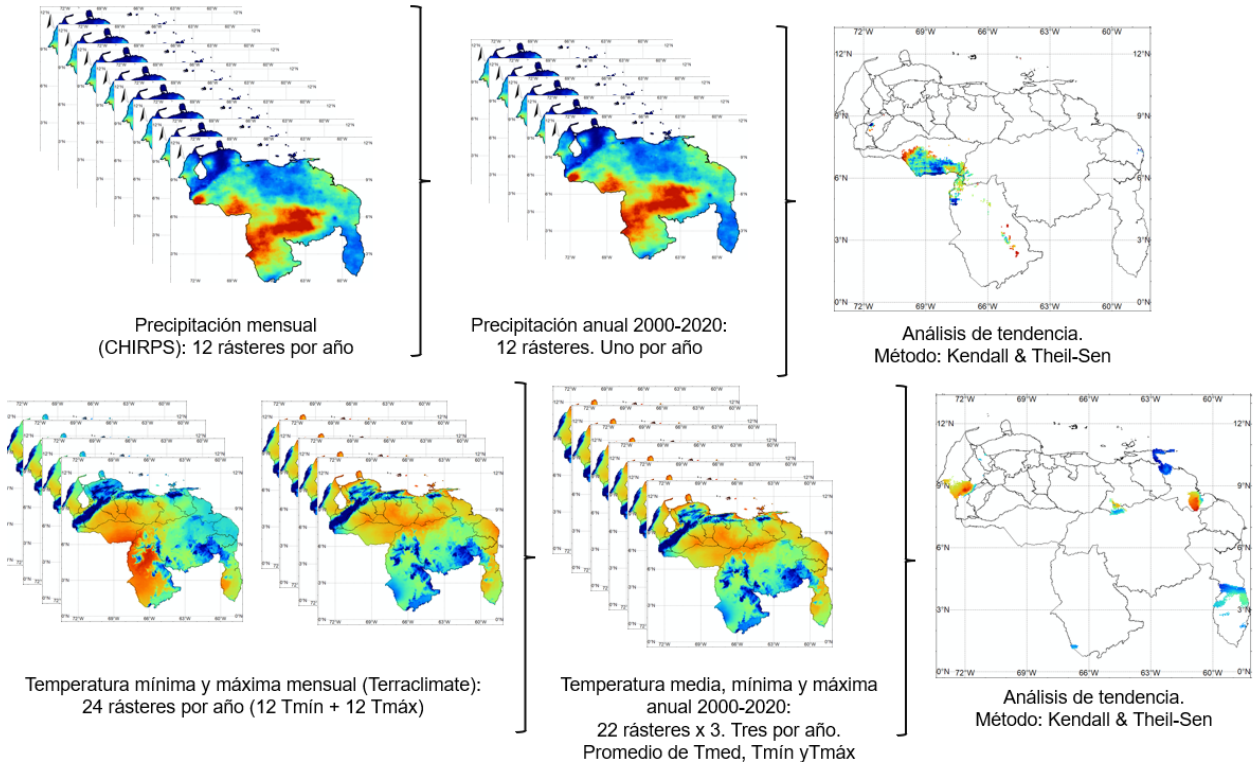


Figura 3.1: Proceso para estimar la tendencia en la precipitación y las temperaturas mínima, media y máxima anual durante el período 2000-2020

Incertidumbres y desafíos asociados

La evaluación de los efectos del cambio climático en Venezuela se dificulta por el uso de información climática observacional con una distribución espacial no uniforme, un desafío común en América Latina y el Caribe. Para abordar esta limitación, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) implementó el proyecto "Optimización de la Red Hidrometeorológica Nacional", financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe (CAF), en cumplimiento con las directrices de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este proyecto busca, entre sus principales objetivos, actualizar la base de datos climáticos del país.

Actualmente, la información climática de mayor precisión en Venezuela corresponde al período 1971-2000 (Ablan *et al.*, 2008), caracterizada por su longitud, cobertura espacial y baja proporción de datos faltantes. Esta serie de datos cumple con las directrices de la OMM, constituye la base de datos oficial para estudios climáticos en el país y se ajusta a la normal climática establecida por la OMM (WMO, 2014).

3.2.2. Tendencias actuales

El análisis de las tendencias de precipitación y temperatura entre 2000 y 2020 evidencia cambios significativos en diversas regiones de Venezuela, corroborando los hallazgos de investigaciones previas (Duran & Guenni, 2010; Flores *et al.*, 2023).

Precipitación media anual (Figura 3.2)

- Parroquia Bari (estado Zulia): en esta región, la precipitación media anual ha disminuido de manera significativa. Esto podría afectar la disponibilidad de agua para la agricultura y el abastecimiento de comunidades locales.
- Parroquia Encontrados (estado Zulia): similar a Bari, aquí también se observa una disminución marcada en la precipitación. Esto podría afectar la seguridad alimentaria y los medios de vida en que se sustenta la economía local.
- Zona Centro Sur de la parroquia Barceloneta (estado Bolívar): la reducción de la precipitación podría impactar los ecosistemas locales y la diversidad biológica.
- Parroquia Alto Orinoco/Huachamacare/Marawaka/Mavaca/Sierra Parima (estado Amazonas): esta región, caracterizada por su riqueza natural, también muestra una disminución en la precipitación. Esto podría afectar los recursos hídricos y la diversidad biológica.

Temperatura promedio anual (Figura 3.3)

- Municipios Machiques, Jesús María Semprúm y Catatumbo (estado Zulia): estas áreas presentan una señal clara de aumento en la temperatura promedio anual. Esto podría afectar la salud, la agricultura y la habitabilidad en estas localidades.
- Municipio Antonio Díaz (estado Delta Amacuro): similar a las parroquias mencionadas, aquí también se registra un incremento en la temperatura promedio anual.

Temperatura máxima anual (Figura 3.4)

- Parroquia Francisco Aniceto Lugo (estado Delta Amacuro): aquí se registra un incremento significativo en la temperatura máxima anual. Esto podría afectar la salud humana, la agricultura y los ecosistemas sensibles.

Temperatura mínima anual (Figura 3.5)

- Parroquias Curiapo y Francisco Aniceto Lugo (estado Delta Amacuro): ambas muestran un fuerte aumento en la temperatura mínima anual. Esto podría afectar la adaptación de las comunidades locales e incrementar la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos.
- Parte alta de las parroquias Alto Orinoco/Huachamacare/Marawaka/Mavaca/Sierra Parima (estado Amazonas) y la parroquia Río Negro/Casiquiare/Cocuy/Solano (estado Amazonas): aquí también se observa un incremento en la temperatura mínima anual, lo que podría afectar la diversidad biológica y el rendimiento agrícola de los cultivos de subsistencia.

3.2.3. Cambios proyectados

Los cambios observados en el sistema climático y sus implicaciones han generado una creciente preocupación sobre la intensificación de estos procesos y la necesidad de desarrollar estrategias de adaptación (MINEC, 2011). Para evaluar los potenciales cambios climáticos en Venezuela, se realizó un análisis de las proyecciones de precipitación y temperatura media mensual. El análisis se basó en el promedio de los modelos climáticos globales HadGEM3-GC31-LL y MIROC6 para el escenario de emisiones SSP 2-4.5 y la ventana temporal 2041-2060[6]. Se utilizó como línea base la normal climática 1971-2000 para determinar las anomalías climáticas. Los datos de la normal climática fueron provisto por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) y cumplen con las directrices de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La selección de la ventana 2041-2060 se justifica por su capacidad para proveer información que permite proyectar las necesidades nacionales, más allá del horizonte del Plan de la Patria de las Siete Transformaciones (2025-2030). Este plan establece siete transformaciones para mejorar las condiciones de vida, con metas a corto, mediano y largo plazo, incluyendo la Transformación Ecológica, cuyo sexto vértice se centra en la preservación del planeta y la preparación para la crisis climática[7].

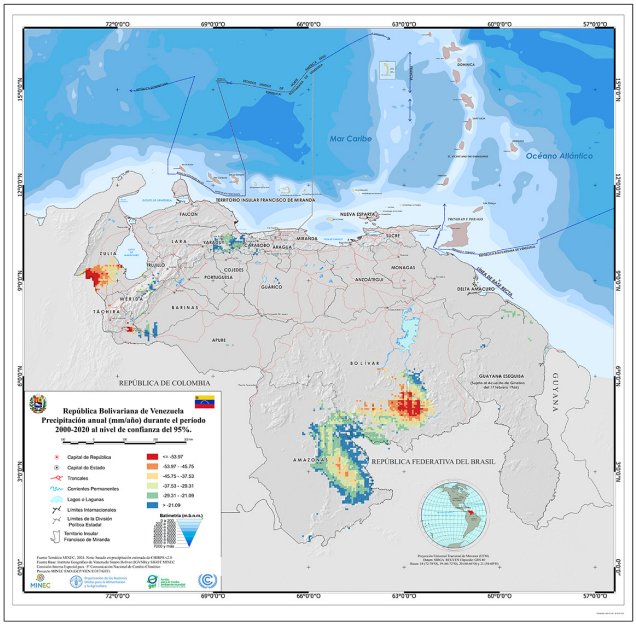


Figura 3.2: Regiones del país con tendencias estadísticamente significativas en la precipitación anual (mm/año) durante el período 2000-2020 al nivel de confianza del 95 %

Nota: basado en la precipitación estimada de CHIRPS v2.0

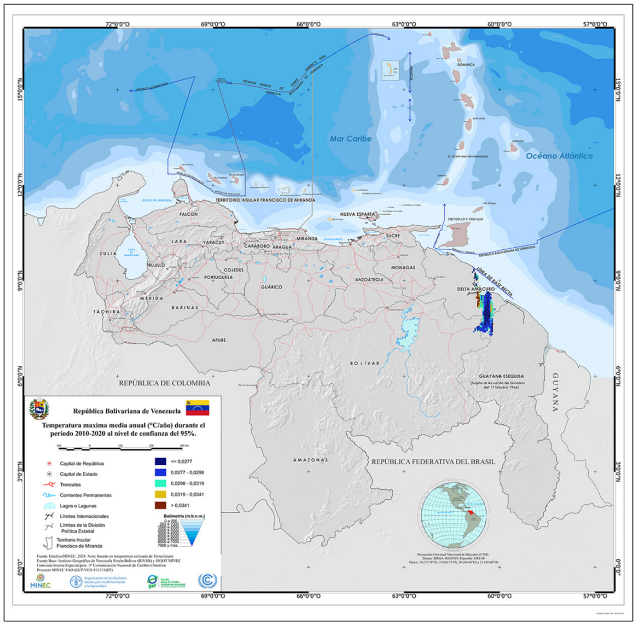


Figura 3.4: Igual a la Figura 3.3 pero para la temperatura máxima media anual

Nota: basado en la temperatura media mínima estimada de Terraclimate

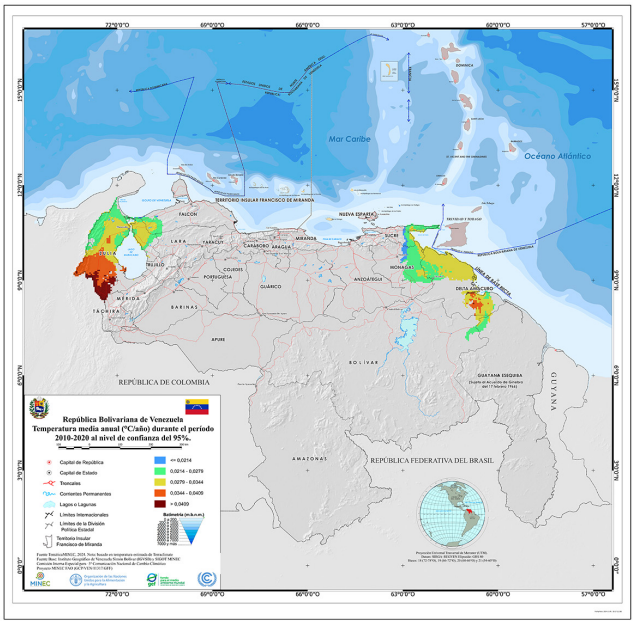


Figura 3.3: Regiones del país con tendencias estadísticamente significativas en la temperatura media anual (°C/año) durante el período 2010-2020 al nivel de confianza del 95 %.

Nota: basado en la temperatura media mínima estimada de Terraclimate

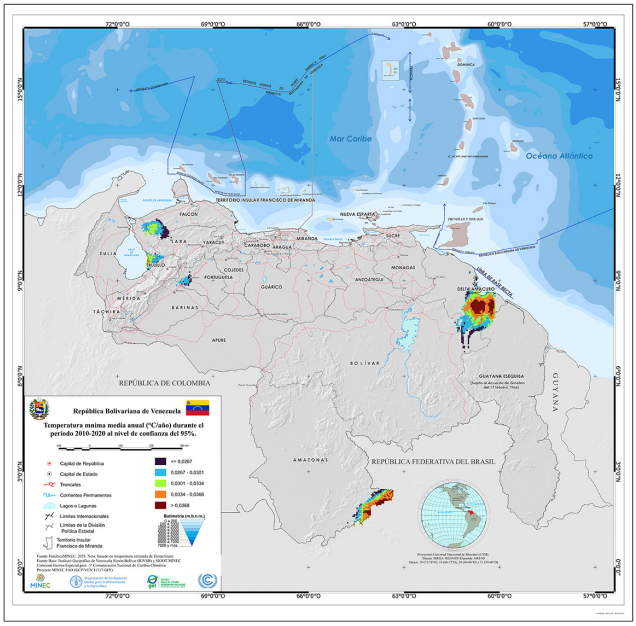


Figura 3.5: Igual a la Figura 3.3 pero para la temperatura mínima media anual

Nota: basado en la temperatura media mínima estimada de Terraclimate

En cuanto a la selección del escenario SSP 2-4.5, este representa una trayectoria intermedia de emisiones de gases de efecto invernadero, con un forzamiento radiactivo adicional de 4,5 W/m^2 para el año 2100. Este escenario, actualizado del RCP4.5, limita el calentamiento global a 2 °C y se asume como una trayectoria representativa de los esfuerzos de mitigación adoptados por la mayoría de los países en vías de desarrollo que buscan un crecimiento sostenible. A continuación, se resumen las principales características de las salidas de los modelos climáticos empleados, con énfasis en las variables de precipitación y temperatura media mensual:

Anomalías y estacionalidad de la precipitación mensual

El análisis de los escenarios climáticos revela un patrón complejo de cambios en la distribución de la precipitación, con alteraciones significativas en su estacionalidad y posibles modificaciones en el inicio de la estación lluviosa (Figura 3.6).

En cuanto a los cambios en la precipitación:

- Amazonas y Esequibo: se observa un déficit de precipitación entre 40 y 80 mm durante el primer trimestre del año, intensificándose en mayo, junio, agosto, septiembre y octubre. Sin embargo, en el norte del Esequibo, se proyecta un superávit de precipitación en junio y julio, con valores entre 30 y 80 mm.
- Llanos, Zulia, Bolívar y Esequibo: se proyecta una disminución de la precipitación que supera los 100 mm en mayo, junio, agosto, septiembre y octubre. En Bolívar, al igual que en el norte del Esequibo, se espera un superávit de precipitación en junio y julio (30 a 80 mm).
- Llanos Occidentales y oeste del Zulia: se prevé una disminución de las lluvias del 33 % en mayo.
- Suroeste de Bolívar: disminución del 25 % en las precipitaciones durante mayo.
- Guárico y Apure: se esperan disminuciones de hasta 26 % y 33 %, respectivamente, en junio, agosto, septiembre y octubre.

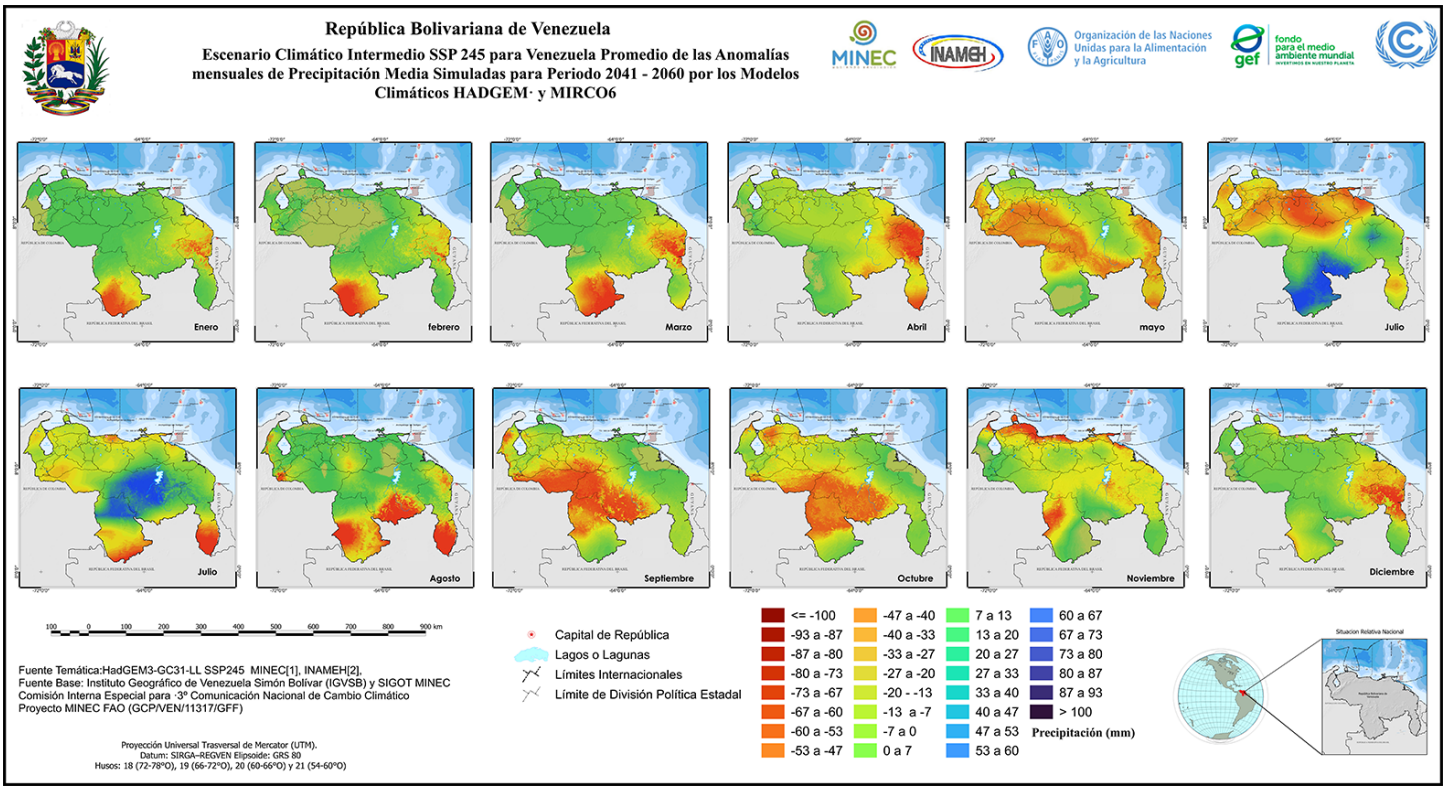


Figura 3.6: Anomalías de la precipitación media mensual proyectadas (2041-2060) – Escenario SSP2-4.5 (promedio de los escenarios HadGEM3-GC31-LL y MIROC6)

En lo que respecta al inicio de la estación lluviosa, el mes de mayo, que marca el comienzo de la temporada de lluvias en gran parte del país, muestra un déficit de precipitaciones considerable. Esta alteración podría modificar los patrones de inicio de la estación lluviosa, con implicaciones para la agricultura de secano y la gestión de recursos hídricos.

Anomalías y estacionalidad de la temperatura media mensual

Venezuela presenta dos máximos térmicos anuales, uno en abril y otro en septiembre, asociados a la incidencia perpendicular de los rayos solares. Los escenarios climáticos muestran una clara tendencia al aumento generalizado de la temperatura media mensual, alterando notablemente el patrón térmico del país (Figura 3.7). Analizando la magnitud del incremento, se observa una variación espacial en la magnitud del aumento de temperatura:

- Amazonas, Bolívar, Táchira, sur del Zulia, Esequibo y Llanos Occidentales: con incremento de hasta 4,5 °C.
- Centro del país y región Andina: incremento de hasta 3 °C.
- Fachada Atlántica y norte costera: incremento de hasta 2 °C.

Los escenarios también revelan variaciones estacionales, con modificaciones en el ciclo térmico anual:

- Noviembre, diciembre y enero: se proyectan temperaturas más cálidas en todo el país.
- Amazonas: se observa un máximo incremento térmico durante el primer trimestre del año.
- Región Andina, Bolívar, Llanos Centro Occidentales y Esequibo: el incremento de temperatura se acentúa en agosto, septiembre, octubre y noviembre.
- Región norte costera y fachada Atlántica: se espera un menor impacto en el aumento de temperatura en comparación con otras regiones.

Estos cambios pueden tener implicaciones significativas para diversos sectores, como la agricultura, la salud y la gestión de recursos hídricos.

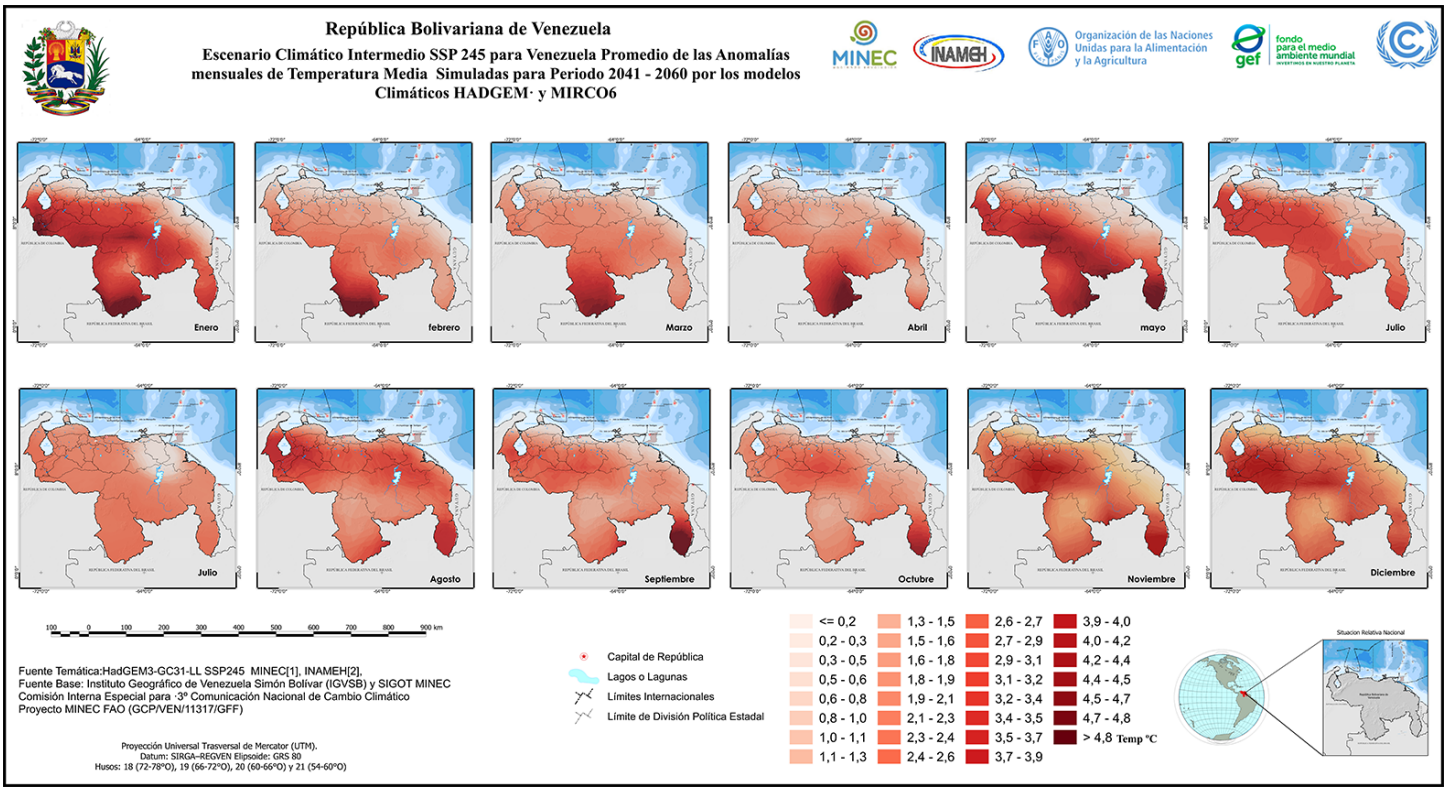


Figura 3.7: Anomalías de la temperatura media mensual proyectadas (2041-2060) – Escenario SSP2-4.5 (promedio de los escenarios HadGEM3-GC31-LL y MIROC6)

3.3. Vulnerabilidad ante el Cambio Climático, por sectores

La República Bolivariana de Venezuela se encuentra ubicada geográficamente en la zona intertropical, al norte del ecuador. El país cuenta con la presencia de aguas cálidas al norte y noreste (mar Caribe y océano Atlántico), una extensa selva tropical húmeda al sur y una extensa cadena montañosa al oeste (los Andes). Esta ubicación geográfica genera una serie de consecuencias climáticas producto de la compleja interacción entre diferentes elementos del clima y factores geográficos, astronómicos y meteorológicos, que modifican y determinan el clima y los diversos microclimas.

Las condiciones climáticas en Venezuela están marcadas principalmente por la influencia de la actividad de la zona de convergencia intertropical y la alta presión semipermanente de Las Bermudas[8], la cual proyecta una dorsal anticiclónica, ejerciendo una influencia estacional sobre el régimen pluviométrico de gran parte del país. Adicionalmente, la fachada norte puede experimentar influencias de perturbaciones tropicales como ondas tropicales, huracanes y tormentas tropicales, así como de sistemas provenientes del norte, tales como restos de sistemas frontales (frentes fríos) o vaguadas en altura que alcanzan el mar Caribe.

El sur de Venezuela y los Llanos centrales están más afectados por pulsos de humedad provenientes de la cuenca amazónica y el hemisferio sur, que causan eventos de lluvias extraordinarias. En la cuenca del lago de Maracaibo se generan condiciones meteorológicas locales muy particulares debido a la convergencia del viento y las brisas locales sobre el lago. En las regiones de montaña, principalmente en la cordillera Andina, la compleja interacción entre el relieve, la circulación atmosférica y los elementos climáticos genera regímenes específicos de nubosidad y precipitación, que, sumados a la influencia de los pisos térmicos, producen un variado conjunto de subtipos climáticos (Andressen, 2007).

La principal fuente de variabilidad climática en Venezuela está estrechamente relacionada con el fenómeno de El Niño/Oscilación Sur (ENOS), un evento de interacción oceánica-atmosférica caracterizado por la ocurrencia de fases cálidas (El Niño) y frías (La Niña). Ambas fases, en particular cuando estos episodios son catalogados como fuertes, afectan la distribución temporal y espacial de la precipitación en ciertas partes del territorio nacional, originando sequías persistentes o lluvias extraordinarias. En general, los episodios fuertes y prolongados de El Niño están asociados con niveles de precipitación por debajo de lo normal, mientras que lo contrario ocurre durante los eventos de La Niña (Martelo y Pérez, 2010).

Según el ND-GAIN Index del World Bank Group (2024), Venezuela ocupa el puesto 70 de 185 en vulnerabilidad general ante la variabilidad y el cambio climático (University of Notre Dame, 2024). La mayor parte de los modelos climáticos empleados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en sus reportes técnicos muestran a Venezuela expuesta a un aumento en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias extremas y sequías prolongadas. A diferencia del análisis de los escenarios climáticos generales presentado en la sección 3.2, la sección 3.3. se centra en la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático específica para cada uno de los sectores incluidos en el componente de adaptación de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) reportadas por Venezuela en 2021. Para este análisis, se consideran como impulsores climáticos las proyecciones futuras de precipitación, temperaturas mínima y máxima, basadas en los modelos climáticos HadGEM3-GC31-LL y MIROC6. La utilización de dos modelos climáticos permite abarcar un mayor espectro de posibles impactos climáticos a nivel sectorial[9], complementando la descripción general presentada en el siguiente apartado.

3.3.1. Metodología de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático

La vulnerabilidad al cambio climático se refiere a "(...) el grado en que un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y la variación a la que un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación" (IPCC, 2007). Conforme a esta definición, los análisis de vulnerabilidad son considerados como la base de evidencia para el diseño de soluciones de adaptación de máximos impactos, de allí que se distingan cuatro componentes clave que determinan sí, y en qué medida, un sistema es susceptible al cambio climático: la exposición, sensibilidad, impacto potencial y capacidad de adaptación (GIZ, 2017, Figura 3.8).

Conforme a esto, a continuación, se expresan los aspectos relevantes para abordar cada factor en los análisis de vulnerabilidad de la presente Comunicación Nacional de Cambio Climático, considerando como marco de referencia conceptual lo establecido en el libro de la vulnerabilidad, concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad (GIZ, 2017).

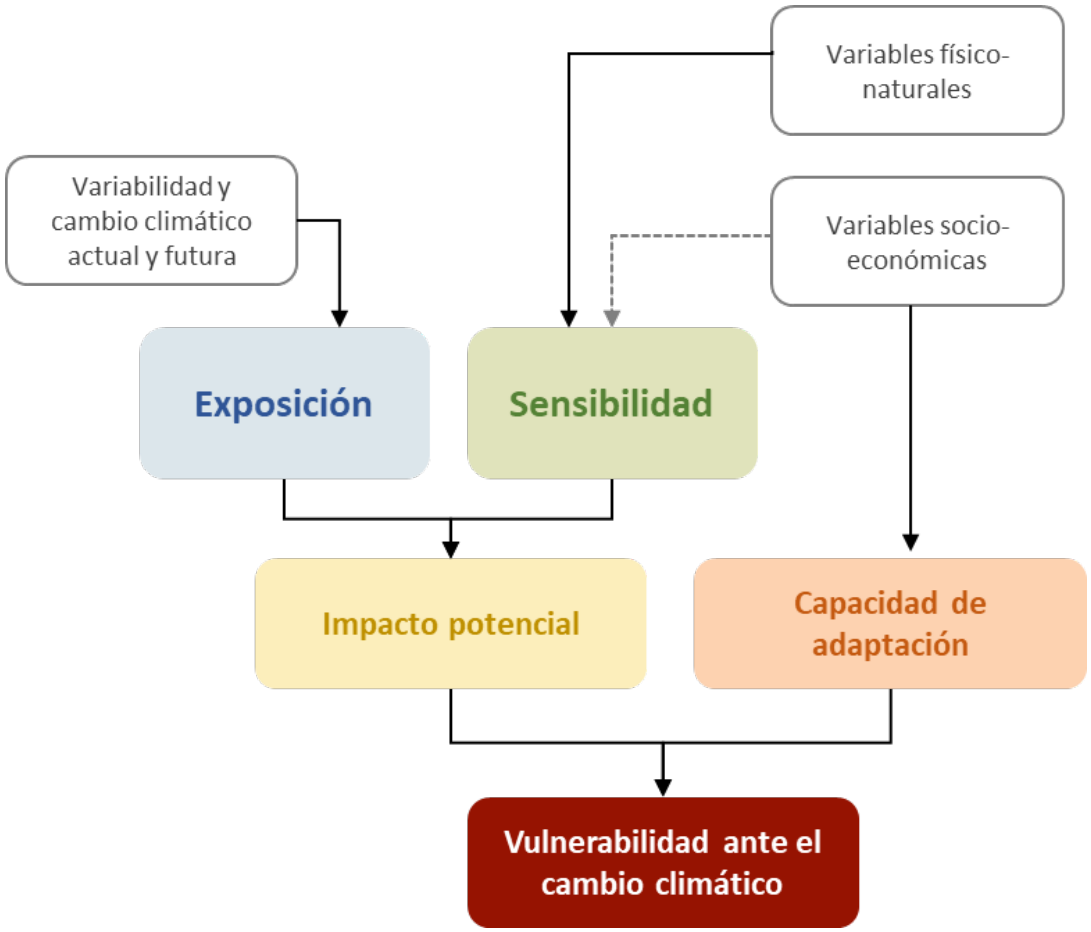


Figura 3.8: Estructura de una cadena de impacto para evaluación de vulnerabilidad
Fuente: GIZ (2017).

3.3.1.1. Evaluación de la exposición

La exposición es el único atributo directamente vinculado a los parámetros del clima, es decir, al carácter, magnitud, rapidez del cambio y variación en el clima. Los factores típicos de exposición incluyen la temperatura, precipitación, evapotranspiración y balance hídrico climático, así como los eventos extremos, como fuertes lluvias y sequía meteorológica. En esta comunicación, se tomaron como principal insumo para la evaluación de la exposición, los datos de las proyecciones arrojadas por los distintos escenarios climáticos para los impulsores climáticos principales, que vienen representados por la precipitación y la temperatura. En función de los análisis de las anomalías de los impulsores, se analizó cómo estas anomalías impactarían los factores específicos.

Se consideró entonces, el porcentaje de variación de la precipitación media anual (expresada en mm) y la diferencia de la temperatura media anual (expresada en grados centígrados) en comparación con el período base 1971-2000[10]. Este indicador permitió identificar las áreas dónde se proyectan cambios significativos. Las anomalías de temperatura y precipitación se calcularon a partir de los escenarios climáticos derivados de los modelos de circulación global (MCG) HadGEM3-GC31-LL y MIROC6, utilizando las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): SSP 2-4.5 y SSP 5-8.5[11], que corresponden a escenarios con baja y alta emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), respectivamente.

$$\Delta P = 100 \frac{Pp_{ijk} - Pr}{Pr} \qquad (E3.1)$$

Donde:
ΔP: Variación porcentual de la precipitación media anual con respecto a la línea base (%)
Pp: Precipitación media anual proyectada en la ventana temporal i, SSP j y modelo k (mm)
Pr: Precipitación media anual observada en el Período de línea base (mm)

(E3.2)

$$\Delta T = \frac{Tp_{ijk} - Tr}{Tr}$$

Donde:

ΔT: Diferencia de la temperatura media anual con respecto a la línea base (° C)

Tp: Temperatura media anual proyectada en la ventana temporal i, ssp j y modelo k (mm)

Tr: Precipitación media anual observada en el período de línea base (mm)

3.3.1.2. Evaluación de la sensibilidad

La sensibilidad determina el grado en que un sistema se encuentra afectado de manera adversa o beneficiosa, por la exposición a un cambio climático dado. La sensibilidad se forma típicamente por atributos naturales o físicos del sistema, incluyendo la topografía, capacidad de los diferentes tipos de suelo para resistir la erosión y tipo de cobertura terrestre. Pero también se refiere a las actividades humanas que afectan a la constitución física de un sistema, como los sistemas de labranza, manejo del agua, agotamiento de recursos y presión de la población. La exposición y la sensibilidad en combinación determinan el impacto potencial del cambio climático. Por ejemplo, los eventos fuertes de lluvia (exposición) en combinación con fuertes pendientes y suelos con alta susceptibilidad a la erosión (que representarían la sensibilidad) darán lugar a la erosión (que es el impacto potencial).

3.3.1.3. Evaluación del impacto climático

En los análisis de vulnerabilidad, la exposición al cambio climático y la sensibilidad de un sistema a la misma, determinan el impacto potencial. En el contexto climático, estas evaluaciones de impacto deben profundizar en proporcionar información sobre los cambios proyectados para varios indicadores, conforme a las variaciones de los impulsores climáticos a lo largo del tiempo, de acuerdo con escenarios. Es pertinente destacar que las proyecciones de impacto se evalúan en intervalos de tiempo específicos. En el caso de adoptar un conjunto de modelos (ensemble), se incluyen los intervalos de incertidumbre en los modelos climáticos y de impacto considerados. Estos intervalos se derivan, cuantificando la distribución de los resultados de diversas combinaciones de modelos o aplicando una regresión cuantílica a dichos resultados.

3.3.1.4. Evaluación de la capacidad de adaptación

La vulnerabilidad de los impactos climáticos dependerá también de la capacidad de adaptación del sistema, en el entendido de que la capacidad de adaptación es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y los fenómenos extremos) para moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades, o para hacer frente a las consecuencias. Las intervenciones de adaptación son entonces, actividades que tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad al (cambio del) clima a diferentes niveles-sectoriales, nacionales o locales. Estas intervenciones se basan en el supuesto de una capacidad de adaptación inherente, que puede ser utilizada para disminuir su sensibilidad a la exposición climática.

Tales medidas incluyen, por ejemplo, sistemas de riego eficientes para superar la escasez de agua y la mejora de los sistemas de labranza para la lucha contra la erosión del suelo. Para evaluar esa capacidad de adaptación, se diseñó una matriz de doble entrada que determina en términos semicuantitativos el factor de adaptación, y que representa una medida para determinar si para el sector sujeto a evaluación, la adaptación se encuentra consolidada, en consolidación o incipiente (Tabla 3.1). En tal matriz, el cambio transformacional hacia la adaptación representa el cumplimiento del número de acciones contempladas en la actualización de las CDN del 2021 (por sector), mientras que el alcance general de las acciones hace referencia al alcance geográfico de las mismas (Tabla 3.2).

3.3.1.5. Selección, normalización y reclasificación de indicadores

En el caso de los factores del componente de exposición, como se indicó anteriormente, se seleccionaron los impulsores: precipitación y temperaturas mínima y máxima. Estas variables se obtuvieron a partir de las variaciones porcentuales de la precipitación y las diferencias de temperatura. Posteriormente, los valores se transformaron en unidades de criticidad para el cálculo de la vulnerabilidad ante el cambio climático. Conforme a esto, una variación (en valores absolutos) igual o mayor a 100 mm representaría el valor más crítico, mientras que, en el caso de la temperatura, la peor condición estaría representada por una diferencia de temperatura igual o mayor a 3 °C. En el caso de la capacidad de adaptación está tiene un efecto inverso sobre la vulnerabilidad, por lo que a mayor capacidad de adaptación menor vulnerabilidad ante el cambio climático (Tabla 3.3 y Figura 3.9).

En lo que respecta a los factores de los componentes de sensibilidad que integran la ecuación de la vulnerabilidad ante el cambio climático, se requirió la selección de indicadores[12], que permitieran estimar que tan sensible o no, es la variable ambiental a ser impactada por el cambio climático. Para ello, se consideró al menos

un indicador para cada factor relevante en el análisis. Una vez seleccionado los indicadores y obtenidos los datos de los mismos, estos se deben normalizar. La normalización se refiere a la transformación de los valores de los indicadores medidos en diferentes escalas y en diferentes unidades en valores sin unidades en una escala común, que permita, a su vez, reflejar medidas de criticidad de una variable o sector evaluado para un escenario climático.

Se trabajó en una escala de 0 a 1, donde 0 hace referencia a un valor neutro o sin importancia dentro del conjunto de datos evaluados y 1, el valor de mayor importancia en el conjunto. Conforme a esto, mientras más cercano a 1 sea el valor, más crítico será, lo cual representará para el atributo o factor evaluado, un mayor nivel de vulnerabilidad, correspondiéndose este proceso al procedimiento de reclasificación de los factores (Tabla 3.4).

Tabla 3.1: Matriz de factor de adaptación

			Alcance general de las acciones			
			Nacional	Regional	Estadal	Local
			4	3	2	1
Cambio transformacional	Muy probable	5	20	15	10	5
	Probable	4	16	12	8	4
	Posible	3	12	9	6	3
	Poco probable	2	8	6	4	2
	Muy improbable	1	4	3	2	1

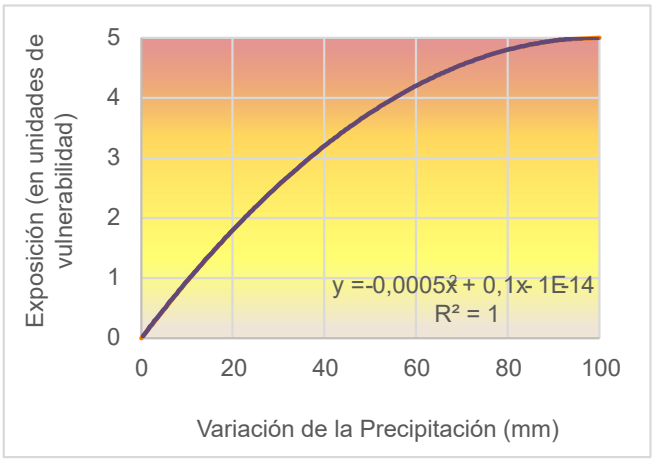
Factor de Adaptación	Valor de Adaptación
Consolidado	15-20
En proceso	5-12
Incipiente	1-4

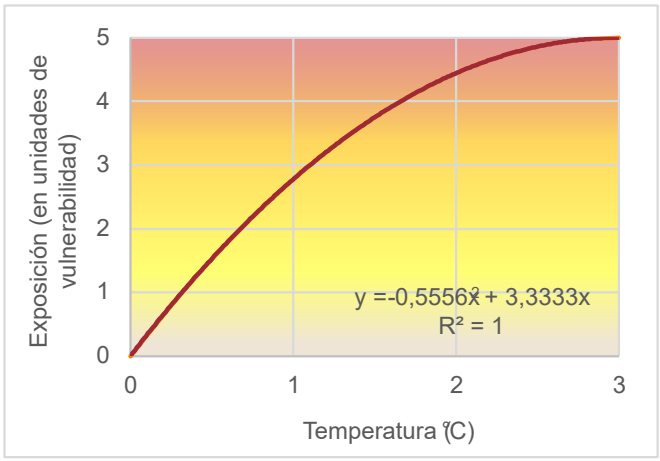
Tabla 3.2: Atributos de la matriz de factor de adaptación

Atributo		Valoración
Cambio transformacional	Muy probable: Cumplimiento del 100% - 75% de las acciones de adaptación	5
	Probable: Cumplimiento del 75% - 50% de las acciones de adaptación	4
	Posible: Cumplimiento del 50 % - 25% de las acciones de adaptación	3
	Poco probable: Cumplimiento del 25% - 1% de las acciones de adaptación	2
	Muy improbable: Cumplimiento del 0% de las acciones de adaptación	1
Alcance general de las acciones	Nacional: La trascendencia de las acciones de adaptación tienen efecto en todo el territorio nacional	4
	Regional: La trascendencia de las acciones de adaptación tienen efecto en dos o más estados o regiones naturales del territorio nacional	3
	Estadal: La trascendencia de las acciones de adaptación tienen efecto en solo un estado del territorio nacional	2
	Local: La trascendencia de las acciones de adaptación tienen efecto a nivel comunitario dentro del territorio nacional	1

Tabla 3.3: Juicios de reclasificación para los factores de exposición y capacidad de adaptación

Variación de Precipitación (%)	Vulnerabilidad	Reclasificación	Variación de Temperatura (°C)	Vulnerabilidad	Reclasificación	Factor de Adaptación	Vulnerabilidad	Reclasificación
0	Muy Baja	1	0,00	Muy Baja	1	1	Muy Alta	5
10			0,25			2		
20			0,50			3		
25			0,75	Baja	2	4		
30	Baja	2	1,00			5	Alta	4
40			1,25			6		
50			1,50			7		
60	Media	3	1,75	Media	3	8		
70			2,00			9	Media	3
75			2,25			10		
80	Alta	4	2,50	Alta	4	12		
90			2,75			15	Baja	2
100			3,00			16		
>100	Muy Alta	5	>3,00	Muy Alta	5	20	Muy Baja	1





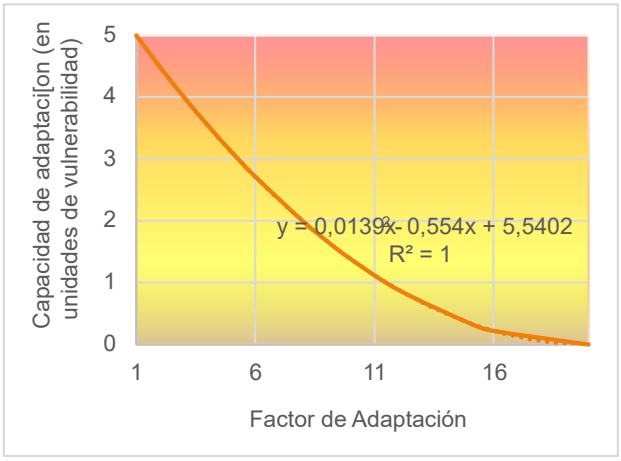


Figura 3.9: Funciones de transformación ambiental para los impulsores climáticos

$$F_N = \frac{X_i - X_{mín}}{X_{máx} - X_{mín}} \quad (E3.3)$$

Donde:
FN: Factor normalizado individual del atributo (en escala de 0 a 1)
Xi: Valor individual de la línea base del atributo a ser normalizado en el conjunto de datos
Xmáx: Valor máximo del atributo en el conjunto de datos
Xmín: Valor mínimo del atributo en el conjunto de datos

Tabla 3.4: Juicios de reclasificación para los factores de sensibilidad

Factor Normalizado	Vulnerabilidad	Reclasificación
0,00	Muy Baja	1
0,00 – 0,25	Baja	2
0,25 – 0,50	Media	3
0,50 – 0,75	Alta	4
0,75 – 1,00	Muy Alta	5

Finalmente, para la capacidad de adaptación una vez determinado el factor de adaptación, el mismo fue reclasificado en términos de vulnerabilidad, considerando que un factor de adaptación muy bajo representaría la peor condición, es decir, una mayor vulnerabilidad (Tabla 3.5).

Tabla 3.5: Juicios de reclasificación para el factor de adaptación

Factor de Adaptación	Capacidad de Adaptación	Reclasificación
1 – 4	Muy Baja	5
5 – 8	Baja	4
9 – 12	Media	3
15 – 16	Alta	2
20	Muy Alta	1

3.3.1.6. Evaluación Integrada de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático

Considerando que la vulnerabilidad es el resultado de un conjunto de atributos que hacen a un sistema o una comunidad propensos a sufrir un efecto negativo cuando ocurre un impacto climático, se procedió a combinar (en formato ráster) los distintos factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa por medio de una suma ponderada con pesos iguales y componentes reclasificados en escala de vulnerabilidad (1-5). Luego, se realizó una agregación a nivel de la unidad de exposición (media aritmética de píxeles) y el mapeado del resultado, usando una escala de cuatro niveles de vulnerabilidad (i.e., baja, media, alta y muy alta). A modo ilustrativo, la Figura 3.10 muestra la esquematización de la evaluación. La Tabla 3.6 resume la metodología y fuentes de los datos empleados.

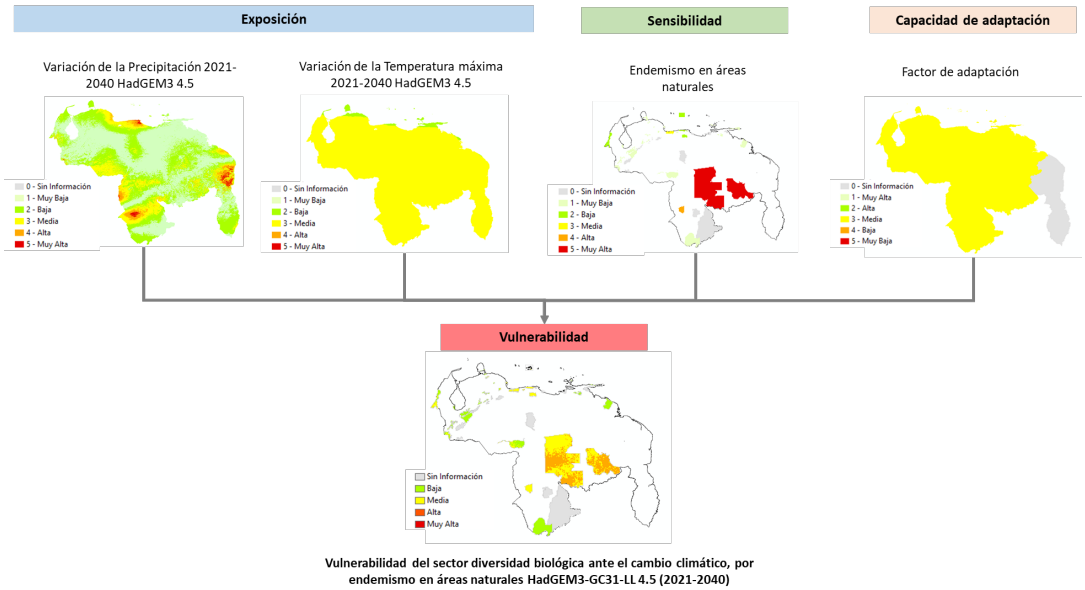


Figura 3.10: Aplicación de la metodología de Evaluación Integrada de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático

Tabla 3.6: Conjunto de datos empleados en el análisis de vulnerabilidad

Sector	Proxys de sensibilidad	Fuente de proxys	Unidad de exposición
Agricultura (Seguridad Alimentaria)	- Grandes – medianos y pequeños sistemas de riego. - Superficie regable de grandes – medianos y pequeños sistemas de riego. - Áreas Agrícolas de Preservación para Riego de máxima y mediana preservación. - Capacidad de almacenamiento de agua superficial para riego.	SIGOT*, POT** y MINAGUAS.	Cinco zonas agrícolas (simulación de cultivos). Sistemas de riego y áreas de preservación agrícola.
Agua	- Capacidad de almacenamiento de agua superficial por región hidrográfica	MINAGUAS y literatura académica.	Regiones hidrográficas
Asentamientos urbanos	- Jerarquización de centros urbanos. - Superficie ocupa por perímetro urbano. - Número de habitantes urbanos/rurales. - Número de centros poblados.	INE, SIGOT, MPPP.	Estados
Ciencia y tecnología	- Red de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima.	SIGOT e INAMEH.	Estados
Comunas	- Organizaciones comunales. - Densidad de población.	MPPP, SIGOT y MPPCYMS.	Estados
Educación básica	- Planteles educativo por estado. - Superficie cubierta por los planteles educativos y estado. - Población a sensibilizar.	MPPP, SIGOT y MPPE.	Estados
Educación universitaria	- Instituciones de educación superior por estado. - Programas en materia ambiental y de cambio climático. - Superficie a cubrir por las instituciones de educación superior	SIGOT y MPPEU.	Estados
Género	- Distribución de población por género por estado.	SIGOT y MPPP.	Estados
Juventud y deporte	- Población joven. - Jóvenes brigadistas.	MPPP, MINEC.	Estados
Minería	- Superficie asignada para aprovechamiento de minerales. - Valor de los minerales en el mercado.	SIGOT y Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico.	Áreas de desarrollo del Arco Minero del Orinoco.
Pueblos indígenas	- Población indígena por estado. - Comunidades indígenas por estado.	SIGOT y Ministerio del Poder Popular para los Pueblos Indígenas.	Estados
Riesgos y desastres	- Población total por estado. - Drenaje del suelo. - Pendiente dominante.	MPPP, SOTER - LAC y SIGOT	Estados
Salud	- Proyección de población por estado. - Casos de malaria por estado. - Ocurrencia del vector: Anopheles ssp. por estado.	MPPS, INE.	Estados
Trabajo	- Población económicamente activa ocupada. - Bloques de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO)	MPPP, SIGOT.	Estados FPO
Calidad ambiental	- Laboratorios ambientales certificados - Índice de Calidad del Agua	SIGOT y MINEC.	Estados. Cuenca del río Tuy
Ecosistemas	- Temperatura superficial del mar. - Densidad poblacional. - Instalaciones petroleras. - Nivel del mar	SIGOT, MPPP, Google Earth Engine y DeltaDTM.	Zonas costeras
Biodiversidad	- Distribución del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius,* km^2) - Importancia de las formaciones vegetales. - Riqueza de especies animales.	SIGOT y Union for Conservation of Nature***	Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)

*SIGOT. (2022). Sistema de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio. Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental. MINEC.
**Plan Nacional de Ordenación del Territorio. (1998). Decreto N° 2.945. Comisión Nacional de Ordenación del Territorio
***Species Richness and Rarity-Weighted Richness Data. Disponible en https://goo.su/T88e19

3.3.2. Sector Agricultura (Seguridad Alimentaria)

3.3.2.1. Situación actual

A nivel nacional, la superficie de tierra apta para cultivos permanentes se estima en 2.762.000 ha; en 2020, se cuantificaba que la superficie cultivada rondaría las 700.000 ha (FAO, 2023). Por su parte, el aprovechamiento del agua para riego en Venezuela data de la época colonial, aunque en el siglo XIX se limitaba a aprovechamientos hidráulicos locales sin la construcción de obras de almacenamiento de agua, principalmente en las zonas central, noroccidental y nororiental del país (Figura 3.11). Los primeros proyectos modernos de riego público comenzaron en 1940 con la creación de la Dirección de Obras de Riego en el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Sin embargo, es a finales de los años cuarenta, con la publicación de las "Consideraciones Básicas para la Elaboración de un Plan Nacional de Irrigación" a desarrollarse durante el período 1950-1970, cuando se inicia la ejecución de obras hidráulicas destinadas a riego, con el fin de satisfacer la demanda de alimentos mediante la incorporación de tierras al riego y el saneamiento de áreas inundadas periódicamente (Mendoza, 2017).

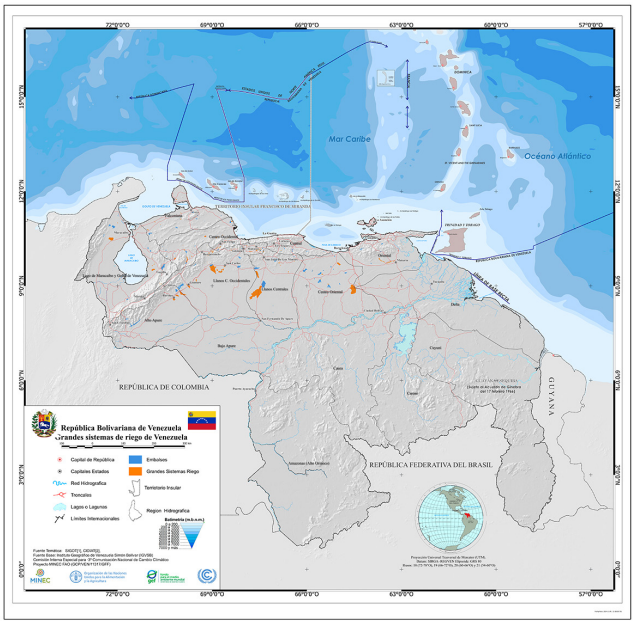


Figura 3.11: Grandes sistemas de riego de Venezuela

Al final de la década de 1990, se buscó preservar los espacios potencialmente adecuados para el uso agrícola, en función de la seguridad alimentaria del país, sin imponer un sistema productivo en particular, esto a través del Plan Nacional de Ordenación del Territorio (1998). El Plan estableció las directrices para categorizar las Áreas de Preservación para Uso Agrícola, atendiendo criterios de calidad, disponibilidad y potencialidad de las tierras, desarrollo actual y futuro de las áreas en cuestión, tradición agrícola de la zona, cercanía a centros poblados, infraestructura de apoyo y riesgos de conflictos con otras actividades. Para ello, se establecieron tres categorías de Áreas Agrícolas de Preservación para Riego (Castillo *et al.*, 2022) (Figuras 3.12 y 3.13):

- Categoría I: Comprende las áreas de máxima preservación para riego.
- Categoría II: Comprende las áreas de mediana preservación para riego.
- Categoría III: Comprende las áreas de baja preservación para riego.

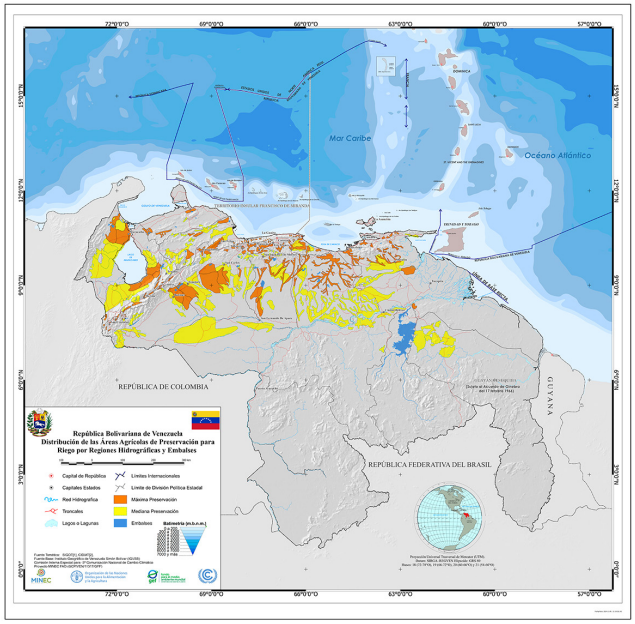


Figura 3.12: Distribución de las Áreas Agrícolas de Preservación para Riego por Regiones Hidrográficas de Venezuela y Embalses para el Almacenamiento de Agua para Riego

Para dotar de recursos hídricos a estas áreas, se cuantificaron a nivel nacional 58 Fuentes de Agua Superficiales Empleadas para Riego (FASER), incluidas en estos, embalses, ríos y cursos de agua empleados para tal fin. Asimismo, se contabilizan 30 Fuentes de Agua Subterráneas con Fines Agrícolas (FASFA).

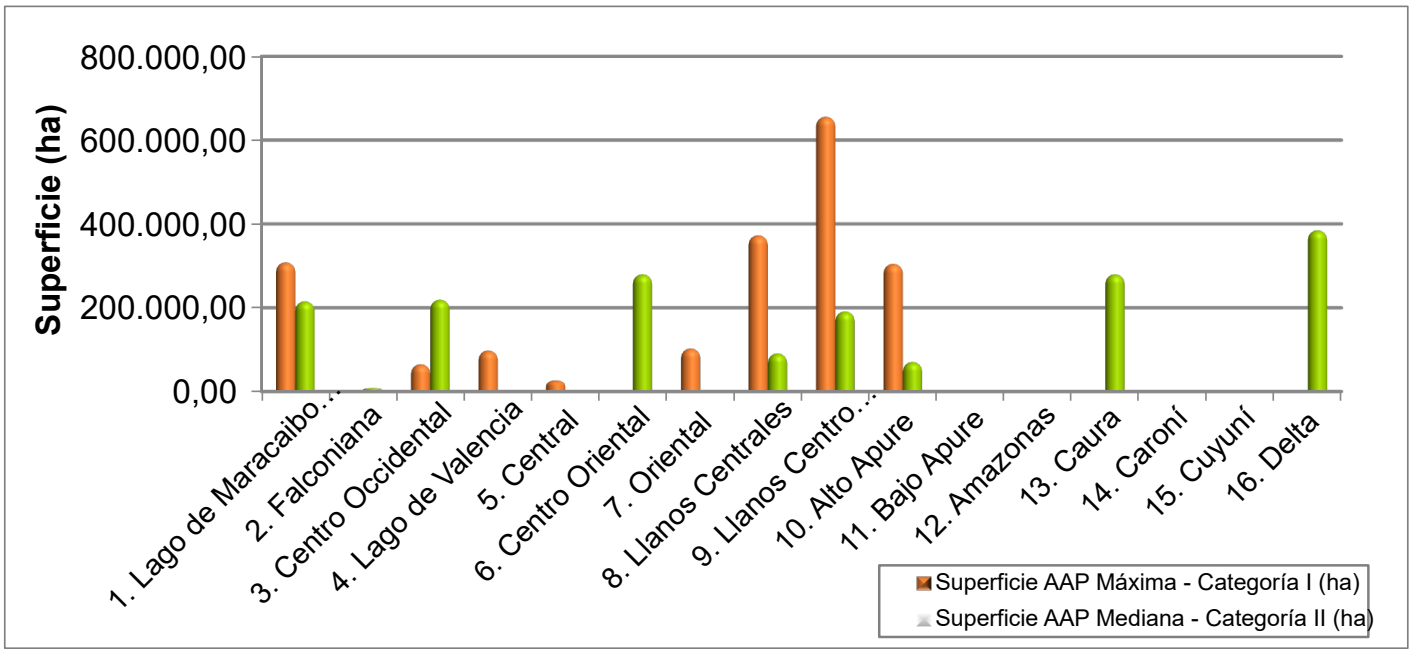


Figura 3.13: Superficie (ha) de Áreas Agrícola de Máxima Preservación -Categoría I y Área Agrícola de Mediana Preservación - Categoría II por Regiones Hidrográficas (RH) en Venezuela

Fuente: Castillo *et al.* (2022)

El agua destinada a la agricultura bajo riego constituye el segundo uso en importancia, después del uso doméstico o de abastecimiento a las poblaciones. En el año 2006, los datos indicaban que existían 35 sistemas de riego con una superficie de 186.084 ha, correspondiente al área regable, y 118.330 ha bajo riego, estimándose que aproximadamente el 63 % de la superficie regable contaba con infraestructura de riego. Al comparar los valores con el año 2011, se observa un aumento importante de la superficie regada a 286.781,40 ha. Conforme a esto, se estima que dentro de las grandes 16 Regiones Hidrográficas del país están constituidos 11 grandes sistemas de riego (Castillo *et al.*, 2022).

De acuerdo al sexto informe de evaluación del IPCC (IE-6) de agosto 2021, se prevé un cambio en el patrón de las precipitaciones con una mayor frecuencia y severidad de eventos extremos (lluvias torrenciales e inundaciones) y aumento en el número de días secos, mayor frecuencia de sequías y mayor riesgo de incendios forestales en la región de América del Sur; lo cual tendrá consecuencias potenciales en varios sectores de la economía, desde la agricultura, recursos hídricos, ecosistemas, pesca y salud. Siendo entonces la agricultura altamente dependiente de las lluvias (agricultura de secano), se espera que los cambios en los regímenes de lluvias aumenten las probabilidades de fracaso de las cosechas a mediano-largo plazo. En general, los principales impactos del cambio climático en los cultivos están relacionados con las variaciones en los rendimientos, y la duración y distribución temporal del período de crecimiento. Se estima que la reducción de la humedad disponible, así como los cambios en su patrón temporal, conducirán a una reducción de los rendimientos debido a restricciones en el cumplimiento de los requerimientos hídricos de los cultivos y, al mismo tiempo, forzarán cambios en el calendario de trabajo (p. ej., fecha de siembra).

La agricultura y el cambio climático mantienen una relación compleja de causa-efecto. La agricultura convencional contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. En Venezuela, el cambio climático podría generar inestabilidad en la productividad agrícola y afectar los ingresos de los productores, impactando negativamente la soberanía alimentaria, el desarrollo humano, la sustentabilidad ambiental y la economía[13]. Con el objetivo de comprender los impactos del cambio climático en el sector agrícola venezolano y sustentar las estrategias de adaptación con evidencia científica, se realizó un análisis del efecto de los cambios de las variables climáticas sobre el rendimiento y el requerimiento hídrico de cultivos seleccionados.

3.3.2.2. Situación futura

Según los escenarios climáticos del modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5, se estima que las tierras AAMPR - Categoría I del estado La Guaira, sufrirán la mayor variación de la precipitación entre 2021 y 2040, con una disminución de hasta 81 mm en la precipitación anual, seguido de las

tierras de Miranda y Distrito Capital con disminuciones de 79 mm y 76 mm, respectivamente. Para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, en el mismo período, las reducciones en la precipitación anual se proyectan en 151 mm, 148 mm y 143 mm para las mismas entidades, respectivamente. En cuanto a la temperatura, el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 predice anomalías de 2,07 °C en Mérida y Táchira, y de hasta 2,09 °C en Barinas. Bajo el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, los incrementos de temperatura alcanzarían hasta 2,44 °C en Mérida y Táchira, y 2,36 °C en Barinas (Tabla 3.7).

Al analizar las variaciones para las AAMEPR-Categoría II por estados, el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 prevé una disminución anual de la precipitación de hasta 80 mm en las tierras del estado Miranda y anomalías de temperatura de 2,07 °C en las del estado Táchira. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el mismo período, se proyectan cambios más intensificados con disminuciones en la precipitación media anual de hasta 132 mm en las tierras del estado Aragua, 111 mm en las de Carabobo y 117 mm en las de Yaracuy. La temperatura media aumentará hasta 2,44 °C en las tierras de Táchira y en Mérida presentarán anomalías de 2,42 °C (Tabla 3.8).

Tabla 3.7: Cambios proyectados en las Áreas Agrícolas de Máxima Preservación para Riego - Categoría I (AAMPR - Categoría I), por estado

Estado	Distribución de las AAMPR - Categoría I (%)	Período 1971–2000	HadGEM31-LL período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL período 2021-2040	
		Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Anzoátegui	9,06	1.139	13	-78	31,05	1,7	1,84
Aragua	3,6	1.139	-67	-143	28,65	1,67	1,79
Barinas	7,08	1.610	9	-79	32,52	2,09	2,36
Carabobo	0,49	1.015	-54	-109	29,9	1,73	1,86
Cojedes	1,9	1.275	-7	-82	32,35	1,99	2,28
Distrito Capital	3,83	1.014	-76	-143	23,69	1,56	1,63
Falcón	0,01	668	-39	-71	31,32	1,46	1,52
Guárico	0,03	1.092	-27	-107	31,77	1,97	2,23
La Guaira	3,37	1.054	-81	-148	24,09	1,56	1,62
Lara	15,74	774	-19	-57	29,85	1,82	2,09
Mérida	0,21	1.190	-21	-27	23,74	2,07	2,44
Miranda	2,91	1.161	-79	-151	32,35	1,59	1,7
Monagas	2,53	1.238	18	-65	31,11	1,65	1,77
Portuguesa	4,16	1.436	16	-79	32,67	2,03	2,32
Sucre	5,67	1.237	1	-80	31,6	1,48	1,52
Táchira	16,35	1.050	1	-36	14,45	2,07	2,44
Trujillo	1,97	1.220	1	-55	23,85	2,03	2,28
Yaracuy	0,81	1.120	-35	-109	29,78	1,19	1,93
Zulia	4,39	774	-26	-83	32,15	1,74	2,06

Tabla 3.8: Cambios proyectados en las principales Áreas Agrícolas de Mediana Preservación para Riego-Categoría II (AAMEPR-Categoría II), por estado

Estado	Distribución de las AAMEPR - Categoría II (%)	Período 1971 – 2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971 – 2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
		Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Anzoátegui	12,51	1.104	21	-73	31,83	1,84	2,09
Apure	15,92	1.696	38	-24	32,05	2,17	2,36
Aragua	1,32	1.131	-43	-132	31,09	1,85	2,05
Barinas	3,12	1.434	19	-66	32,64	2,09	2,36
Bolívar	11,80	1.532	43	-93	31,05	1,96	2,3
Carabobo	0,46	1.186	-46	-111	29,66	1,81	1,99
Cojedes	4,18	1.368	-9	-91	32,46	2,01	2,3
Falcón	1,86	675	-38	-74	28,99	1,54	1,67
Guárico	11,57	959	-15	-88	31,57	1,95	2,19
Lara	3,29	924	-29	-90	29,15	1,73	1,92
Mérida	2,83	1.233	-12	-41	23,84	2,05	2,42
Miranda	1,20	1.287	-80	-169	32,29	1,55	1,66
Monagas	3,99	1.245	10	-72	31,13	1,72	1,85
Portuguesa	4,76	1.524	7	-88	32,4	2,02	2,3
Sucre	0,22	1.213	0	-69	30,96	1,4	1,44
Táchira	3,22	1.880	16	-43	23,98	2,07	2,44
Trujillo	1,12	963	-12	-52	25,63	1,95	2,23
Yaracuy	0,90	1.169	-65	-117	31,05	1,71	1,81
Zulia	15,72	747	-25	-82	32,55	1,64	1,9

Para analizar en detalle el impacto climático en estas áreas agrícolas, se consideró el modelo de simulación de cultivos AquaCrop[14] para evaluar cinco cultivos y sistemas de producción bajo condiciones reales del entorno agrícola venezolano en cinco localidades. Esta herramienta permitió simular el crecimiento y desarrollo de los cultivos, considerando variables climáticas, tipo de suelo y prácticas de manejo agrícola. Se simularon 13 escenarios climáticos: el histórico y 12 futuros, combinando dos modelos climáticos globales (HadGEM3-GC31-LL y MIROC6), dos trayectorias socioeconómicas (SSP2-4.5 y SSP5-8.5) y tres períodos (2021-2040, 2041-2060, 2081-2100).

Las simulaciones del modelo AquaCrop se calibraron para asegurar que la biomasa y el rendimiento de los cultivos simulados fueran consistentes con los valores observados bajo condiciones de referencia. Este proceso de calibración permitió ajustar los parámetros del modelo para representar con precisión el crecimiento y desarrollo de los cultivos en el contexto específico de Venezuela. Los cambios en precipitación y temperatura entre el período histórico y los escenarios futuros se obtuvieron de mapas ráster de WorldClim (Fick y Hijmans, 2017; WorldClim, 2020, 2022). Los cambios promedio mensuales se aplicaron a los registros diarios según el mes correspondiente (Figura 3.14). En la Tabla 3.9, se muestra un resumen de la ubicación administrativa y natural, así como las principales características climáticas de cada localidad.

Se utilizó el modelo AquaCrop (versión 7.1; Steduto *et al.*, 2012; FAO, 2023; Raes *et al.*, 2023) para estimar el rendimiento y el requerimiento hídrico de diversos cultivos bajo condiciones de limitación de humedad en cinco localidades venezolanas (Tabla 3.10).

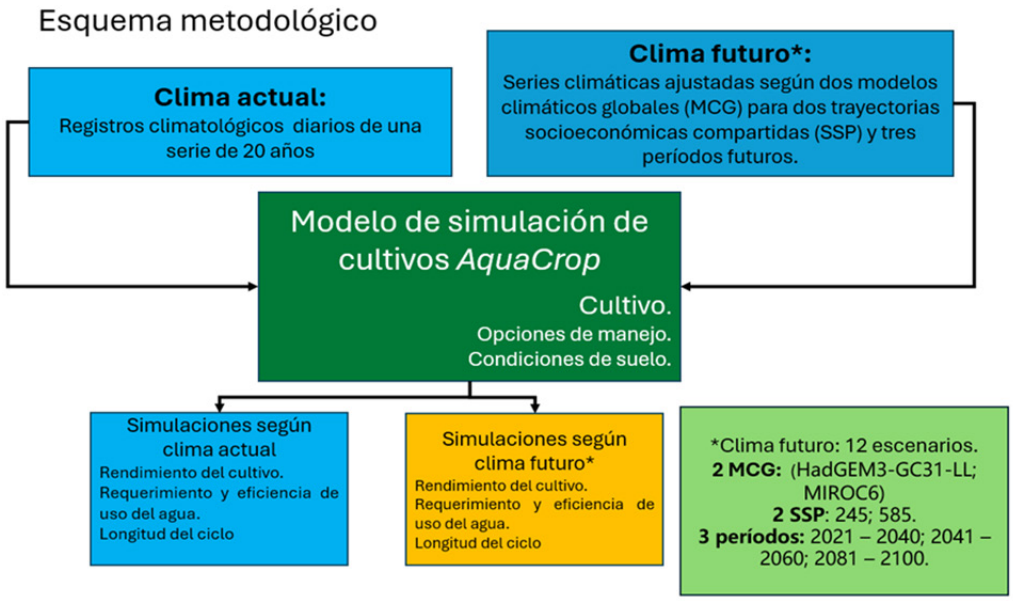


Figura 3.14: Esquema metodológico de la simulación de los sistemas de cultivo en los diversos escenarios de cambio climático

Tabla 3.9: Identificación, localización y características climáticas de los sitios seleccionados para el estudio

Localidad	Estado	Región natural	Clima	Altitud (m)
Turén	Portuguesa	Llanos Occidentales	Precipitación: 1.522 mm/año ETo: 1.674,7 mm/año Temperatura media anual: 27 oC ETo/P (tipo climático): 1,10 (subhúmedo)	119
Calabozo	Guárico	Llanos Centrales	Precipitación: 1.341,4 ETo: 1.540,1 Temperatura media: 28,1 oC ETo/P (tipo climático): 1,15 (subhúmedo)	94
Chaguaramas			Precipitación: 916,8 mm/año ETo: 1.746,5 mm/año Temperatura media: 27,6 oC ETo/P (tipo climático): 1,90 (subhúmedo)	196
El Tejero	Monagas	Llanos Orientales	Precipitación: 1.070,5 mm/año ETo: 2.094,05 mm/año Temperatura media: 24,5 oC ETo/P (tipo climático): 1,95 (subhúmedo)	244
Santa Cruz	Aragua	Valles Centrales	Precipitación: 916,8 mm/año ETo: 1.746,5 mm/año Temperatura media: 27,6 oC ETo/P (tipo climático): 1,91 (subhúmedo)	448

Tabla 3.10: Sistemas de cultivos simulados

Localidad	Cultivos	Uso del agua	Fecha de siembra	Fertilidad de suelo
Turén	Maíz	Secano	01 de junio (lluvias)	Alta
	Frijol	Secano	01 de octubre (salida de lluvias)	Alta
	Sorgo	Secano	01 de octubre (salida de lluvias)	Moderada
	Arroz	Riego por inundación	15 de mayo (entrada de lluvias)	Alta
	Caña de Azúcar	Riego por surcos	01 de mayo (entrada de lluvias)	Moderada
Calabozo	Maíz	Secano	01 de junio (lluvias)	Alta
	Arroz	Riego por inundación	15 de mayo (entrada de lluvias)	Alta
Chaguaramas	Sorgo	Secano	15 de junio (lluvias)	Moderada
El Tejero	Maíz	Secano	01 de junio (lluvias)	Deficiente
	Soya	Secano	15 de junio (lluvias)	Moderada
	Yuca	Secano	01 de junio (lluvias)	Deficiente
Santa Cruz	Caña de Azúcar	Riego por surcos	01 de junio (lluvias)	Alta
	Tomate	Riego por surcos	01 de noviembra (salida de lluvias)	Alta

Se realizaron simulaciones diarias continuas, iniciando cada una al finalizar el ciclo de cultivo anterior y utilizando una condición inicial común para el 1 de enero. Para caracterizar el clima histórico y futuro, se utilizaron mapas ráster de WorldClim con promedios mensuales de precipitación y temperaturas (máxima y mínima). Los datos históricos abarcaron el período 1971-2000, mientras que las proyecciones futuras se basaron en los modelos climáticos HadGEM3-GC31-LL y MIROC6 bajo diferentes trayectorias socioeconómicas (SSP2-4.5 y SSP5-8.5) y períodos futuros (centrados en 2030, 2050 y 2090).

Los valores climáticos diarios históricos se ajustaron para reflejar los cambios promedio mensuales proyectados por cada modelo y escenario. Este ajuste permitió generar series temporales diarias de precipitación y temperatura que incorporan las tendencias climáticas futuras, manteniendo la variabilidad diaria observada en el clima histórico. Se estimó diariamente la evapotranspiración de referencia (ETo) con AquaCrop, utilizando temperaturas ajustadas, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento del período histórico. Se emplearon datos de concentración de CO_2 de AquaCrop para cada trayectoria y período futuro. Se utilizaron datos de perfiles de suelo de estudios locales. Para el arroz, se seleccionaron suelos con este uso específico. Para otros cultivos, se eligieron suelos utilizados para maíz o caña de azúcar.

Para la simulación de los cultivos en AquaCrop, se utilizaron los parámetros predeterminados del modelo, ajustando aquellos relacionados con la productividad para obtener resultados de rendimiento acordes a las condiciones de cada localidad. La validación de estos ajustes se realizó mediante consultas a investigadores y técnicos locales con experiencia en los cultivos y zonas estudiadas. En algunos casos, como en la simulación de frijol y tomate, se modificaron las duraciones de las fases fenológicas para representar con mayor precisión el ciclo de vida de las variedades locales (Peláez *et al.*, 2003; Alfonzo, 2015). Las proyecciones indican una tendencia general a la disminución de la precipitación promedio anual en las cinco localidades a lo largo del tiempo, siendo más pronunciada en el modelo HadGEM3 y con menor variación o incluso aumentos en el modelo MIROC6. En promedio, se estima una reducción progresiva de la precipitación entre 3 % y 34 % para las cinco localidades (Figura 3.15).

Bajo el escenario SSP2-4.5, HadGEM3 proyectó las mayores disminuciones en el período 2041-2060 (entre 8 % en El Tejero y 20 % en Santa Cruz), mientras que MIROC6 prevé disminuciones menores (entre 3 % en Turén y 7 % en otras localidades) para 2081-2100. En el escenario SSP5-8.5, HadGEM3 proyectó una disminución de la precipitación desde 6 % en 2021-2040 hasta 38 % en 2081-2100, siendo más pronunciada en Calabozo, Valle de La Pascua y Santa Cruz. MIROC6 mostró variaciones menores (menos del 5 %) hasta 2041-2060, y disminuciones entre 11 % (Turén) y 21 % (Valle de La Pascua) para 2081-2100. Aunque la mayoría de los escenarios indican una disminución de la precipitación promedio mensual, el modelo MIROC6 sugiere posibles aumentos en algunos meses.

Las proyecciones muestran un incremento similar de la temperatura en todas las localidades a lo largo del tiempo, con un aumento promedio estimado entre 1,8 °C y 6,4 °C, dependiendo del forzamiento radiativo. Las tasas de incremento serían mayores según el modelo

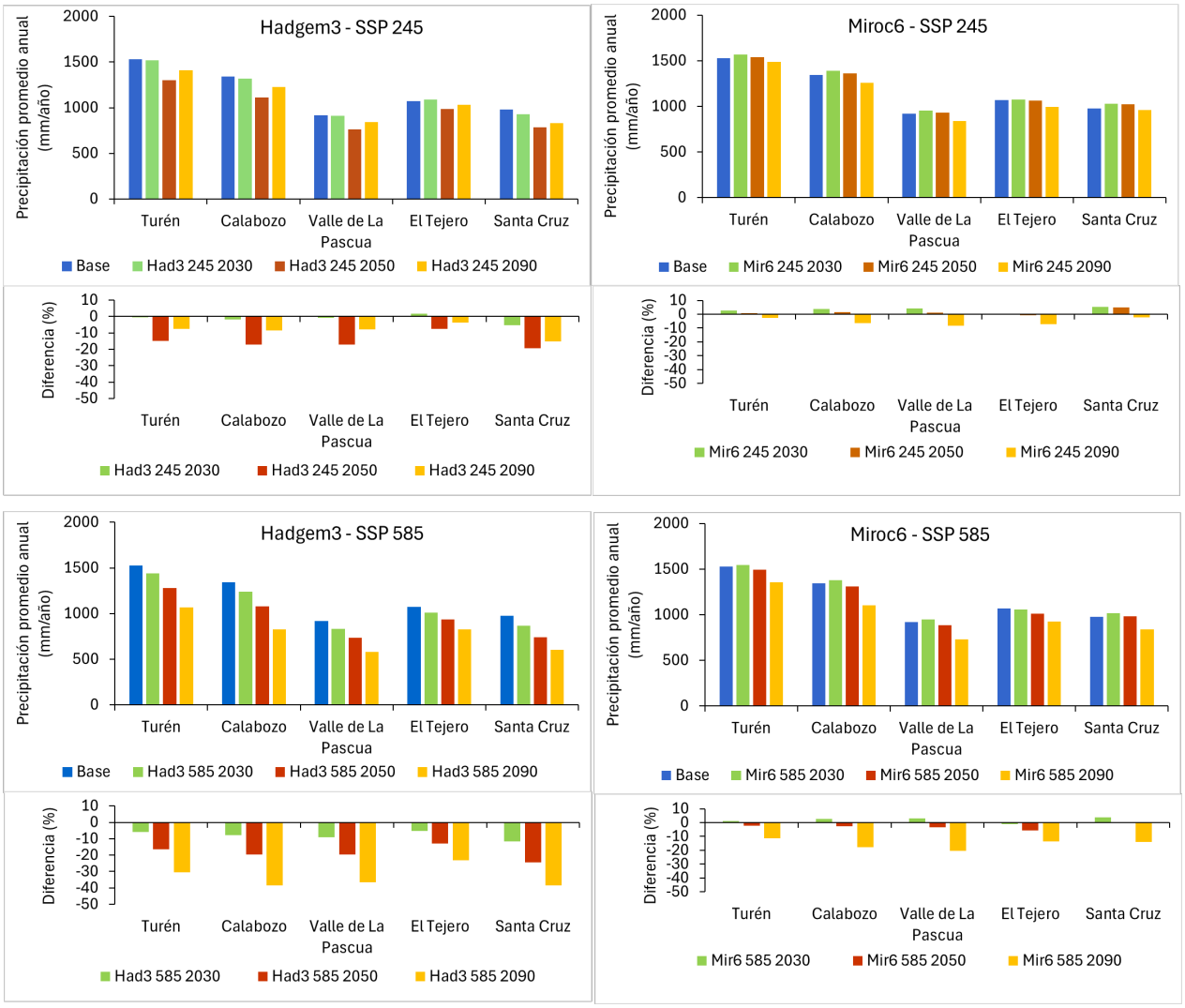


Figura 3.15: Variación de la precipitación media anual en Turén, Calabozo, Valle de La Pascua, El Tejero y Santa Cruz de Aragua

HadGEM3 y el escenario SSP5-8.5. En el escenario SSP2-4.5, HadGEM3 proyectó un aumento de temperatura de 1,8 °C en 2021-2040 y hasta 3,8 °C en 2081-2100, mientras que MIROC6 estimó incrementos menores de 1,1 °C y 3 °C, respectivamente. En el escenario SSP5-8.5, HadGEM3 proyectó aumentos de 1,9 °C y 6,4 °C entre los períodos, mientras que MIROC6 estimó 1,2 °C y 5,0 °C (Figura 3.16).

Así mismo, se refleja un aumento del termoperíodo (diferencia entre temperaturas máximas y mínimas promedios mensuales) en todas las localidades estudiadas. En general, se estima un incremento promedio entre 0,57 °C y 1,09 °C a lo largo del tiempo y entre trayectorias socioeconómicas (Figura 3.17). Bajo el escenario SSP2-4.5, HadGEM3 proyectó la mayor variación en el termoperíodo para 2041-2060 (promedio de 0,57 °C), excepto en Calabozo, donde se prevé una disminución de 0,7 °C. MIROC6 proyectó la mayor variación en 2081-2100 (promedio de 0,83 °C). En el escenario SSP5-8.5, ambos modelos proyectaron la mayor variación en 2081-2100, con valores promedio de 0,90 °C (HadGEM3) y 1,09 °C (MIROC6).

Debido al incremento de temperatura (sin considerar cambios en la humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar), se proyecta un aumento consistente de la ETo en las cinco localidades, entre 3 % y 18 % a lo largo del tiempo y según la trayectoria socioeconómica (Figura 3.18). En el escenario SSP2 45, la variación de la ETo progresaría desde aproximadamente 5 % en 2021-2040 hasta 10 % en 2081-2100 según HadGEM3, y de 3 % a 9 % según MIROC6. En el escenario SSP5-8.5, la variación promedio entre esos mismos períodos

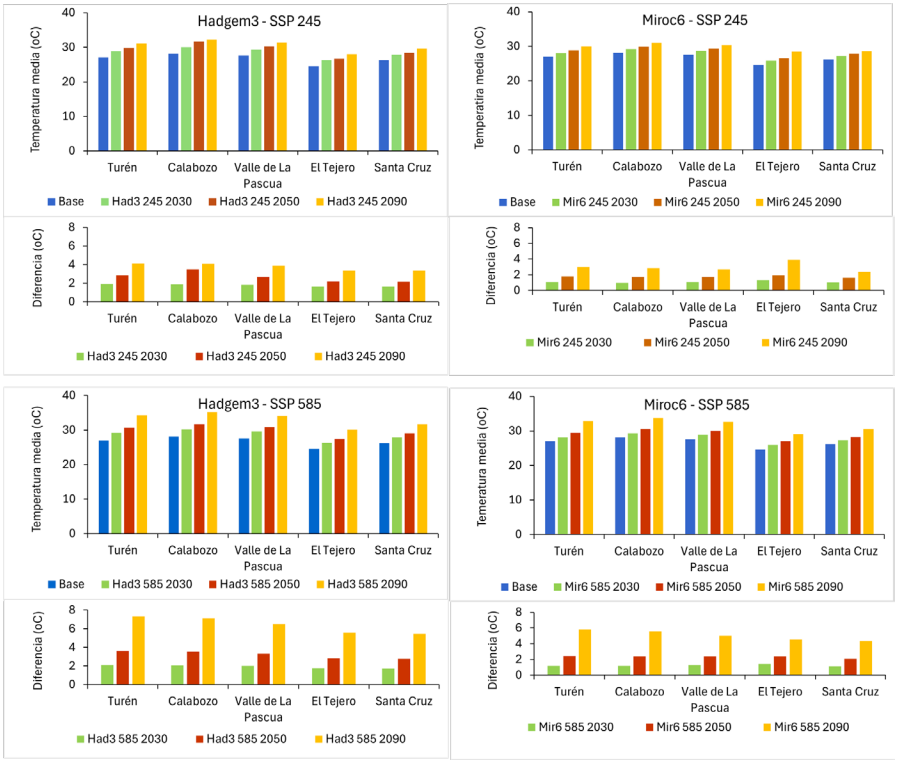


Figura 3.16: Variación de la temperatura media anual en Turén, Calabozo, Valle de La Pascua, El Tejero y Santa Cruz de Aragua

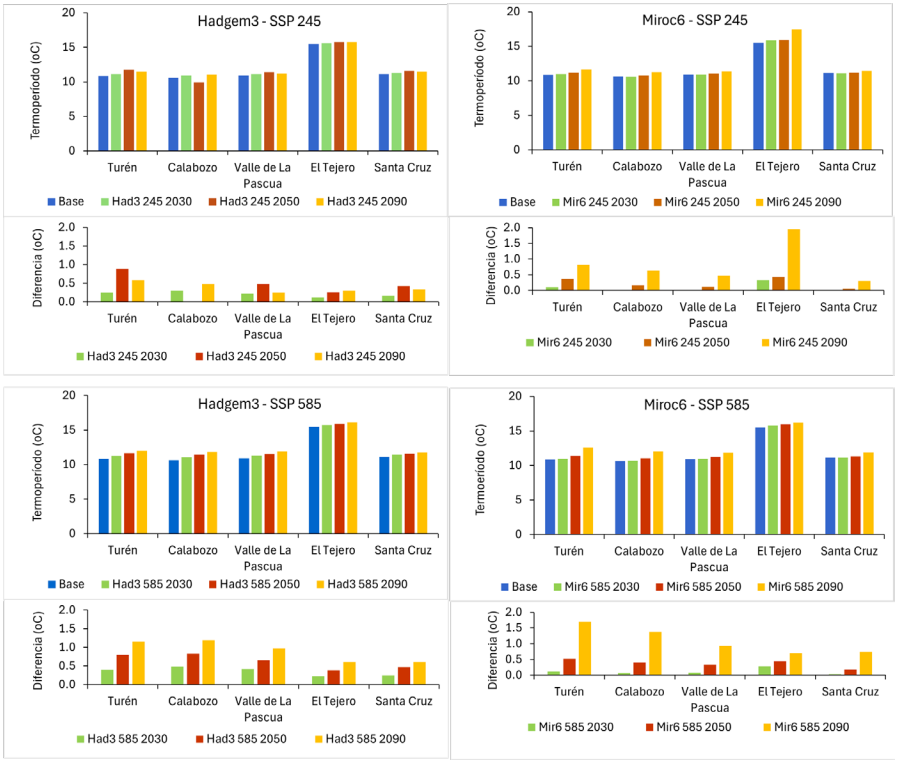


Figura 3.17: Igual a la Figura 3.16 pero se muestra la variación del termoperíodo promedio anual

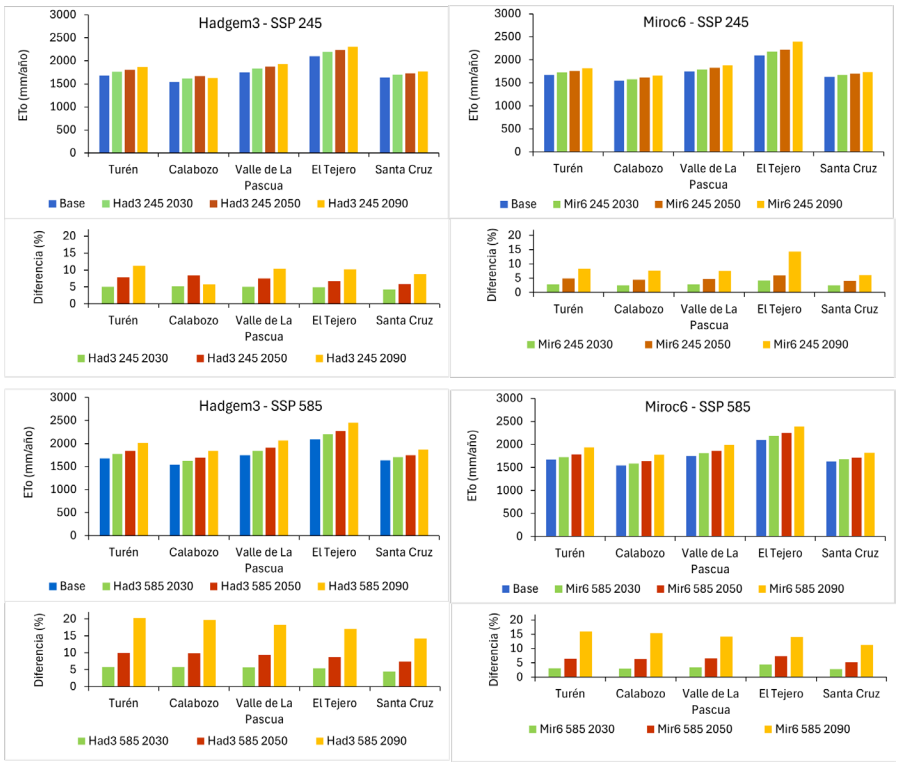


Figura 3.18: Igual a la Figura 3.16 pero se muestra la variación de la evapotranspiración de referencia media anual

sería de 5 % a 18 % según HadGEM3 y de 3 % a 14 % según MIROC6. En general, las proyecciones indican una reducción en la duración del período de crecimiento de los cultivos por humedad y del período húmedo en las cinco localidades, siendo más pronunciada según el modelo HadGEM3. El modelo MIROC6, por otro lado, mostró pocas variaciones, excepto en El Tejero.

Por lo tanto, se espera que la respuesta de los cultivos esté influenciada tanto por la disminución de la disponibilidad de humedad como por el aumento de la temperatura en los escenarios basados en HadGEM3. En contraste, en los escenarios basados en MIROC6, la temperatura sería el factor climático más relevante para los cultivos.

Conforme a lo anterior, las simulaciones indican que cultivos de secano como maíz, sorgo, soya y frijol podrían experimentar una disminución significativa en sus rendimientos debido al cambio climático. En contraste, cultivos bajo riego como caña de azúcar, arroz y tomate, muestran menor susceptibilidad a la reducción de rendimiento, aunque su productividad podría verse afectada a largo plazo por el aumento de la temperatura.

El incremento en la concentración de dióxido de carbono podría, hasta cierto punto, mejorar la eficiencia en el uso del agua en los cultivos. La yuca, único cultivo de secano evaluado, no presentaría afectaciones notables en su productividad por el cambio climático en plazos medios.

Es importante destacar la incertidumbre asociada a estos resultados, tanto en las proyecciones climáticas como en las simulaciones de cultivos. Se requiere fortalecer la disponibilidad y acceso a información climatológica y a resultados de modelos climáticos globales, así como mejorar su adaptación a estudios locales y el uso de modelos de simulación. En cuanto al requerimiento de riego, el cambio climático no necesariamente implicaría un aumento en la necesidad de agua, ya que el acortamiento del ciclo de los cultivos, inducido por el incremento de temperatura, podría compensar el aumento esperado en la demanda atmosférica, sin embargo, a continuación, el análisis de vulnerabilidad del sector agricultura considera los efectos de las anomalías de la precipitación y la temperatura sobre las tierras de riego y los grandes y medianos sistemas de riego en el país.

3.3.2.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Tanto las disminuciones en las tasas de precipitación como el aumento de la temperatura afectarán al sector agrícola, y con ello, la seguridad agroalimentaria del país. Los efectos derivados de estas afectaciones se traducen en un incremento del estrés hídrico, impactos en el desarrollo, crecimiento y rendimiento de los cultivos, mayor incidencia de plagas y enfermedades, incremento en la demanda de agua para riego y reducciones en las áreas de riego. Sin embargo, la vulnerabilidad de este sector puede ser disminuida al considerar las acciones de adaptación previstas a nivel nacional en las CDN del sector, las cuales están diseñadas para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático de los sistemas de riego y de las áreas agrícolas de máxima y mediana preservación para riego (Figura 3.19).

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector agricultura. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector (Tabla 3.11) y de acuerdo con la información disponible oficial, se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación (Figuras 3.20 a 3.23) y el incremento de la temperatura (Figuras 3.24 a 3.27), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con factores normalizados de grandes – medianos y pequeños sistemas de riegos por estados y las superficies regables por estados (Figuras 3.28 a 3.31), las áreas agrícolas de máxima y mediana preservación y la capacidad de almacenamiento de agua superficial para riego, por región hidrográfica (Figuras 3.32 a 3.35).

Para la capacidad de adaptación, se medirá a través del factor de adaptación del sector agricultura. Considerando que en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas no se presentan acciones directamente asociadas al fortalecimiento de la infraestructura de riego a nivel nacional, el cambio transformacional para este sector se consideró muy improbable, representando así, un avance incipiente en la adaptación y con esto, una vulnerabilidad muy alta (Figura 3.36).

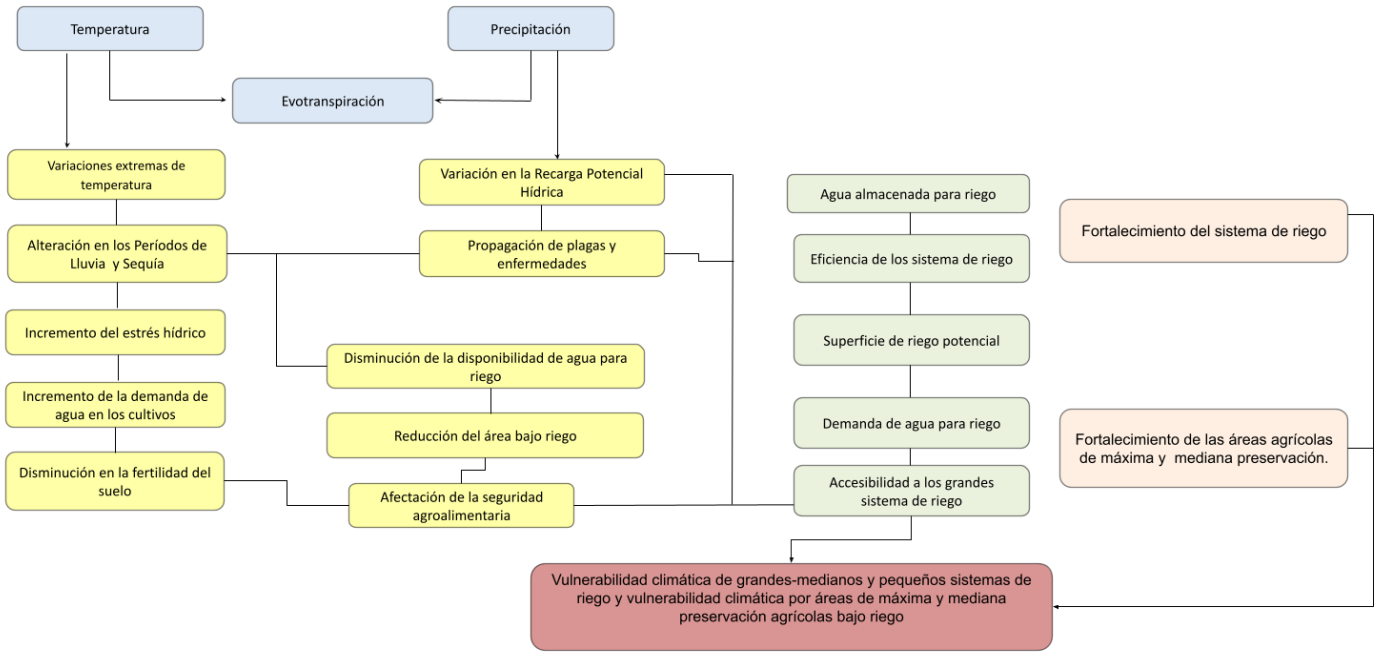


Figura 3.19: Cadena de impactos para el sector agricultura

Tabla 3.11: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector agricultura

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual.
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima.
Sensibilidad	Sistemas de Riego	Factor normalizado de grandes–medianos y pequeños sistemas de riego. Factor normalizado de superficies regables por grandes–medianos y pequeños sistemas de riego.
	Áreas Agrícolas de Preservación para Riego	Factor normalizado de áreas agrícolas de máxima y mediana preservación. Factor normalizado de la capacidad de almacenamiento de agua superficial para riego.
Capacidad de Adaptación	Fortalecimiento de las Áreas Agrícolas bajo Riego	Factor de adaptación del sector agricultura.

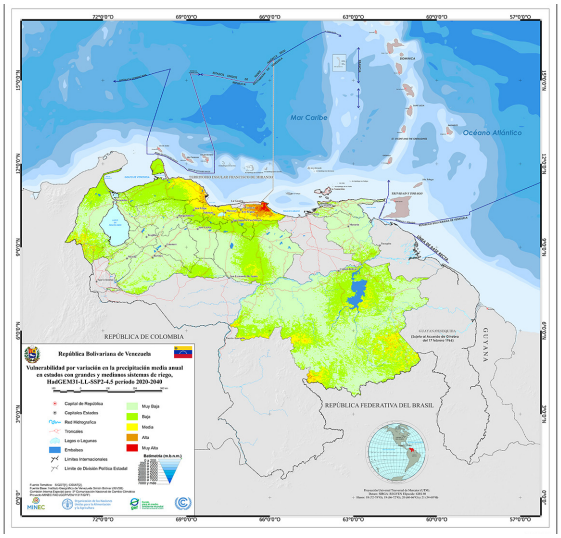


Figura 3.20: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

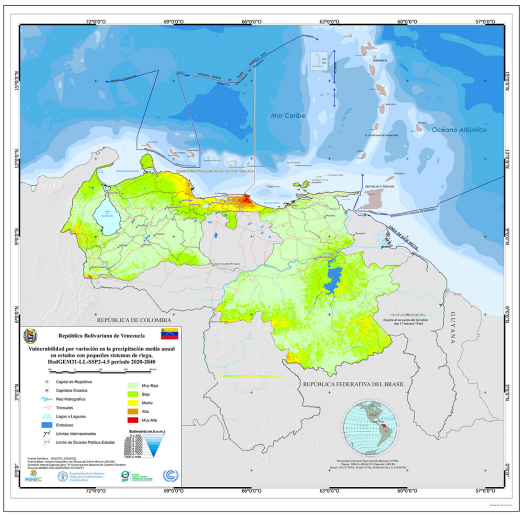


Figura 3.22: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

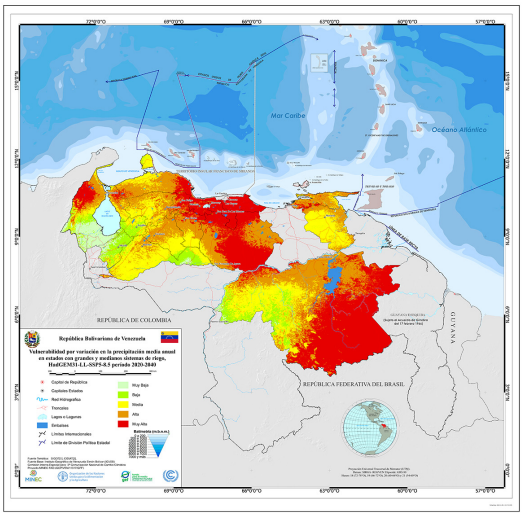


Figura 3.21: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

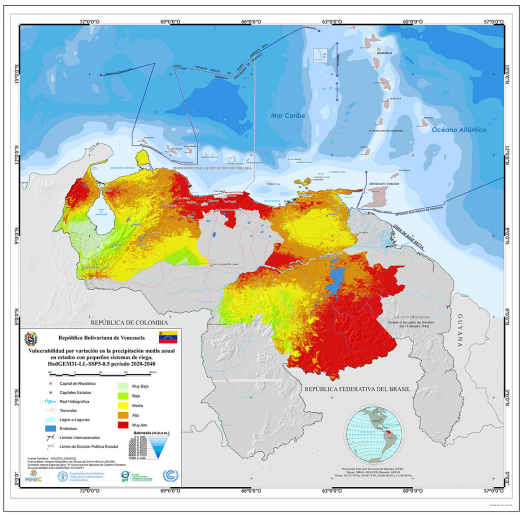


Figura 3.23: Exposición por variación en la precipitación media anual en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

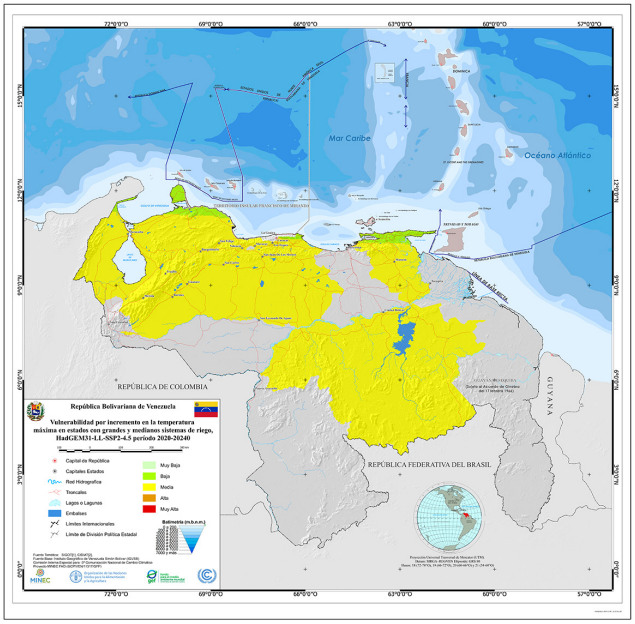


Figura 3.24: Exposición por incremento en la temperatura máxima en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-20240

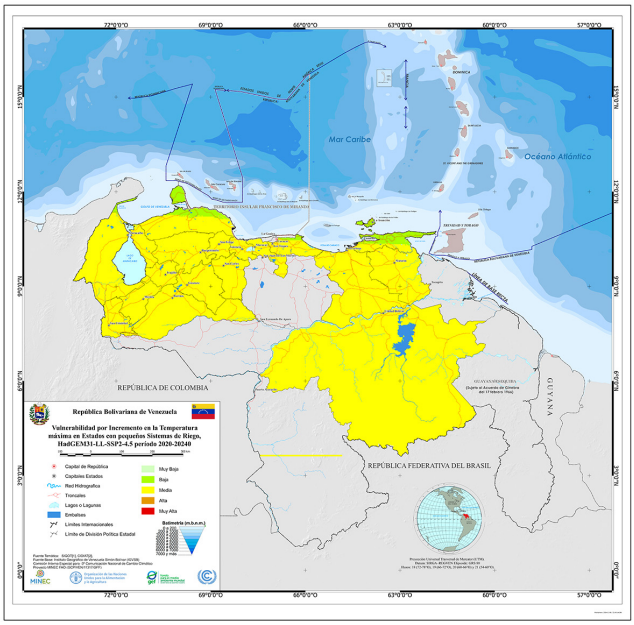


Figura 3.26: Sensibilidad por incremento en la temperatura máxima en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

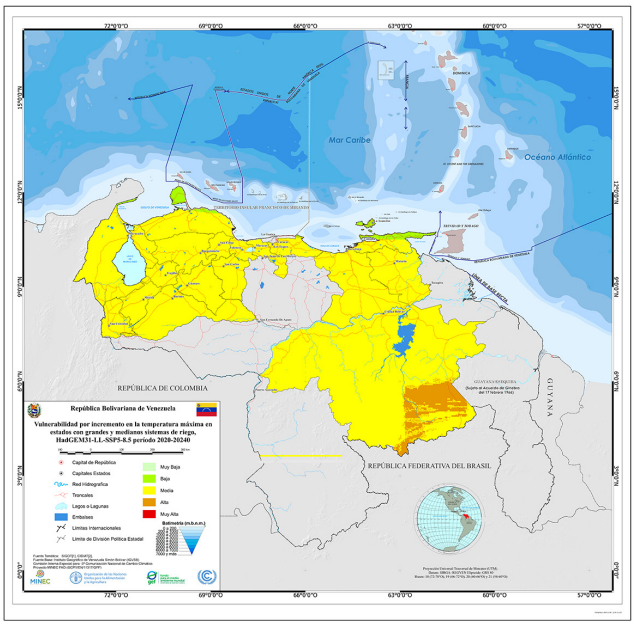


Figura 3.25: Exposición por incremento en la temperatura máxima en estados con grandes y medianos sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

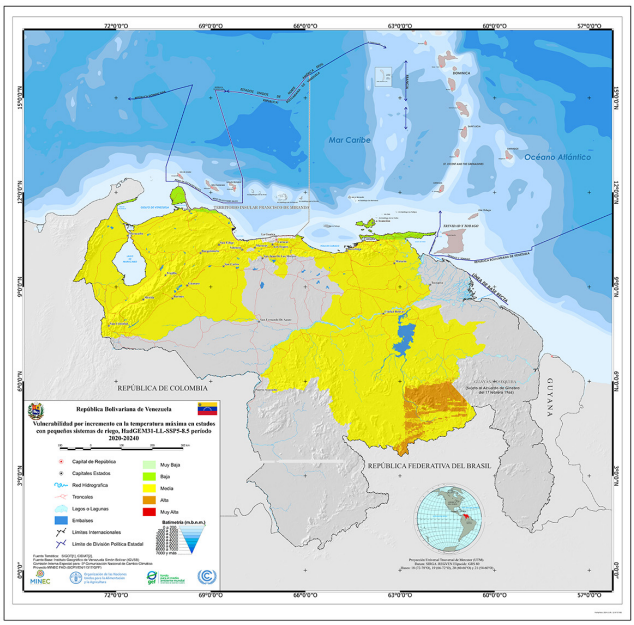


Figura 3.27: Sensibilidad por incremento en la temperatura máxima en estados con pequeños sistemas de riego, HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

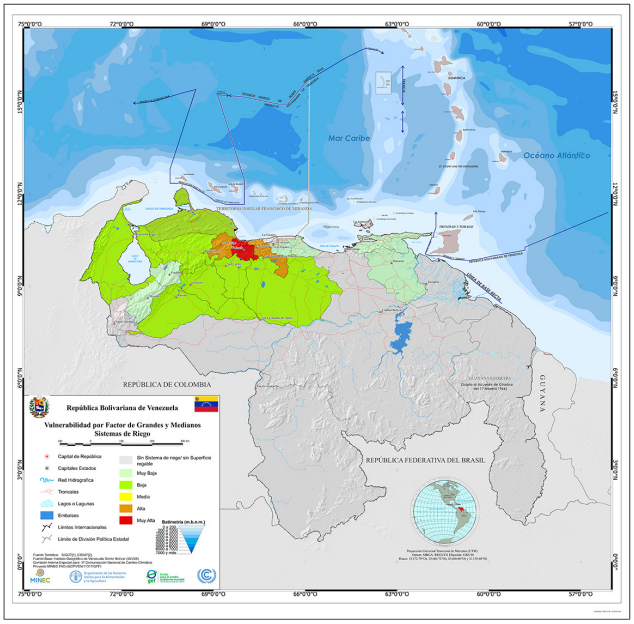


Figura 3.28: Sensibilidad por factor de grandes y medianos sistemas de riego

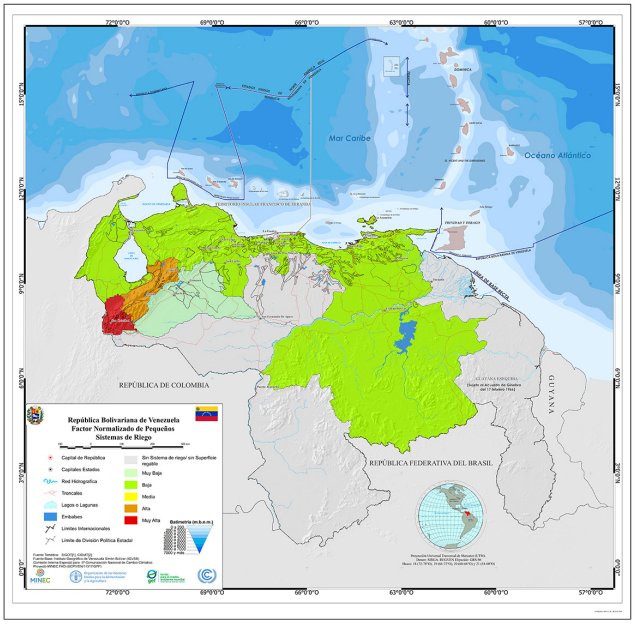


Figura 3.30: Sensibilidad por factor normalizado de pequeños sistemas de riego

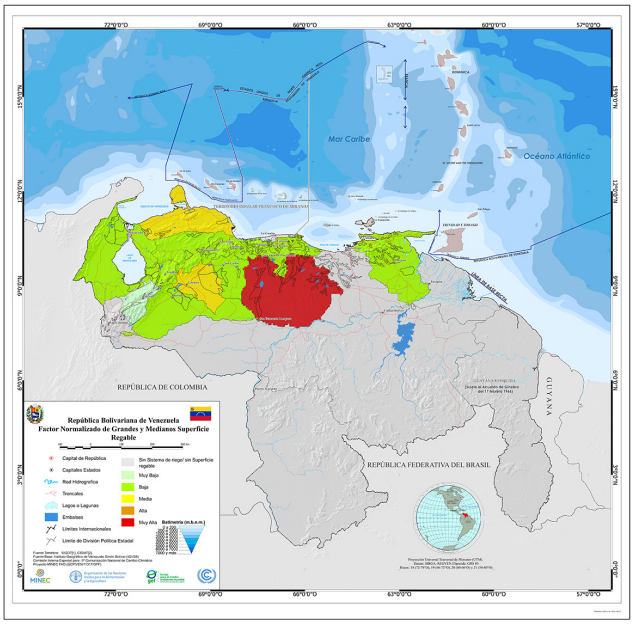


Figura 3.29: Sensibilidad por factor normalizado de grandes y medianos superficie regable

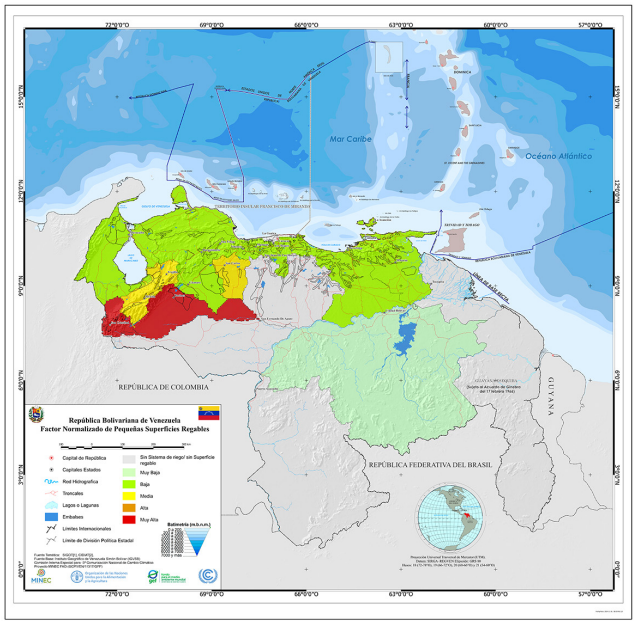


Figura 3.31: Sensibilidad por factor normalizado de pequeñas superficies regables

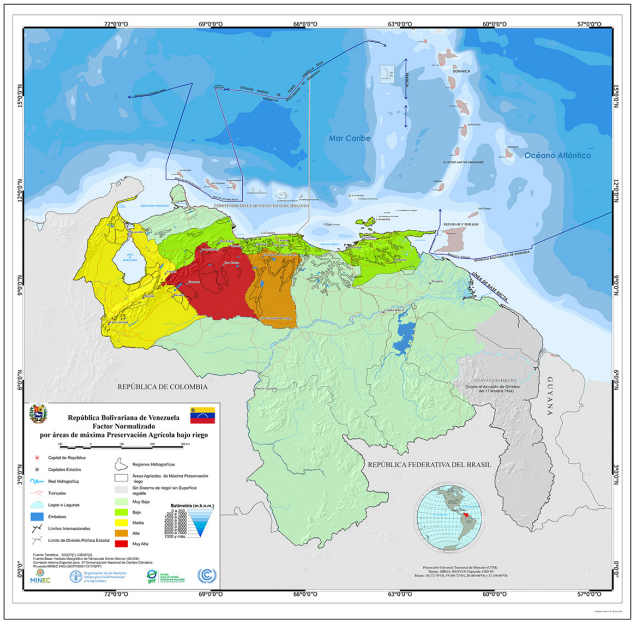


Figura 3.32: Sensibilidad por factor normalizado por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego

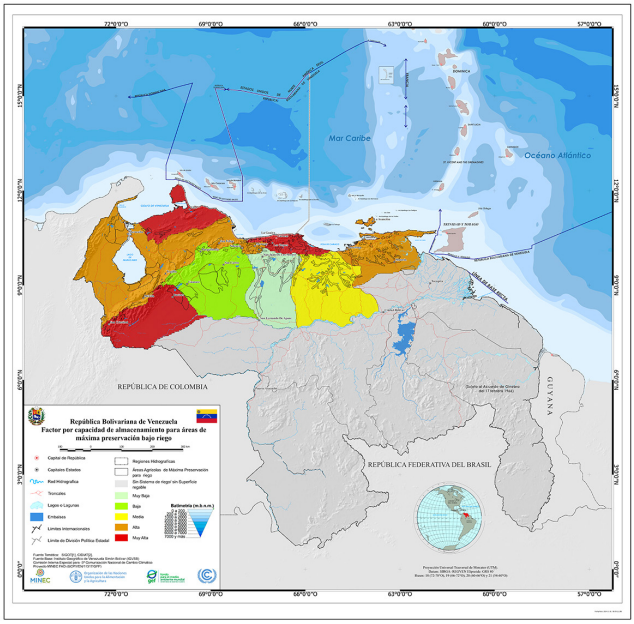


Figura 3.34: Sensibilidad por factor por capacidad de almacenamiento para áreas de máxima preservación bajo riego

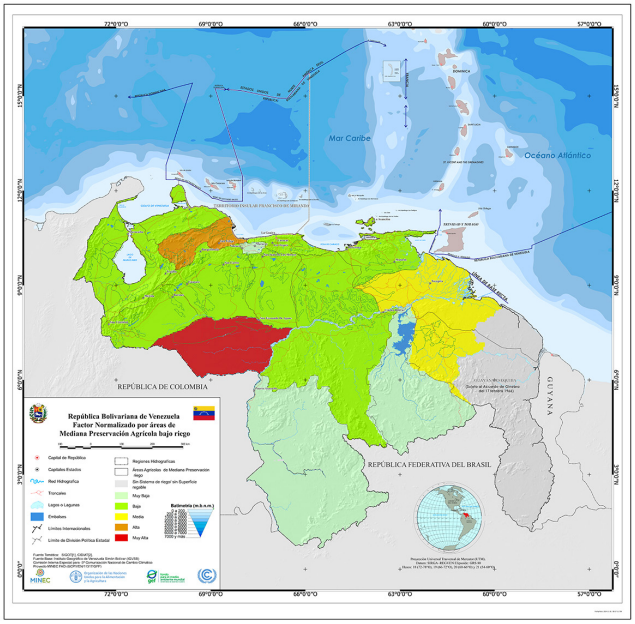


Figura 3.33: Sensibilidad por factor normalizado por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego

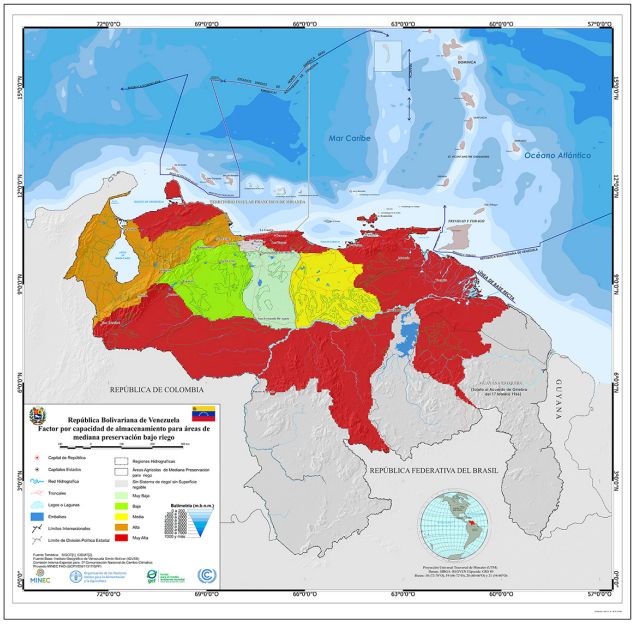


Figura 3.35: Sensibilidad por factor por capacidad de almacenamiento para áreas de mediana preservación bajo riego

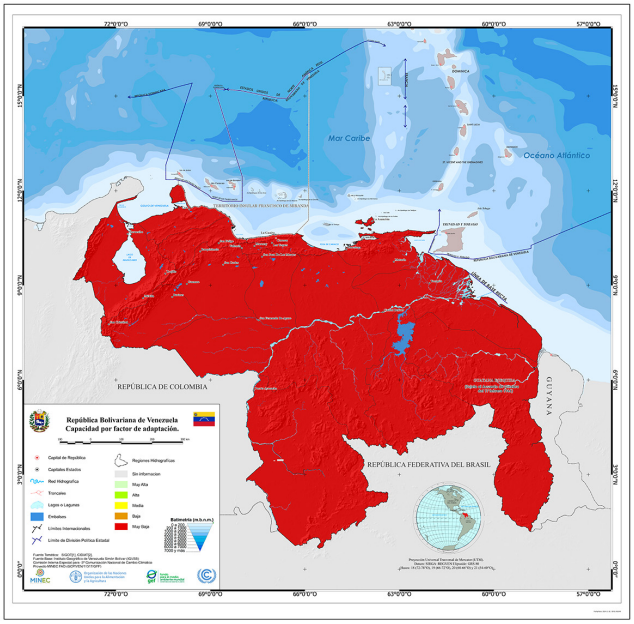


Figura 3.36: Capacidad de adaptación asociada al fortalecimiento de la infraestructura de riego a nivel nacional

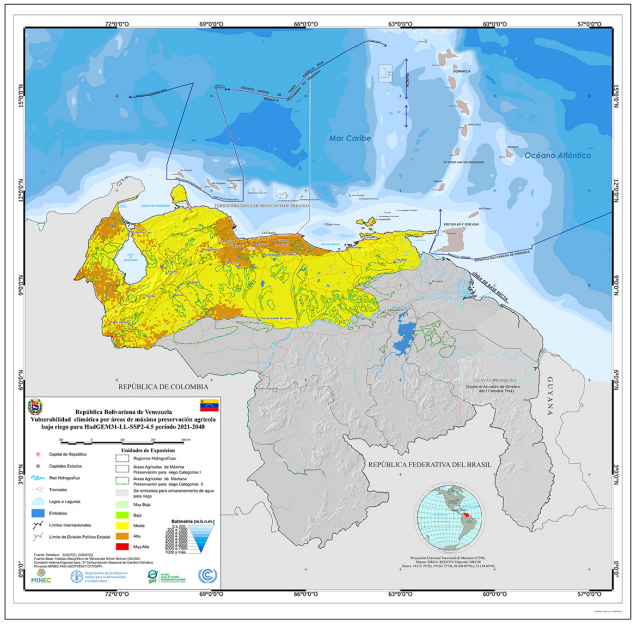


Figura 3.37: Vulnerabilidad al cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

Vulnerabilidad ante el cambio climático en áreas de máxima preservación agrícolas bajo riego

Tras analizar los factores para evaluar la vulnerabilidad climática de las áreas de máxima preservación agrícola bajo riego por regiones hidrográficas, las Figuras 3.37 y 3.38 muestran la distribución espacial y la proporción de vulnerabilidad para el período 2021-2040. En el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 32 % de la superficie evaluada presenta vulnerabilidad media, el 7 % vulnerabilidad baja y el 1 % vulnerabilidad alta. Las tierras más vulnerables se encuentran principalmente en los estados Anzoátegui, Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy, Zulia y Táchira. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Figuras 3.39 y 3.40), la vulnerabilidad alta se incrementa, cubriendo el 28 % del territorio, afectando las tierras en Monagas, Miranda, Aragua, Carabobo, Cojedes, Portuguesa, Lara, Barinas, Táchira, Mérida y Trujillo. La vulnerabilidad media se extiende en Anzoátegui, Guárico, Zulia y Falcón. Al sur del estado Táchira, se proyecta 1 % de vulnerabilidad alta.

Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego

Examinados los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático en áreas de mediana preservación agrícola bajo riego, las Figuras 3.41 y 3.42 presentan la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad para el período 2021-2040. Según el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 46 %

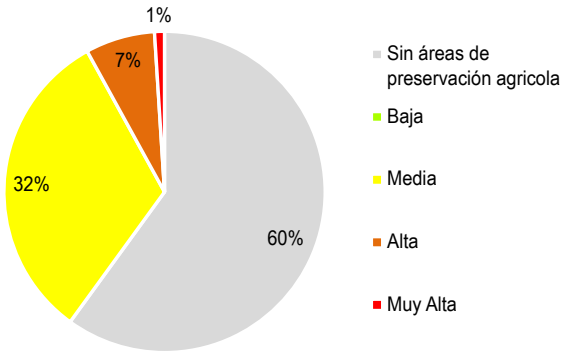


Figura 3.38: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

del territorio exhibirá una vulnerabilidad media, mientras que el 20 % presentará una vulnerabilidad alta y un 3 % una vulnerabilidad muy alta. Además, el 30 % de la superficie no cuenta con áreas de mediana preservación agrícola. En este escenario, las vulnerabilidades altas se manifiestan al norte del país en los estados Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy y se extiende en parte del sistema Lara – Falcón. Las tierras de Apure y Bolívar exhibirán vulnerabilidades moderadas y altas.

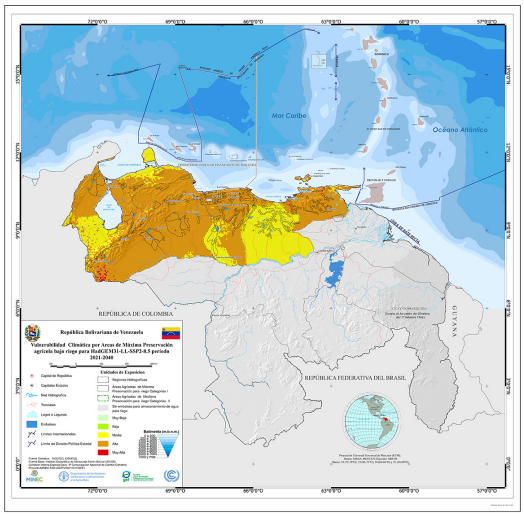


Figura 3.39: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

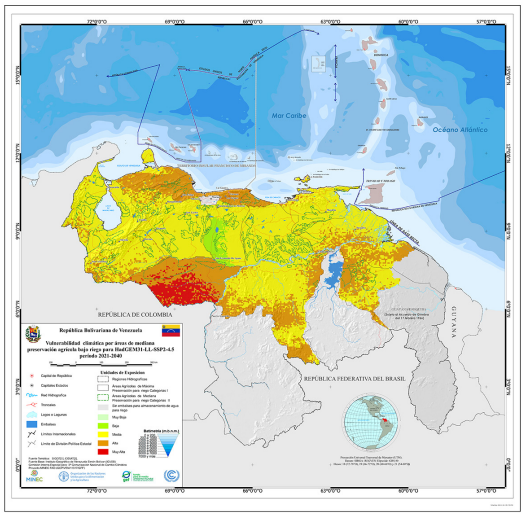


Figura 3.41: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

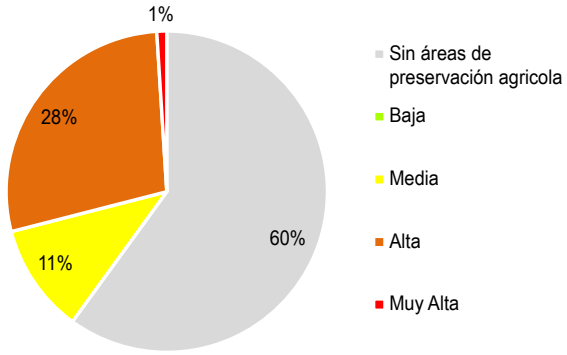


Figura 3.40: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de máxima preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

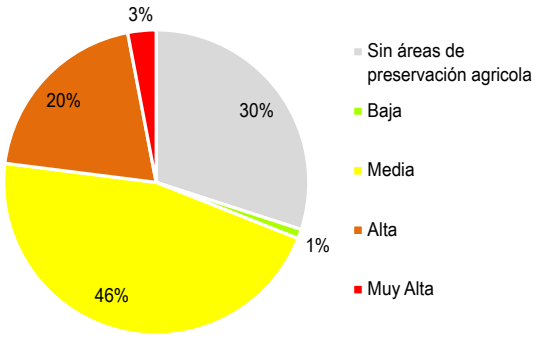


Figura 3.42: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el mismo período, como se muestra en las Figuras 3.43 y 3.44, la vulnerabilidad alta se extendería por el 45 % del territorio, abarcando las tierras de las regiones hidrográficas Caura, Central, Alto Apure, Centro Oriental, Falconiana y Oriental; la vulnerabilidad media se manifiesta en un 18 % del territorio, abarcando los Llanos Centrales y la parte sur oriental y sur occidental de la Región Hidrográfica Lago de Maracaibo, por su parte un 7 % de vulnerabilidad muy alta, afectaría las tierras al este del estado Bolívar, los extremos de la región hidrográfica bajo Apure y las tierras al este de la región Centro Occidental.

Vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego

Al evaluar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de riego grandes y medianos por estado, las Figuras 3.45 y 3.46 muestran la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad para el período 2021-2040. Según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 23 % del territorio presentará vulnerabilidad media, el 3 % baja y el 4 % alta. La vulnerabilidad media se encuentra en Zulia, Barinas, Falcón, Lara, Portuguesa, Cojedes, Monagas y parte de Guárico; la baja en Mérida, Sucre y

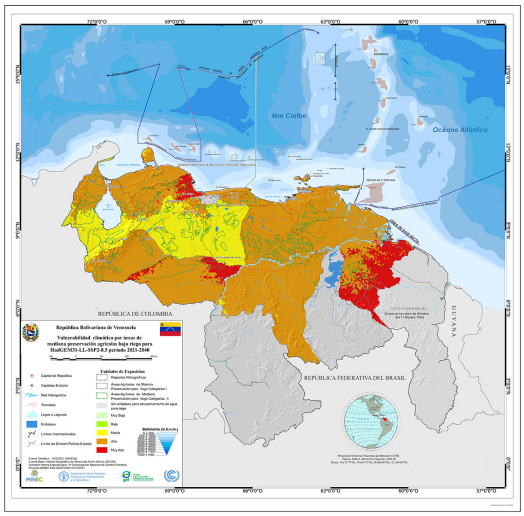


Figura 3.43: Vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

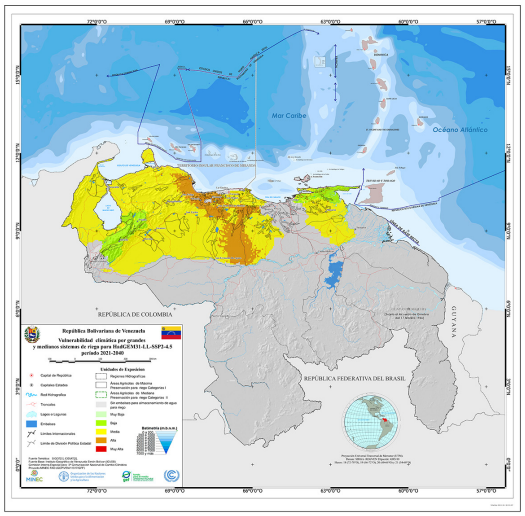


Figura 3.45: Vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

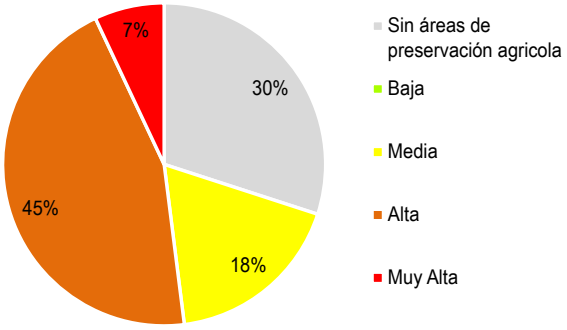


Figura 3.44: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por áreas de mediana preservación agrícola bajo riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

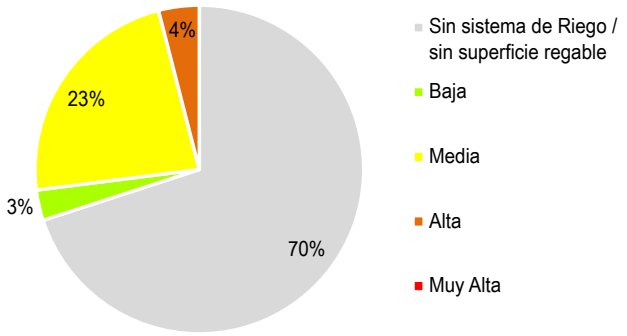


Figura 3.46: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

parte de Trujillo; y la alta en Guárico, Carabobo, Aragua y Yaracuy. En el escenario más desfavorable (SSP5-8.5) para el mismo Período, las Figuras 3.47 y 3.48 indican que el 16 % del territorio presentará vulnerabilidad media, el 13 % alta y el 1 % baja. La vulnerabilidad media se extiende desde los llanos centrales hasta el sistema Lara-Falcón, afectando tierras de Portuguesa; la baja en las zonas altas de Mérida; y la media en Lara, Barinas, Cojedes, Monagas y Sucre. En ambos escenarios, el 70 % del territorio no tiene grandes y medianos sistemas de riego ni superficies regables.

Vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego

Considerando los factores para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en pequeños sistemas de riego por estados, las Figuras 3.49 y 3.50 muestran la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad para el período 2021-2040. En el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 37 % del territorio nacional presentará vulnerabilidad media, abarcando los estados Zulia, Falcón, Lara, Cojedes, Nueva Esparta, Anzoátegui, Sucre, Monagas, Carabobo, Yaracuy y Aragua.

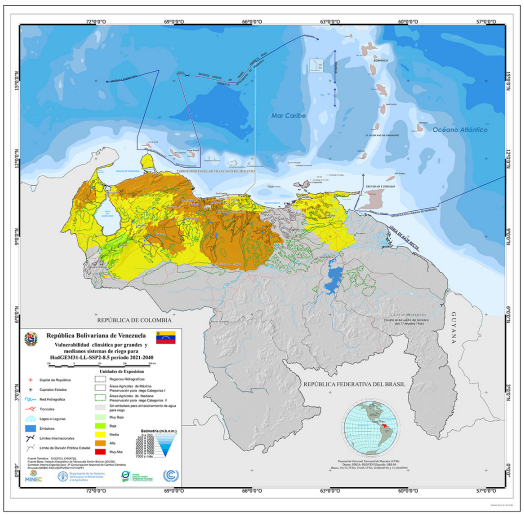


Figura 3.47: Vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

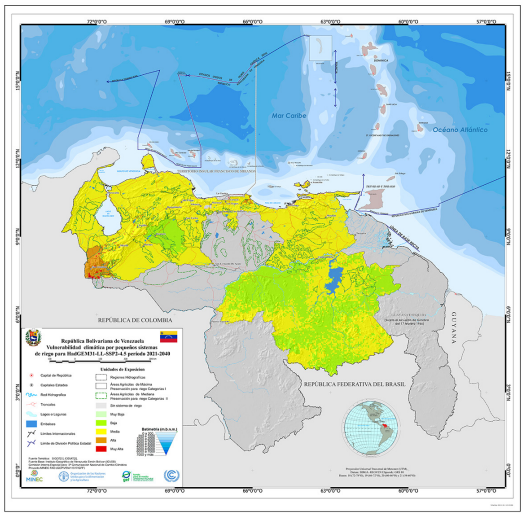


Figura 3.49: Vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

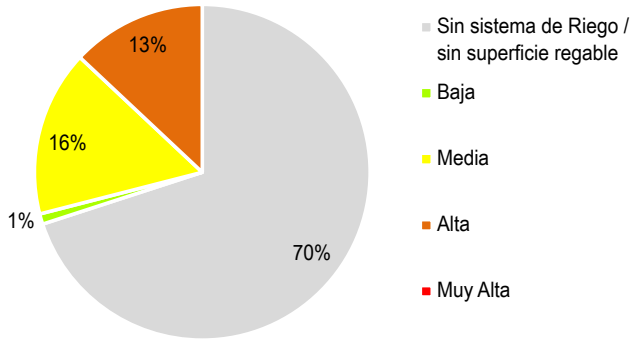


Figura 3.48: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por grandes y medianos sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

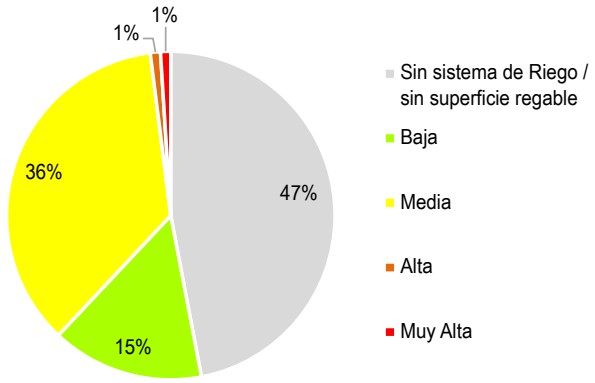


Figura 3.50: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

El 15 % muestra vulnerabilidad baja, distribuida en parte de los estados Bolívar y Portuguesa, mientras que el estado Táchira presenta 1 % de vulnerabilidad alta y muy alta. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Figuras 3.51 y 3.52), el 43 % del territorio presentará vulnerabilidad media en los estados Bolívar, Monagas, Sucre, Anzoátegui, Nueva Esparta, Barinas, Portuguesa, Lara, Falcón y Zulia. El 9 % muestra vulnerabilidad alta, en Táchira, Mérida, Trujillo, Cojedes, Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy, y pequeñas áreas en Barinas y Falcón. El 1 % del estado Táchira exhibiría vulnerabilidad muy alta. En ambos escenarios, el 47 % del territorio no cuenta con pequeños sistemas de riego ni áreas regables.

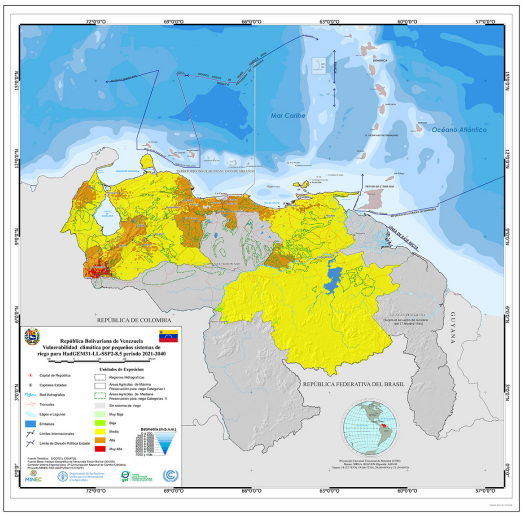


Figura 3.51: Vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

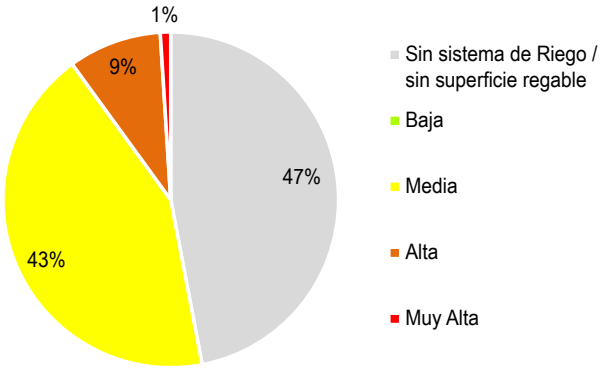


Figura 3.52: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por pequeños sistemas de riego para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

3.3.3. Sector Agua

3.3.3.1. Situación actual

Los recursos hídricos en Venezuela tienen una distribución muy variada, tanto en su componente de aguas superficiales como en las aguas subterráneas. El país cuenta con una enorme cantidad de recursos hídricos; grandes ríos, lagos y zonas pantanosas. El territorio es drenado por siete macrocuencas, 81 cuencas hidrográficas, 339 ríos, 2,500 lagunas, dos grandes lagos naturales (Maracaibo y Valencia) y 90 embalses (Lorca y Echenique, 2023). La Ley de Aguas (2007) organizó al país en 16 regiones hidrográficas, siendo la de mayor extensión la región hidrográfica Amazonas, seguida por Caura, Caroní, Delta y Llanos Centro Occidentales.

En lo que respecta a la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales, el país ocupa el quinto lugar del mundo, con un volumen de 2.233 km³/año (MINEC, 2024). Las mayores disponibilidades se estiman para la región hidrográfica 12–Amazonas, con un volumen de 265,81 km³ y un caudal de 8.428,98 m³/s, las demandas nacionales vienen representadas por consumo humano, industrial, agropecuario, hidroelectricidad y gasto ecológico (Lorca y Echenique, 2023).

En cuanto a la precipitación media anual y la ocurrencia de eventos de sequías, la región de Amazonas presenta la mayor precipitación histórica con 2.880 mm, lo que sugiere una abundancia de recursos hídricos. Sin embargo, también experimentó entre 1981 y 2020 un promedio de 10,78 años secos, indicando una variabilidad significativa en la disponibilidad de agua. Por otro lado, la región Delta muestra una precipitación de 1.542 mm, pero tiene el mayor número promedio de años secos (12,45), lo que podría implicar desafíos significativos en la gestión de recursos hídricos y la adaptación al cambio climático. Las regiones Centro Occidental y Lago de Valencia también destacan por tener una alta incidencia de años secos (11,51 y 11,32, respectivamente) y mostrar precipitaciones relativamente bajas (944 mm y 1.073 mm respectivamente). Esto sugiere una mayor vulnerabilidad a la sequía en estas áreas (Figuras 3.53 y 3.54).

Las estimaciones realizadas por la FAO en 2019[15] sobre los promedios anuales de escurrimiento superficial (Qs) y recursos hídricos subterráneos renovables (QGW) indican que la región hidrográfica del Amazonas posee el mayor volumen de recursos hídricos internos renovables (IRWR) con 224,24 km³/año, seguida por las regiones de Caura y Caroní con 117,83 km³/año y 102,35 km³/año, respectivamente. A nivel nacional, los IRWR se estimaron en 1.232 km³/año.

En cuanto a los requisitos de caudales ambientales (EFR), la región de Caura presenta los valores más altos con 185,35 km³/año, seguida por Caroní y Amazonas con 110,66 km³/año y 110,15 km³/año, respectivamente. Las regiones con menor disponibilidad de IRWR son Lago de Valencia, Centro Occidental y Falconiana, con 53,97 km³/año, 54,33 km³/año y 54,36 km³/año, respectivamente (Tabla 3.12). Para el año 2020, el Sistema Mundial de Información de la FAO sobre Recursos Hídricos y Gestión del Agua Agrícola (FAO AQUASTAT, 2021) muestra que los recursos hídricos renovables totales per cápita se estimaron a nivel nacional en 46.506,81 m³/hab/año, para una población

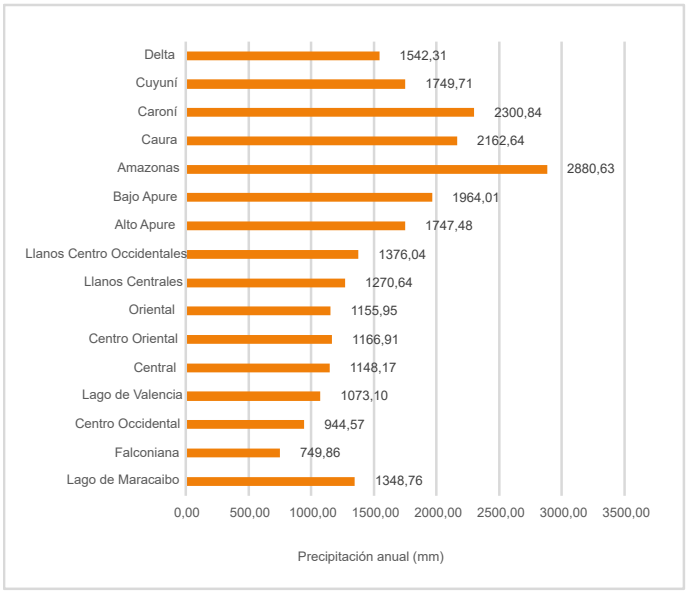


Figura 3.53: Precipitación anual (mm) en el período 1970–2000 por región hidrográfica

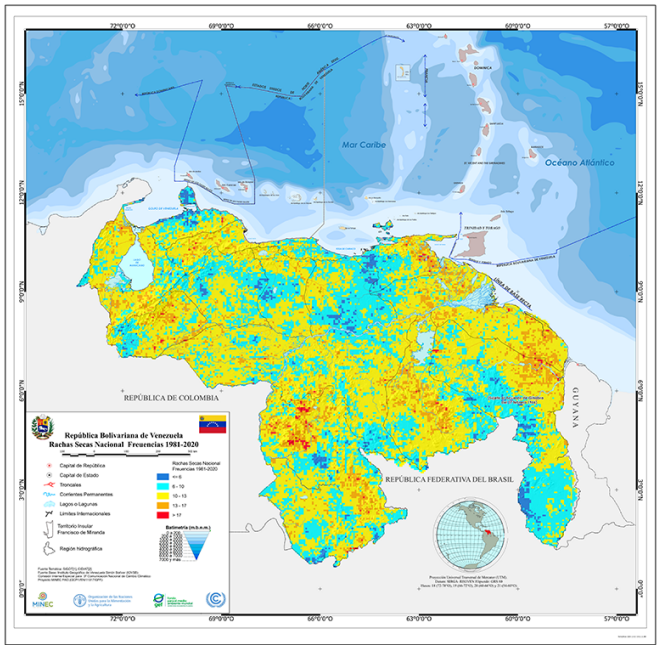


Figura 3.54: Frecuencia de rachas secas y sequías entre 1981 y 2021

Nota: basado en el SPI12 < -1.00 durante al menos dos meses consecutivos.

Tabla 3.12: Recursos hídricos internos renovables (IRWR) y requisitos de caudales ambientales (EFR) por región hidrográfica en Venezuela (2010-2018), estimados con TerraClimate

	Región Hidrográfica	Qs (km^3/año)	QGW (km^3/año)	Qsobrep (km^3/año)	IRWR (km^3/año)	EFR (km^3/año)
1	Lago de Maracaibo	58,35	16,92	15,26	60,01	30,56
2	Falconiana	52,85	15,33	13,82	54,36	1,74
3	Centro Occidental	52,82	15,32	13,81	54,33	0,96
4	Lago de Valencia	52,47	15,22	13,72	53,97	--
5	Central	52,95	15,36	13,85	54,46	1,80
6	Centro Oriental	58,79	17,05	15,37	60,47	2,65
7	Oriental	53,46	15,5	13,98	54,98	12,23
8	Llanos Centrales	53,35	15,47	13,95	54,87	3,40
9	Llanos Centro Occidentales	56,67	16,44	14,82	58,29	30,30
10	Alto Apure	68,52	19,87	17,92	70,47	44,28
11	Apure	76,43	22,16	19,99	78,60	18,28
12	Amazonas	218,07	63,24	57,03	224,28	110,15
13	Caura	114,56	33,23	29,96	117,83	185,35
14	Caroní	99,52	28,86	26,03	102,35	110,66
15	Cuyuní	64,11	18,59	16,77	65,93	11,64
16	Delta	65,31	18,94	17,08	67,17	NA

EFR: Requisitos de Caudales Ambientales
IRWR: Recursos Hídricos Renovables Internos
NA: Dato no disponible

QGW: Promedio anual de los recursos hídricos subterráneos renovables.
Qs: Promedio anual del escurrimiento superficial.
Qsobrep: Promedio anual de la superposición entre las aguas superficiales y subterráneas

Fuente: FAO, 2019.

urbana de 29.284,22 miles de habitantes, el estrés hídrico se estimó en 7,54 %.

En lo que respecta a las reservas permanentes de agua subterránea, se reportan en 7,7 billones de m^3, en una superficie total de 468.000 km^2, en las cuales el volumen aprovechable es de 23 millones de m^3, sin incluir la reserva de la margen derecha del río Orinoco. Se estima que los acuíferos con mayor potencial hidrogeológico (Figura 3.55) cubren una superficie total de 352.000 km^2, que representa el 42 % del territorio nacional (FAOVE, 2019), siendo la región hidrogeológica Llanos Centro Occidentales en la que se estiman las mayores reservas, con 2,5 billones de m^3, seguida de Centro Oriental y Oriental con 1,7 billones de m^3 y 1,3 billones de m^3, respectivamente (Tabla 3.13).

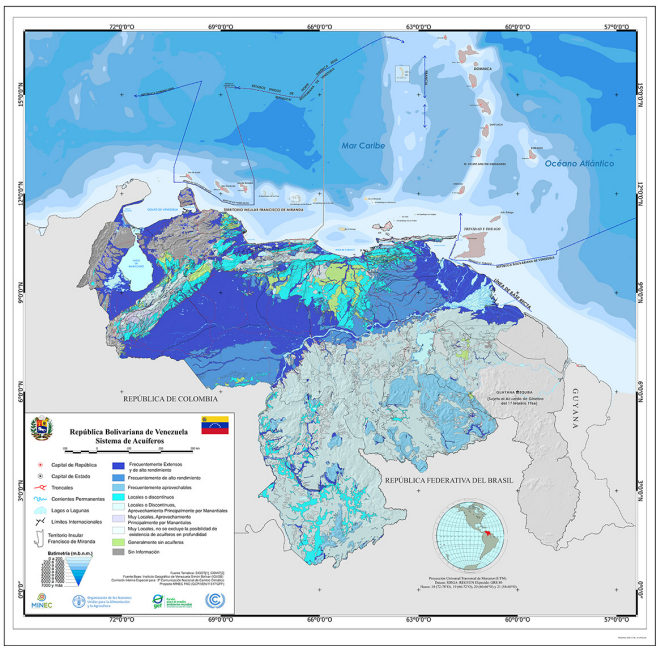


Figura 3.55: Sistema de Acuíferos de Venezuela

3.3.3.2. Situación futura

En el contexto del cambio climático, se prevé una disminución gradual de las precipitaciones en gran parte de Venezuela (Figura 3.56), acompañada de un aumento en la evapotranspiración debido al incremento de la temperatura (Figura 3.57). Se espera que estos cambios climáticos, a medida que se intensifiquen, provoquen una reducción en el rendimiento hídrico (o escorrentía) de las cuencas hidrográficas y una disminución en la recarga de los acuíferos.

De acuerdo con el escenario climático derivado del modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5, las regiones hidrográficas que experimentarán las mayores reducciones en la

Tabla 3.13: Reservas permanentes de agua subterránea por región hidrogeológica en Venezuela

Región Hidrogeológica	Volumen de Reservas (billones de m^3)
1. Lago de Maracaibo	0,9
2. Costa Noroccidental	0,4
3. Región Centro Occidental	0,3
4. Llanos Centro Occidentales	2,5
5. Sur de Apure	0,4
6. Central	0,2
7. Centro Oriental	1,7
8. Oriental	1,3

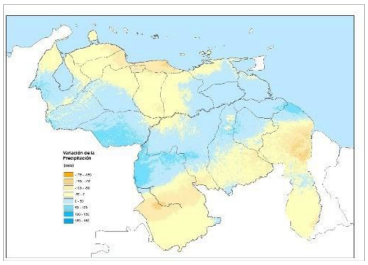
Fuente: Basado en el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH, 1970).

precipitación serán Central (-19,96 %), Lago de Valencia (-17,29 %) y Falconiana (-16,26 %) (Figura 3.58). No obstante, bajo el escenario del modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5, las regiones más afectadas varían ligeramente, siendo Central (-33,54 %), Lago de Valencia (-30,51 %) y Llanos Centrales (-29,96 %), presentando las disminuciones más pronunciadas en la precipitación (Figura 3.59).

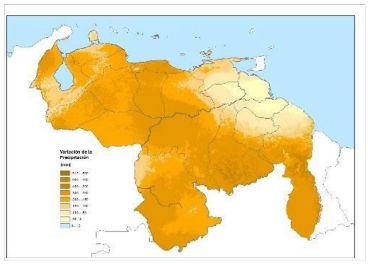
Con relación a las variaciones de la temperatura máxima, el escenario climático derivado del modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5 proyecta que las regiones de Caroní, Amazonas y Bajo Apure experimentarán las anomalías más significativas, con aumentos del 13,93 %, 13,85 % y 13,79 %, respectivamente (Figura 3.60). Por otro lado, en el escenario basado en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5, Amazonas presenta la mayor anomalía con un incremento del 6,84 %, seguida por Bajo Apure y Caroní con aumentos del 6,09 % y 6,08 %, respectivamente (Figura 3.61).

2021-2040	2041-2060	2061-2080

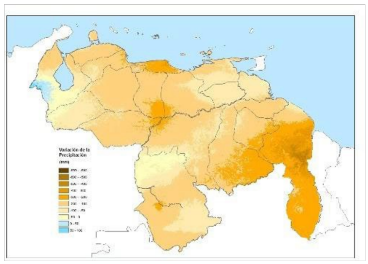
HadGEM31-LL-SSP2-4.5



Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	2,05	0,15
2 Falconiana	-38,07	-5,08
3 Centro Occidental	-36,34	-3,85
4 Lago de Valencia	-55,69	-5,19
5 Central	-73,79	-6,43
6 Centro Oriental	-5,58	-0,48
7 Oriental	0,51	0,04
8 Llanos Centrales	-30,18	-2,38
9 Llanos Centro Occidentales	0,59	0,04
10 Alto Apure	15,27	0,87
11 Apure	39,74	2,02
12 Amazonas	-14,83	-0,51
13 Caura	12,17	0,56
14 Caroní	-9,54	-0,41
15 Cuyuní	11,36	0,65
16 Delta	19,30	1,25

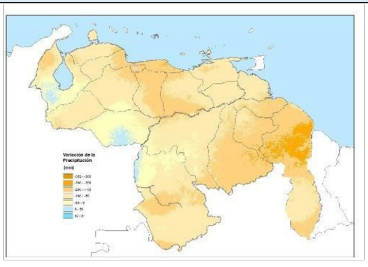


Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	-160,67	-11,91
2 Falconiana	-153,16	-20,43
3 Centro Occidental	-169,60	-17,95
4 Lago de Valencia	-199,00	-18,54
5 Central	-233,88	-20,37
6 Centro Oriental	-180,82	-15,50
7 Oriental	-107,97	-9,34
8 Llanos Centrales	-225,30	-17,73
9 Llanos Centro Occidentales	-195,21	-14,19
10 Alto Apure	-186,29	-10,66
11 Apure	-196,32	-10,00
12 Amazonas	-197,48	-6,86
13 Caura	-216,92	-10,03
14 Caroní	-248,34	-10,79
15 Cuyuní	-125,65	-7,18
16 Delta	-47,84	-3,10

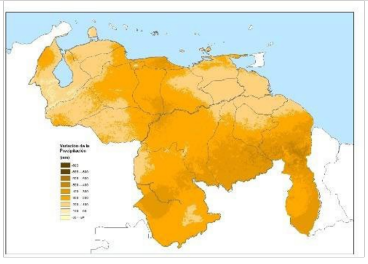


Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	-60,78	-4,51
2 Falconiana	-121,96	-16,26
3 Centro Occidental	-131,81	-13,95
4 Lago de Valencia	-185,53	-17,29
5 Central	-229,12	-19,96
6 Centro Oriental	-130,33	-11,17
7 Oriental	-94,32	-8,16
8 Llanos Centrales	-176,61	-13,90
9 Llanos Centro Occidentales	-127,86	-9,29
10 Alto Apure	-72,80	-4,17
11 Apure	-129,00	-6,57
12 Amazonas	-102,11	-3,54
13 Caura	-122,69	-5,67
14 Caroní	-178,39	-7,75
15 Cuyuní	-162,50	-9,29
16 Delta	-91,63	-5,94

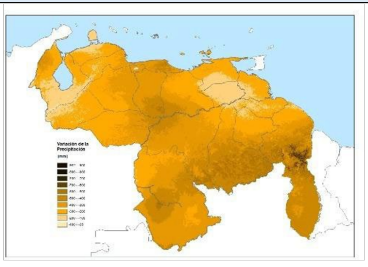
HadGEM31-LL-SSP5-8.5



Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	-51,27	-3,80
2 Falconiana	-79,79	-10,64
3 Centro Occidental	-87,43	-9,26
4 Lago de Valencia	-120,48	-11,23
5 Central	-151,50	-13,20
6 Centro Oriental	-98,48	-8,44
7 Oriental	-77,33	-6,69
8 Llanos Centrales	-108,57	-8,54
9 Llanos Centro Occidentales	-75,50	-5,49
10 Alto Apure	-65,42	-3,74
11 Apure	-27,71	-1,41
12 Amazonas	-72,37	-2,51
13 Caura	-72,63	-3,36
14 Caroní	-130,37	-5,67
15 Cuyuní	-121,06	-6,92
16 Delta	-86,28	-5,59



Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	-148,15	-10,98
2 Falconiana	-156,86	-20,92
3 Centro Occidental	-184,29	-19,51
4 Lago de Valencia	-250,05	-23,30
5 Central	-299,07	-26,05
6 Centro Oriental	-217,76	-18,66
7 Oriental	-175,14	-15,15
8 Llanos Centrales	-265,86	-20,92
9 Llanos Centro Occidentales	-214,74	-15,61
10 Alto Apure	-179,40	-10,27
11 Apure	-207,19	-10,55
12 Amazonas	-255,16	-8,86
13 Caura	-259,37	-11,99
14 Caroní	-320,11	-13,91
15 Cuyuní	-224,93	-12,86
16 Delta	-157,52	-10,21

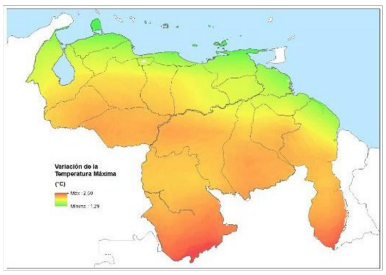


Región Hidrográfica	Variación mm	Variación %
1 Lago de Maracaibo	-214,05	-15,87
2 Falconiana	-210,34	-28,05
3 Centro Occidental	-248,06	-26,26
4 Lago de Valencia	-327,36	-30,51
5 Central	-385,12	-33,54
6 Centro Oriental	-306,43	-26,26
7 Oriental	-222,06	-19,21
8 Llanos Centrales	-380,71	-29,96
9 Llanos Centro Occidentales	-295,19	-21,45
10 Alto Apure	-212,29	-12,15
11 Apure	-302,52	-15,40
12 Amazonas	-354,99	-12,32
13 Caura	-365,98	-16,92
14 Caroní	-435,75	-18,94
15 Cuyuní	-293,95	-16,80
16 Delta	-201,01	-13,03

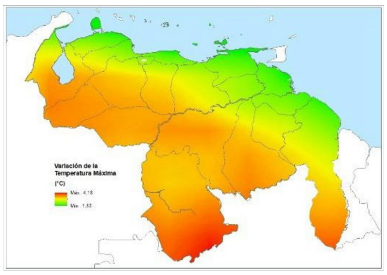
Figura 3.56: Exposición por variación en la precipitación anual por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5 y SSP5 8.5

2021-2040	2041-2060	2061-2080

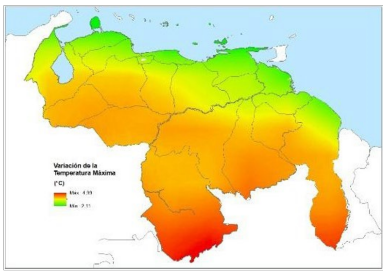
HadGEM31-LL-SSP2-4.5



Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	1,86	6,27
2 Falconiana	1,55	5,15
3 Centro Occidental	1,75	6,14
4 Lago de Valencia	1,71	6,02
5 Central	1,59	5,52
6 Centro Oriental	1,90	5,91
7 Oriental	1,61	5,31
8 Llanos Centrales	1,99	6,23
9 Llanos Centro Occidentales	2,01	6,45
10 Alto Apure	2,11	7,20
11 Apure	2,17	6,74
12 Amazonas	2,21	7,05
13 Caura	2,11	6,78
14 Caroní	2,14	7,26
15 Cuyuní	2,05	6,78
16 Delta	1,71	5,56

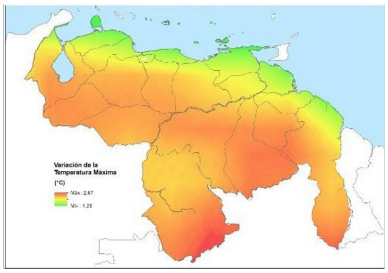


Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	3,24	10,93
2 Falconiana	2,26	7,51
3 Centro Occidental	2,67	9,39
4 Lago de Valencia	2,47	8,66
5 Central	2,20	7,67
6 Centro Oriental	2,92	9,10
7 Oriental	2,20	7,26
8 Llanos Centrales	3,14	9,85
9 Llanos Centro Occidentales	3,25	10,44
10 Alto Apure	3,58	12,20
11 Apure	3,50	10,84
12 Amazonas	3,58	11,44
13 Caura	3,38	10,89
14 Caroní	3,37	11,41
15 Cuyuní	2,92	9,66
16 Delta	2,28	7,43

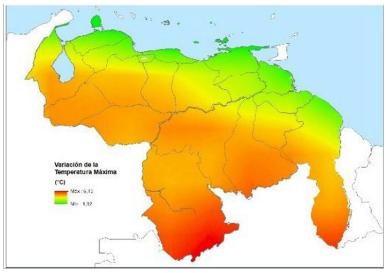


Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	3,60	12,13
2 Falconiana	2,76	9,16
3 Centro Occidental	3,21	11,27
4 Lago de Valencia	3,06	10,76
5 Central	2,76	9,61
6 Centro Oriental	3,47	10,82
7 Oriental	2,81	9,29
8 Llanos Centrales	3,70	11,59
9 Llanos Centro Occidentales	3,83	12,30
10 Alto Apure	4,05	13,79
11 Apure	4,09	12,68
12 Amazonas	4,34	13,85
13 Caura	4,00	12,86
14 Caroní	4,11	13,93
15 Cuyuní	3,86	12,76
16 Delta	3,05	9,95

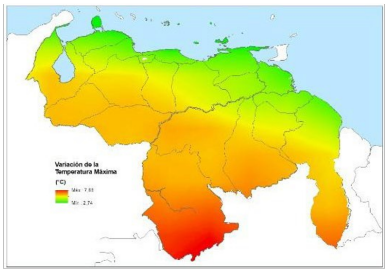
HadGEM31-LL-SSP5-8.5



Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	2,22	7,48
2 Falconiana	1,68	5,58
3 Centro Occidental	1,92	6,76
4 Lago de Valencia	1,84	6,47
5 Central	1,69	5,88
6 Centro Oriental	2,15	6,70
7 Oriental	1,72	5,67
8 Llanos Centrales	2,24	7,01
9 Llanos Centro Occidentales	2,27	7,27
10 Alto Apure	2,40	8,17
11 Apure	2,35	7,28
12 Amazonas	2,35	7,49
13 Caura	2,34	7,52
14 Caroní	2,44	8,27
15 Cuyuní	2,37	7,82
16 Delta	1,88	6,12

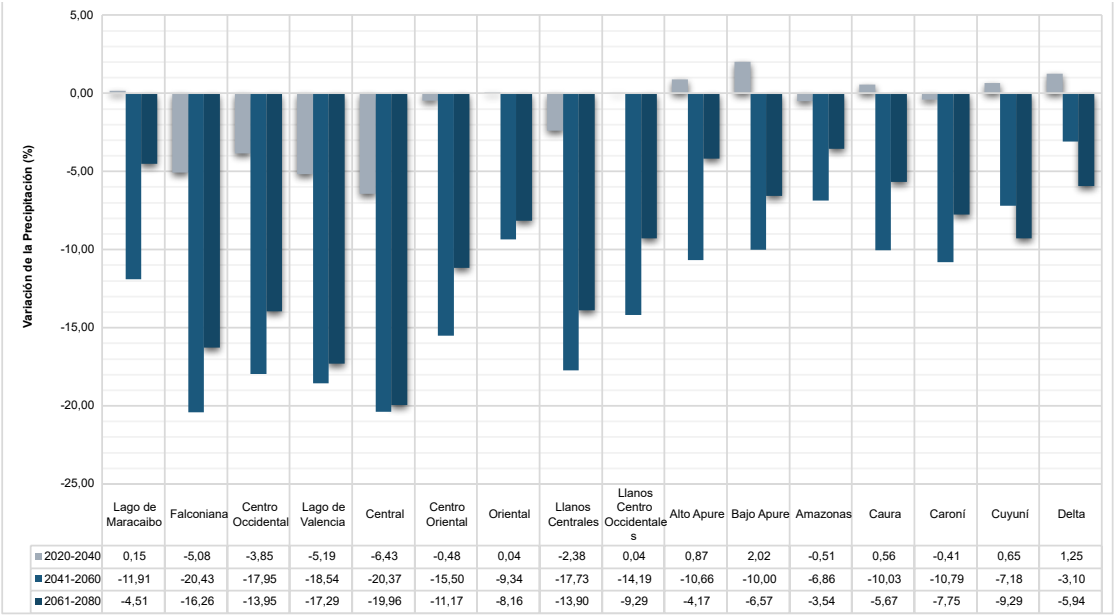


Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	3,81	12,85
2 Falconiana	2,67	8,87
3 Centro Occidental	3,17	11,12
4 Lago de Valencia	3,00	10,53
5 Central	2,69	9,36
6 Centro Oriental	3,58	11,16
7 Oriental	2,75	9,09
8 Llanos Centrales	3,82	11,99
9 Llanos Centro Occidentales	3,93	12,62
10 Alto Apure	4,24	14,45
11 Apure	4,21	13,04
12 Amazonas	4,47	14,25
13 Caura	4,16	13,37
14 Caroní	4,26	14,44
15 Cuyuní	3,82	12,63
16 Delta	2,97	9,67



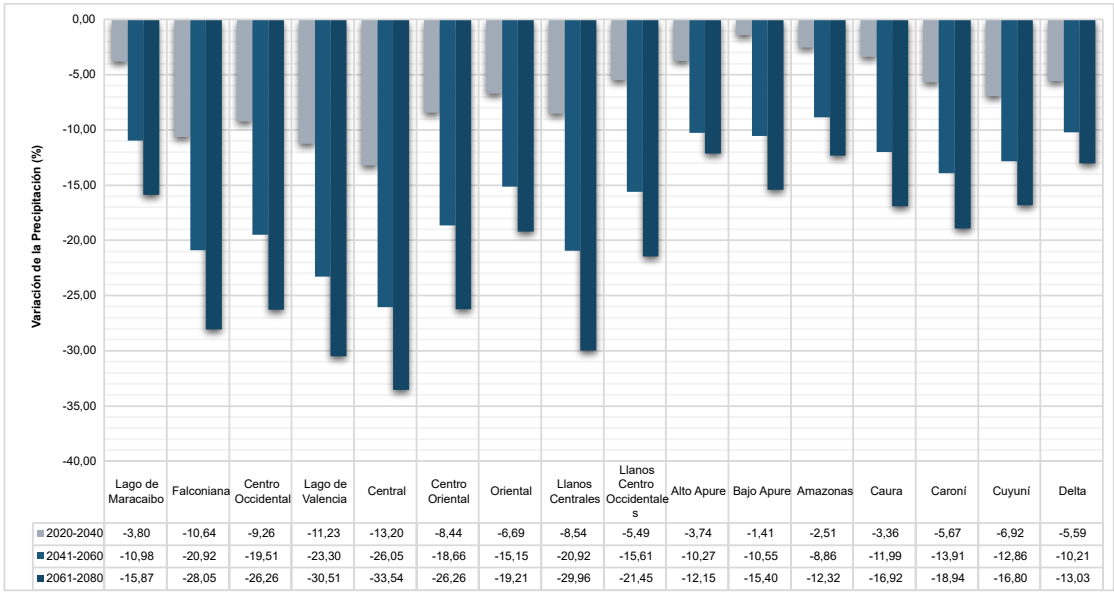
Región Hidrográfica	Variación °C	Variación %
1 Lago de Maracaibo	5,42	18,27
2 Falconiana	3,78	12,54
3 Centro Occidental	4,47	15,71
4 Lago de Valencia	4,23	14,85
5 Central	3,79	13,18
6 Centro Oriental	5,05	15,75
7 Oriental	3,89	12,84
8 Llanos Centrales	5,42	17,00
9 Llanos Centro Occidentales	5,61	17,99
10 Alto Apure	6,03	20,51
11 Apure	6,09	18,88
12 Amazonas	6,84	21,83
13 Caura	6,01	19,34
14 Caroní	6,08	20,61
15 Cuyuní	5,36	17,71
16 Delta	4,18	13,63

Figura 3.57: Exposición por variación en la temperatura máxima anual por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5 y SSP5 8.5



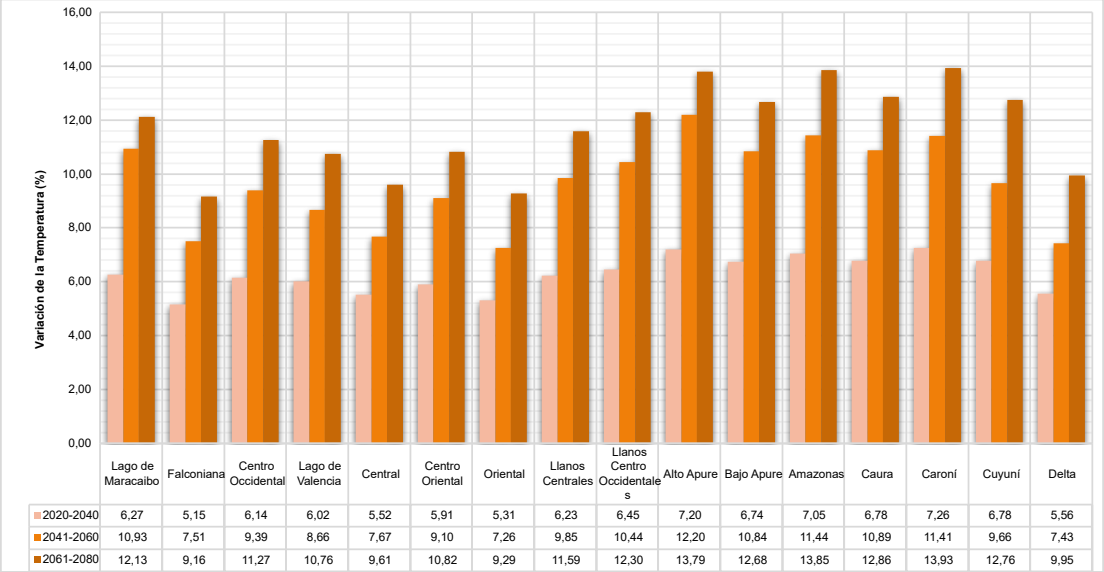
	Lago de Maracaibo	Falconiana	Centro Occidental	Lago de Valencia	Central	Centro Oriental	Oriental	Llanos Centrales	Llanos Centro Occidentales	Alto Apure	Bajo Apure	Amazonas	Caura	Caroní	Cuyuní	Delta
2020-2040	0,15	-5,08	-3,85	-5,19	-6,43	-0,48	0,04	-2,38	0,04	0,87	2,02	-0,51	0,56	-0,41	0,65	1,25
2041-2060	-11,91	-20,43	-17,95	-18,54	-20,37	-15,50	-9,34	-17,73	-14,19	-10,66	-10,00	-6,86	-10,03	-10,79	-7,18	-3,10
2061-2080	-4,51	-16,26	-13,95	-17,29	-19,96	-11,17	-8,16	-13,90	-9,29	-4,17	-6,57	-3,54	-5,67	-7,75	-9,29	-5,94

Figura 3.58: Variación porcentual proyectada de la precipitación anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5



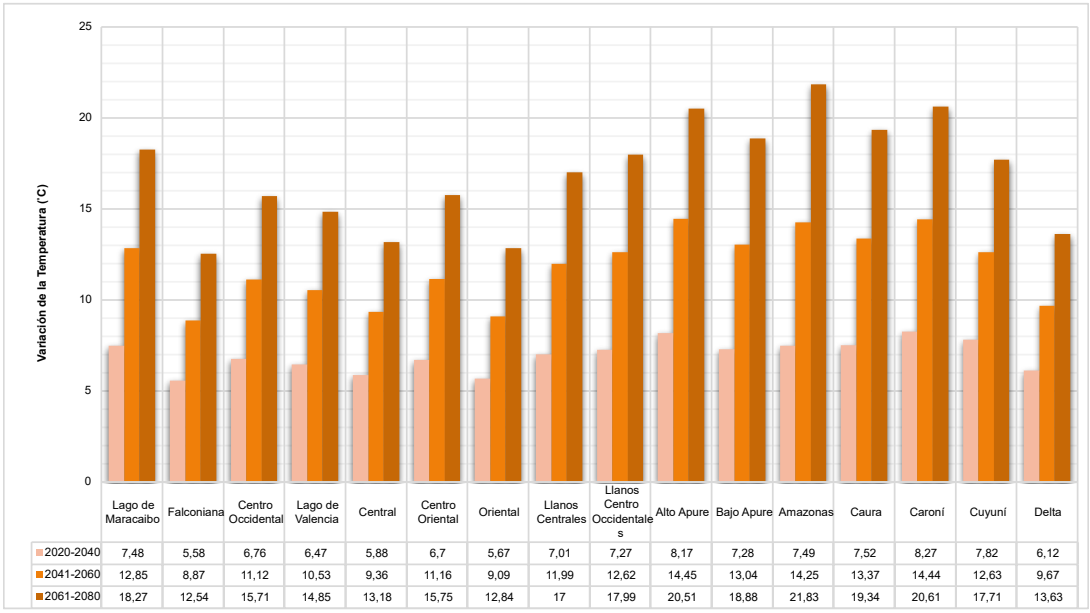
	Lago de Maracaibo	Falconiana	Centro Occidental	Lago de Valencia	Central	Centro Oriental	Oriental	Llanos Centrales	Llanos Centro Occidentales	Alto Apure	Bajo Apure	Amazonas	Caura	Caroní	Cuyuní	Delta
2020-2040	-3,80	-10,64	-9,26	-11,23	-13,20	-8,44	-6,69	-8,54	-5,49	-3,74	-1,41	-2,51	-3,36	-5,67	-6,92	-5,59
2041-2060	-10,98	-20,92	-19,51	-23,30	-26,05	-18,66	-15,15	-20,92	-15,61	-10,27	-10,55	-8,86	-11,99	-13,91	-12,86	-10,21
2061-2080	-15,87	-28,05	-26,26	-30,51	-33,54	-26,26	-19,21	-29,96	-21,45	-12,15	-15,40	-12,32	-16,92	-18,94	-16,80	-13,03

Figura 3.59: Variación porcentual proyectada de la precipitación anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP5 8.5



	Lago de Maracaibo	Falconiana	Centro Occidental	Lago de Valencia	Central	Centro Oriental	Oriental	Llanos Centrales	Llanos Centro Occidentales	Alto Apure	Bajo Apure	Amazonas	Caura	Caroní	Cuyuní	Delta
2020-2040	6,27	5,15	6,14	6,02	5,52	5,91	5,31	6,23	6,45	7,20	6,74	7,05	6,78	7,26	6,78	5,56
2041-2060	10,93	7,51	9,39	8,66	7,67	9,10	7,26	9,85	10,44	12,20	10,84	11,44	10,89	11,41	9,66	7,43
2061-2080	12,13	9,16	11,27	10,76	9,61	10,82	9,29	11,59	12,30	13,79	12,68	13,85	12,86	13,93	12,76	9,95

Figura 3.60 Variación porcentual proyectada de la temperatura máxima anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP2 4.5



	Lago de Maracaibo	Falconiana	Centro Occidental	Lago de Valencia	Central	Centro Oriental	Oriental	Llanos Centrales	Llanos Centro Occidentales	Alto Apure	Bajo Apure	Amazonas	Caura	Caroní	Cuyuní	Delta
2020-2040	7,48	5,58	6,76	6,47	5,88	6,7	5,67	7,01	7,27	8,17	7,28	7,49	7,52	8,27	7,82	6,12
2041-2060	12,85	8,87	11,12	10,53	9,36	11,16	9,09	11,99	12,62	14,45	13,04	14,25	13,37	14,44	12,63	9,67
2061-2080	18,27	12,54	15,71	14,85	13,18	15,75	12,84	17	17,99	20,51	18,88	21,83	19,34	20,61	17,71	13,63

Figura 3.61: Variación porcentual proyectada de la temperatura máxima anual promediada por región hidrográfica con respecto a la línea base 1971-2000, según escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM31-LL con SSP5 8.5

Con el propósito de visualizar el impacto futuro del cambio climático en la disponibilidad de agua, se adoptó un enfoque centrado en cuencas hidrográficas representativas. Se seleccionaron cuatro cuencas, considerando su relevancia y la variabilidad climática en las regiones noroccidental y suroriental de Venezuela. Estas cuencas, ubicadas en diferentes regiones hidrográficas, son: la cuenca del río Motatán (región hidrográfica 1-Lago de Maracaibo), la cuenca del río Tocuyo (región hidrográfica 3-Centro Occidental), la cuenca del río Acarigua (región hidrográfica 9-Llanos Centro-Occidentales) y la cuenca del río Caroní (hasta el embalse Guri, región hidrográfica 14-Caroní). Dos de estas cuencas desembocan en el Lago de Maracaibo y el Mar Caribe, mientras que las otras dos lo hacen en el río Orinoco y el Océano Atlántico (Figura 3.62 y Tabla 3.14).

El análisis se realizó utilizando Hydro-BID[16], un sistema integrado y cuantitativo desarrollado para simular la hidrología y la gestión de recursos hídricos en Latinoamérica y el Caribe. Hydro-BID permite evaluar la cantidad y calidad del agua, las demandas y el funcionamiento de la infraestructura, así como el diseño de estrategias y proyectos de adaptación en respuesta a diversos escenarios de cambio, incluyendo el clima, la población y el uso de la tierra (Nalesso, 2017).

Para establecer los factores de precipitación y deltas de temperatura en las áreas de estudio, se siguieron los siguientes pasos: i) delimitación de las cuencas de interés y sus subcuencas asociadas, determinando su perímetro;

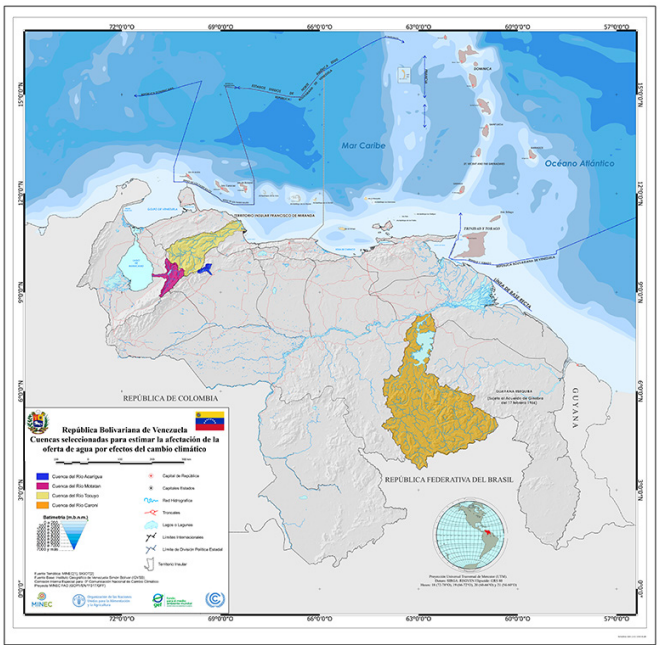


Figura 3.62: Cuencas seleccionadas para estimar la afectación de la oferta de agua por efectos del cambio climático

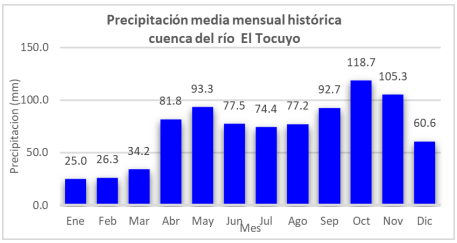
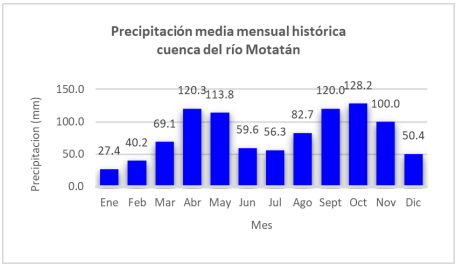
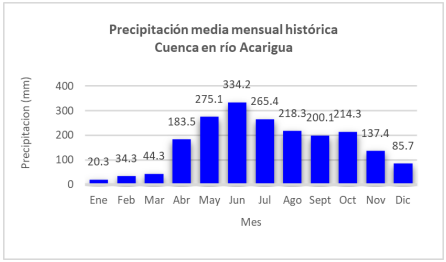
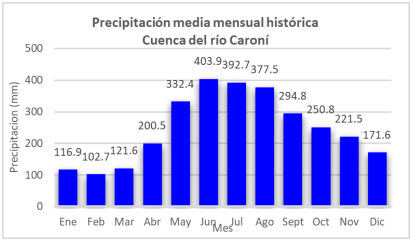
ii) cálculo de los valores históricos promedios de las variables climáticas necesarias para la simulación de escenarios de cambio en la oferta hídrica (temperatura media y precipitación); iii) asignación de valores históricos para cada cuenca o subcuenca, utilizando las anomalías o deltas de precipitación y temperatura de modelos escalados, disponibles a una resolución espacial de 30" x 30" (aproximadamente 1 km^2). En las cuencas de los ríos Acarigua, Motatán y Tocuyo, se utilizaron datos sintéticos de NASA Power[17], mientras que para el río Caroní, se emplearon datos históricos. Los datos faltantes de precipitación y temperatura diaria se completaron con datos sintéticos para homogeneizar la serie de datos climáticos históricos de las cuencas analizadas. Con base en esto, se obtuvieron los resultados de las simulaciones correspondientes a los escenarios de cambio climático evaluados.

Cuenca del río Tocuyo

- HadGEM31-LL con SSP2-45. Este escenario muestra en general una disminución de precipitación anual para la cuenca estudiada. A corto plazo, centrado en 2030, se puede observar una disminución de precipitación del 3 % acompañada de un aumento en la temperatura 1,8 °C en toda la cuenca, podría llegar a representar una disminución del flujo en un 10 % y de 38 % en la recarga global de los acuíferos, lo cual muestra el impacto que ocasiona el aumento en la temperatura sobre el sistema estudiado, probablemente por la competencia de los flujos evapotranspirativos sobre los demás en la conceptualización del balance, aunque la ETR no muestra una señal clara de aumento, presentando esta, una leve disminución debido a la menor disponibilidad de lámina libre para evapotranspirar. Aunque los análisis probabilísticos suponen estacionalidad, se exponen como referencia, pero se observa que el caudal medio de 52 m^3/s derivado de la curva de duración de caudales representa una probabilidad del 39 %, lo que indica una importante asimetría en la distribución. Así bien, el gasto de probabilidad de 50 % pasaría a representar el 36 %, presentando una disminución de 14 puntos en su probabilidad de excedencia.

El escenario a mediano plazo analizado, 2050, se perfila como el más desfavorable en el cual la precipitación disminuye en un 21 % y la temperatura aumenta en 2,3 °C. Esto genera como resultado, una disminución efectiva de la escorrentía en un 51 % y una disminución dramática de la recarga de los sistemas acuíferos en un 78 %. A largo plazo, 2090, la disminución de precipitación es del 16 % y el aumento esperado de temperatura es de 3,6 °C, lo que implica que la reducción de la recarga sería igualmente dramática, en un 76 % y el gasto en un 36 %. Este escenario resulta ligeramente menos desfavorable que el estimado a mediano plazo.

Tabla 3.14: Características relevantes de las cuencas seleccionadas para estimar la afectación de la oferta de agua por efectos del cambio climático

Cuenca	Características relevantes	
Cuenca del río Tocuyo COMID 300030800	Esta tiene una extensión de 17.650 km2 hasta su desembocadura con el mar Caribe, se caracteriza por su variabilidad climática conteniendo una gran variedad de subregiones que van desde el páramo andino, la región semiárida y zonas de bosque húmedo. Esta cuenca alimenta en agua potable a ciudades importantes de la región como Barquisimeto y Carora.	
Cuenca del río Motatán COMID 300220200	Es una cuenca que vierte hacia el Lago de Maracaibo, y es de alta relevancia por su vocación para el riego de la región, así como en la alimentación de agua potable a las principales ciudades de Trujillo y Valera del estado Trujillo, mantiene y alimenta el importante acuífero de la planicie aluvional del río Motatán, que apoya las actividades agrícolas en las zonas ribereñas del Lago de Maracaibo, el área de drenaje hasta sitio de presa Agua Viva es de 4.425 km2.	
Cuenca del río Acarigua COMID 300228200	En ella está contenida la cuenca del río Yacambú, tiene una extensión hasta el punto de análisis de 970 km2. Esta cuenca que vierte sus aguas al río Portuguesa y después al Orinoco es igualmente de alta relevancia por sus aportes y recarga del acuífero situado aguas abajo de la misma y para el soporte de las actividades agroproductivas de la región Llanos Centro-Occidentales y es de importante consideración para el proyecto hidráulico de transvase Yacambú-Quíbor. Dentro de su extensión se discretizan siete subcuencas.	
Cuenca del río Caroní COMID 300781600	La cuenca del río Caroní hasta la cola del embalse, en ella está contenida el embalse Guri de alta importancia nacional por su producción hidroeléctrica. Es la de mayor extensión, de las utilizadas en este análisis, con una extensión de 79.973 km2. En ella están contenidas 809 subcuencas.	

Los cambios probabilísticos para abastecimiento de agua a poblaciones Q95 o caudal a ser igualado o excedido el 95 % del tiempo pasan a corto plazo, a Q85 a mediano a Q59 y a largo plazo a Q63. Esto implica una disminución importante de oferta superficial en los sistemas de drenaje de la cuenca. Igualmente, el Q80, de interés para riego, pasa a corto plazo a Q64, a mediano plazo a Q35 y a largo plazo a Q40. Así bien, el Q50 pasaría a Q36 a corto plazo, a Q19 a mediano plazo y a Q21 a largo plazo.

Es de hacer notar, que el cambio probabilístico en disponibilidad del recurso, podrían ser de especial interés para análisis de impactos económicos y de servicios ecosistémicos que ofrece el sistema cuenca analizado. Igualmente, las anomalías en las curvas de duración de caudales con respecto a los valores históricos estarían entre 20 % y 40 % a corto plazo, y 40 % y 60 % a mediano y largo plazo, para la mayoría de los valores de caudales. En la Figura 3.63 se presentan, los impactos a corto, mediano y largo plazo reseñados.

En cuanto a la variación estacional, se observa una acentuación de la estacionalidad a corto y largo plazo, evidenciada en las probabilidades de 50 %, 75 % y 95 %. Las anomalías positivas más pronunciadas, superiores al 50 %, se presentan en el mes de junio, mientras que las anomalías negativas, inferiores al -50 %, ocurren entre diciembre y marzo, en todas las ventanas temporales analizadas. Respecto a los períodos de retorno de caudales mínimos diarios, se prevé una disminución en sus valores a corto, mediano y largo plazo, del 50 %, 88 % y 87 %, respectivamente.

Los mínimos para un período de retorno (Tr) de 25 años en la simulación de línea base (o pseudohistórica) se reducirían a 4 y 1,3 años a corto y largo plazo, respectivamente. Los Tr de 50 años pasarían a 7, 1,4 y 1,5 años, y los gastos mínimos de Tr de 100 años se reducirían a 10, 1,5 y 1,6 años, respectivamente, para corto, mediano y largo plazo (Tabla 3.15). Estas variaciones en los períodos de retorno para este escenario podrían considerarse de alto impacto en los gastos mínimos.

En relación con los valores máximos, se observan anomalías en los períodos de retorno con respecto a la línea base. Los valores estimados de caudales máximos medios diarios para diferentes períodos de retorno aumentan un 3 % a corto plazo, pero disminuyen un 38 % y 19 % a mediano y largo plazo, respectivamente (Tabla 3.16). Los períodos de retorno para 25 años de la línea base pasarían a 20, 100 y 40 años para corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Los de Tr de 50 años se transformarían en 40, 250 y 100 años, y los de Tr de 100 años se extenderían a 90, 600 y 200 años, respectivamente. Para más detalles, consultar la tabla correspondiente.

Estas variaciones en los períodos de retorno, tanto para caudales mínimos como máximos, resaltan la importancia de considerar los impactos del cambio climático en la planificación y gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Tocuyo.

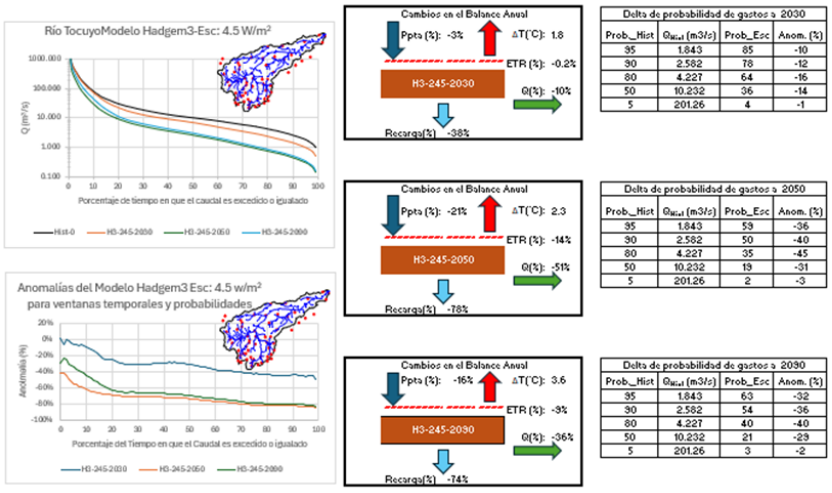


Figura 3.63: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

Tabla 3.15: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Tocuyo con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y sus anomalías					Tendencias cambio de los Tr para las ventanas temporales de análisis			
Tr	Línea Base (m^3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	1,603	-52%	-88%	-86%	2,33	1,3	1,03	1,03
25	0,472	-52%	-89%	-87%	25	4	1,3	1,3
50	0,377	-51%	-89%	-87%	50	7	1,4	1,5
100	0,309	-50%	-88%	-87%	100	10	1,5	1,6
500	0,208	-48%	-88%	-86%	500	30	2	2,33
1.000	0,179	-47%	-87%	-86%	1000	50	2,33	2,33
	Promedio	-50%	-88%	-87%				

Tabla 3.16: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y sus anomalías					Tendencias en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Linea Base (m^3/s)	2030	2050	2090	Tr Linea Base	2030	2050	2090
2,33	2.131	1%	-33%	-15%	2,33	2	4	2.33
25	6.283	2%	-37%	-17%	25	20	100	40
50	7.987	3%	-38%	-19%	50	40	250	100
100	10.001	3%	-40%	-21%	100	90	600	200
500	16.201	4%	-43%	-25%	500	400	5.000	1.000
1.000	19.696	4%	-44%	-27%	1,000	800	10.000	4.000
	Promedio	3%	-39%	-21%				

- HadGEM31-LL con SSP5-8.5. En este escenario, a corto plazo (año 2030), la precipitación en la cuenca disminuye un 10 % y la temperatura aumenta 1,9 °C, lo que conlleva una reducción del 28 % en la escorrentía y un 56 % en la recarga de los acuíferos. Esta última disminución representa un impacto significativo en el sistema y un alto riesgo para el mantenimiento de los caudales base en los cursos de agua.

A mediano plazo (año 2050), se proyecta una disminución del 23 % en la precipitación y un aumento de 3 °C en la temperatura, lo que provocaría una reducción del 54 % en la escorrentía y una drástica disminución del 83 % en la recarga de los acuíferos. Esto implica una afectación considerable en el flujo base de los cursos de agua superficiales.

A largo plazo (2090), se espera una disminución del 36 % en la precipitación y un aumento de 5 °C en la temperatura, lo que resultaría en una reducción del 71 % en la escorrentía y una disminución crítica del 97 % en la recarga de los acuíferos, impactando severamente estos sistemas.

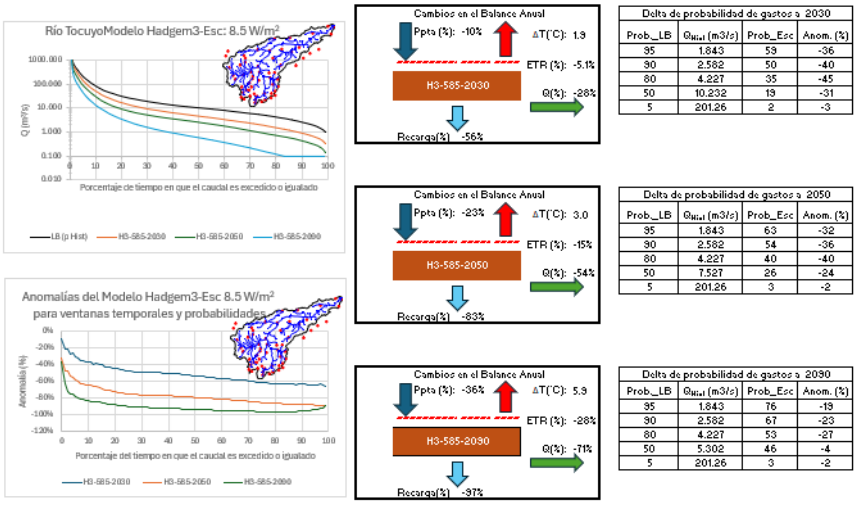
El caudal Q95 (caudal igualado o excedido el 95 % del tiempo), relevante para el abastecimiento de agua a poblaciones, pasaría a Q59, Q63 y Q76 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esto implica un alto impacto en la disponibilidad del recurso, dificultando el suministro de agua a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95), especialmente en el caso de tomas directas.

El caudal Q80, importante para el riego, pasaría a Q35, Q40 y Q53 a corto, mediano y largo plazo, siendo el mediano plazo el más desfavorable para este uso. El Q50 también se vería afectado, pasando a Q19, Q21 y Q28, respectivamente, mostrando un alto impacto incluso en ventanas temporales tempranas. En cuanto a las anomalías en las curvas de duración de caudales, se observan reducciones entre el 40 % y 60 % a corto plazo, y entre el 80 % y 95 % a mediano y largo plazo, respectivamente (Figura 3.64). Estos resultados resaltan la vulnerabilidad de la cuenca del río Tocuyo ante el cambio climático y la necesidad de implementar medidas de adaptación para garantizar la seguridad hídrica en la región.

En cuanto a la variación estacional, la situación se vuelve más extrema en todas las probabilidades y ventanas temporales, ya que todas las anomalías serían negativas durante todo el año. Las anomalías menos pronunciadas se presentarían en abril y mayo. Se prevén disminuciones drásticas en los caudales mínimos de esta cuenca a corto, mediano y largo plazo, en torno al 72 %, 96 % y 100 %, respectivamente. Esto indica que los flujos del río podrían ser extremadamente bajos en estas ventanas temporales, y las frecuencias aumentarían de tal manera, que gastos mínimos con un período de retorno (Tr) de 100 años podrían ocurrir cada 1,3; 1,6 y 4 años a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esta situación es consistente con la disminución potencial de la recarga observada en este escenario y la menor probabilidad de mantener gastos mínimos. Dada la severidad de este escenario, podría considerarse el más desfavorable para la cuenca del río Tocuyo.

La Tabla 3.17 indica que, las tendencias a mediano y largo plazo podrían ser de aumento, aunque a corto plazo, no se observa una tendencia clara. La Tabla 3.18 muestra una disminución en los valores máximos a corto, mediano y largo plazo en este escenario: 3 %, 21 % y 30 %, respectivamente. También se observa un aumento en los períodos de retorno de avenidas con Tr = 100 años en la línea base a 150 y 200 años a mediano y largo plazo, lo que implica una disminución en la frecuencia de máximas para este Tr de línea base bajo este escenario.

- HadGEM31-LL con SSP2-4.5. Este escenario muestra una leve, casi nula, disminución de la precipitación anual en la subcuenca de Dos Cerritos (Figura 3.65). A corto plazo, alrededor de 2030, no se observa una disminución significativa en la precipitación, pero sí un aumento de 1,8 °C en la temperatura. Esto podría resultar en una disminución del 15 % en el flujo, lo que evidencia el impacto del aumento de temperatura en el sistema. Esta disminución probablemente se deba a la competencia de los flujos evapotranspirativos, aunque la Evapotranspiración Real (ETR) muestra un ligero descenso debido a la menor disponibilidad de agua superficial para evapotranspirar. Aunque los análisis probabilísticos asumen estacionaridad y se presentan como referencia, se observa que el caudal medio de 10,57 m^3/s, derivado de la curva de duración de caudales, tiene una probabilidad del 20 %, lo que indica una asimetría significativa en la distribución.



Delta de probabilidad de gastos a 2030

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	1.843	59	-36
90	2.582	50	-40
80	4.227	35	-45
50	10.232	19	-31
5	201.26	2	-3

Delta de probabilidad de gastos a 2050

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	1.843	63	-32
90	2.582	54	-36
80	4.227	40	-40
50	7.527	26	-24
5	201.26	3	-2

Delta de probabilidad de gastos a 2090

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	1.843	76	-19
90	2.582	67	-23
80	4.227	53	-27
50	5.302	46	-4
5	201.26	3	-2

Figura 3.64: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

Tabla 3.17: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo, con base en el modelo HadGEM31-LL- SSP5-8.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Pseudo Hist	2030	2050	2090
2,33	1,603	-69%	-93%	-100%	2,33	1,03	1,03	1,1
25	0,472	-72%	-94%	-100%	25	1,3	1,3	2,33
50	0,377	-73%	-94%	-100%	50	1,4	1,5	3
100	0,309	-73%	-94%	-100%	100	1,5	1,6	4
500	0,208	-73%	-93%	-100%	500	2	2,33	8
1000	0,179	-73%	-93%	-100%	1000	2,33	2,33	10
	Promedio	-72%	-93%	-100%				

Tabla 3.18: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	2.131	-18%	-40%	-54%	2,33	3	5	7
25	6.283	-6%	-26%	-36%	25	25	50	60
50	7.987	-3%	-23%	-31%	50	50	90	100
100	10.001	-1%	-19%	-27%	100	100	150	200
500	16.201	4%	-10%	-18%	500	400	600	800
1.000	19.696	6%	-6%	-14%	1.000	800	1.000	1.000
	Promedio	-3%	-21%	-30%				

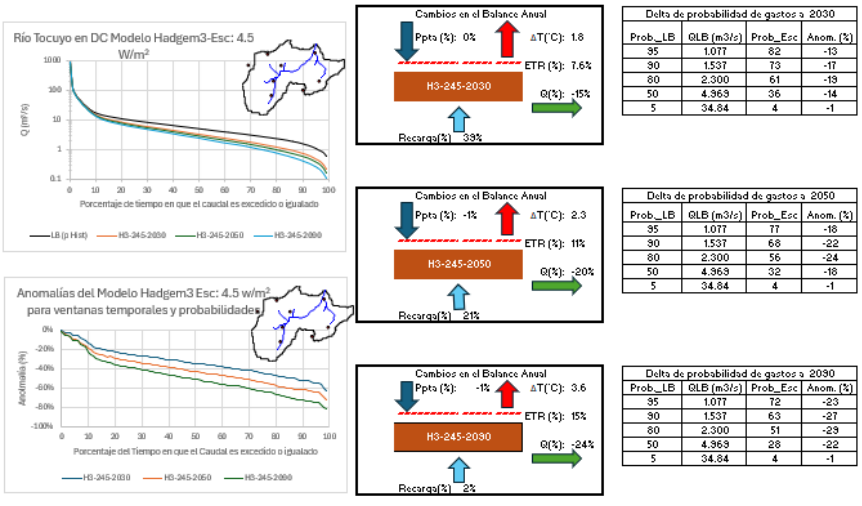


Figura 3.65: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

Además, el gasto con una probabilidad del 50 % pasaría a representar el 36 %, mostrando una disminución de 14 puntos en su probabilidad de excedencia.

El escenario a mediano plazo (2050) se perfila como el más desfavorable para los flujos superficiales, con una disminución del 1 % en la precipitación y un aumento de 2,3 °C en la temperatura. Esto resultaría en una reducción efectiva del 20 % en la escorrentía. A largo plazo (2090), se espera una disminución del 1 % en la precipitación y un aumento de 3,6 °C en la temperatura, lo que implicaría una reducción del 24 % en el gasto. El caudal Q95 (caudal igualado o excedido el 95 % del tiempo), relevante para el abastecimiento de agua a poblaciones, pasaría a Q82, Q77 y Q72 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esto indica un impacto considerable en la disponibilidad del recurso, dificultando el suministro de agua a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95), especialmente en el caso de tomas directas.

En cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, el caudal Q80, relevante para el riego, disminuirá a Q61, Q56 y Q51 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Así mismo, el Q50, pasará a Q36, Q32 y Q28 en los mismos Períodos. Estos cambios probabilísticos en la oferta de agua son cruciales para analizar los impactos económicos y en los servicios ecosistémicos de la cuenca. Las anomalías en las curvas de duración de caudales, con respecto a los valores históricos, oscilarán entre -1 % y -19 % a corto plazo, -1 % y -24 % a mediano plazo, y -1 % a -29 % a largo plazo, para la mayoría de los caudales. Se prevé una disminución en los caudales mínimos a corto, mediano y largo plazo, del 50 %, 88 % y 87 %, respectivamente. Los caudales mínimos con un período de retorno (Tr) de 25 años en la línea base se reducirían a 4; 1,3 y 1,3 años, respectivamente. Los Tr de 50 años pasarían a 7; 1,4 y 1,5 años, y los de 100 años a 10; 1,5 y 1,6 años (Tabla 3.19). Estos cambios indican un aumento en la frecuencia de caudales extremadamente bajos.

La estacionalidad se acentúa a corto y largo plazo, especialmente, para las probabilidades de 50 %, 80 % y 95 %. Las anomalías positivas máximas, menores o iguales al 14 %, se concentran entre septiembre y noviembre, mientras que las anomalías negativas, mayores o iguales al -54 %, se presentan en enero, en todas las ventanas temporales (Tabla 3.20). En cuanto a los valores máximos, se estima un aumento del 3 % a corto plazo, pero una disminución del 39 % y 21 % a mediano y largo plazo, respectivamente. Los períodos de retorno para 25 años en la línea base aumentarían a 20, 100 y 40 años, los de 50 años a 40, 250 y 100 años, y los de 100 años a 90, 600 y 200 años, respectivamente. Esto sugiere una disminución en la frecuencia de eventos de caudal máximo, especialmente a mediano y largo plazo.

Tabla 3.19: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	1,603	-52%	-88%	-86%	2,33	1,3	1,03	1,03
25	0,472	-52%	-89%	-87%	25	4	1,3	1,3
50	0,377	-51%	-89%	-87%	50	7	1,4	1,5
100	0,309	-50%	-88%	-87%	100	10	1,5	1,6
500	0,208	-48%	-88%	-86%	500	30	2	2,33
1.000	0,179	-47%	-87%	-86%	1.000	50	2,33	2,33
	Promedio	-50%	-88%	-87%				

- HadGEM31-LL con SSP5-8.5. A corto plazo (año 2030), la precipitación se mantiene estable en la cuenca, pero la temperatura aumenta 1,9 °C, lo que provoca una disminución del 16 % en la escorrentía y un aumento del 34 % en la recarga de los acuíferos. Este último cambio representa un impacto significativo en el sistema. A mediano plazo (año 2050), se prevé una disminución del 1 % en la precipitación y un aumento de 3 °C en la temperatura, lo que resultaría en una reducción del 23 % en la escorrentía y un aumento del 9 % en la recarga. A largo plazo (2090), se espera una disminución del 2 % en la precipitación y un aumento de 5,9 °C en la temperatura, lo que causaría una reducción del 35 % en la escorrentía y una disminución del 41 % en la recarga de los acuíferos, impactando severamente estos sistemas (Figura 3.66).

Tabla 3.20: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Hist	2030	2050	2090
2,33	2.131	1%	-33%	-15%	2,33	2	4	2,33
25	6.283	2%	-37%	-17%	25	20	100	40
50	7.987	3%	-38%	-19%	50	40	250	100
100	10.001	3%	-40%	-21%	100	90	600	200
500	16.201	4%	-43%	-25%	500	400	5.000	1.000
1.000	19.696	4%	-44%	-27%	1.000	800	10.000	4.000
	Promedio	3%	-39%	-21%				

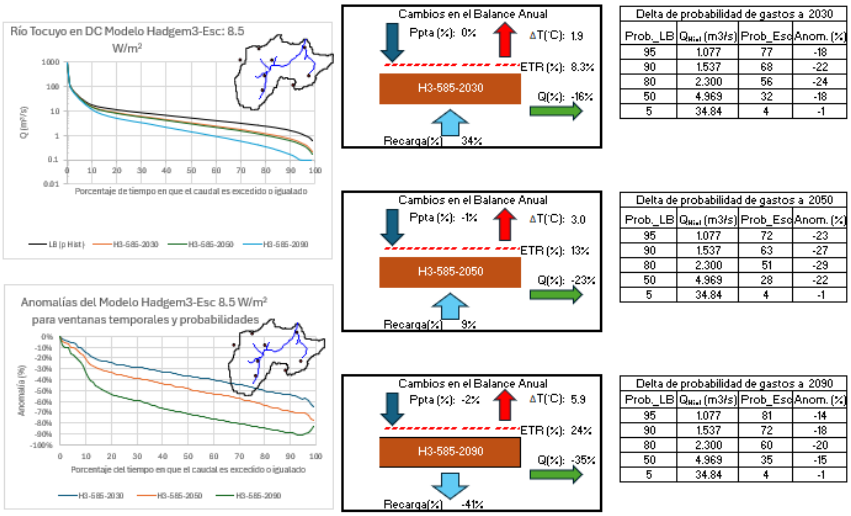


Figura 3.66: Proyecciones futuras para la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

En términos probabilísticos, el caudal Q95 (caudal igualado o excedido el 95 % del tiempo) pasaría a Q77, Q72 y Q81 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esto implica un impacto en la disponibilidad del recurso, dificultando el suministro de agua a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95), especialmente en tomas directas. El caudal Q80, relevante para el riego, disminuirá a Q56, Q51 y Q60 a corto, mediano y largo plazo, siendo el mediano plazo el más desfavorable para este uso. El Q50 también se verá afectado, pasando a Q32, Q28 y Q35, respectivamente, mostrando un alto impacto incluso en ventanas temporales tempranas. Las anomalías en las curvas de duración de caudales variarán entre -1 % y -24 % a corto plazo, -1 % y -29 % a mediano plazo, y -1 % a -20 % a largo plazo. Estos resultados subrayan la vulnerabilidad de la cuenca ante el cambio climático, especialmente en términos de recarga de acuíferos y caudales mínimos, lo que exige la implementación de medidas de adaptación para garantizar la seguridad hídrica en la región.

La situación se vuelve más extrema en todas las probabilidades y ventanas temporales, ya que la mayoría de las anomalías serían negativas durante todo el año. Las anomalías menos pronunciadas se presentarían entre septiembre y noviembre. Los valores de los períodos de retorno en caudales mínimos diarios disminuirán en promedio un 72 %, 93 % y cerca del 100 % a corto, mediano y largo plazo, respectivamente (Tabla 3.21). Por ejemplo, aquellos con un período de retorno (Tr) de 100 años pasarían a 1,5; 1,6 y 4 años, respectivamente. Esto indica un aumento significativo en la frecuencia de caudales extremadamente bajos.

Los valores máximos también se verán afectados, disminuyendo un 3 %, 21 % y 30 % a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esto implica una disminución en la frecuencia de eventos de caudal máximo y una ampliación de los períodos de retorno a mediano y largo plazo. Por ejemplo, los Tr de 100 años pasarían a 150 y 200 años (Tabla 3.22).

Cuenca del río Caroní

- HadGEM31-LL con SSP2-4.5. Este escenario revela, en general, una disminución de la precipitación anual para la cuenca del río Caroní (Figura 3.67). A corto plazo, centrado en 2030, se prevé una disminución de la precipitación del 1 %, acompañada de un aumento de la temperatura de 1,8 °C en toda la cuenca, con una disminución del flujo en un 6 % y una reducción del 8 % en la recarga del acuífero. Esto establece el impacto del aumento de la temperatura sobre el sistema estudiado, probablemente debido a la competencia evapotranspirativa en la humedad disponible, ya que la ETR muestra una señal clara de aumento.

Aunque los análisis probabilísticos suponen estacionaridad y se presentan como referencia, se observa que el caudal medio de 4.932 m^3/s, derivado de la Curva de Duración de Caudales (CDC) representa una probabilidad del 39 %, lo que indica una baja asimetría en la distribución probabilística, con un buen ajuste a Pearson III. Así, el gasto con una probabilidad del 50 %, pasaría a representar el 44 %, presentando una disminución de 6 puntos en su probabilidad de excedencia. El escenario a mediano plazo, analizado para 2050, se perfila como el más desfavorable, en el cual la precipitación disminuye en un 6 % y la temperatura aumenta en 2,3 °C. Esto resulta en una disminución efectiva de la escorrentía en un 14 % y una reducción de la recarga en un 17 %.

A largo plazo, en 2090, la disminución de la precipitación es del 4 % y el aumento esperado de la temperatura es de 3,6 °C, lo que implica una reducción de la recarga del 20 % y una disminución del gasto en un 14 %. Este escenario resulta ligeramente menos desfavorable que el estimado a mediano plazo. Los cambios probabilísticos para el abastecimiento de agua a poblaciones, Q95 o caudal a ser igualado o excedido el 95 % del tiempo, pasan a corto plazo a Q92; a mediano plazo a Q87 y a largo plazo a Q86. Igualmente, el Q80, de interés para riego, pasa a corto plazo a Q76, a mediano plazo a Q83

Tabla 3.21: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Hist	2030	2050	2090
2,33	1,603	-69%	-93%	-100%	2,33	1,03	1,03	1,1
25	0,472	-72%	-94%	-100%	25	1,3	1,3	2,33
50	0,377	-73%	-94%	-100%	50	1,4	1,5	3
100	0,309	-73%	-94%	-100%	100	1,5	1,6	4
500	0,208	-73%	-93%	-100%	500	2	2,33	8
1.000	0,179	-73%	-93%	-100%	1.000	2,33	2,33	10
	Promedio	-72%	-93%	-100%				

Tabla 3.22: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Tocuyo – Dos Cerritos, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	2.131	-18%	-40%	-54%	2,33	3	5	7
25	6.283	-6%	-26%	-36%	25	25	50	60
50	7.987	-3%	-23%	-31%	50	50	90	100
100	10.001	-1%	-19%	-27%	100	100	150	200
500	16.201	4%	-10%	-18%	500	400	600	800
1.000	19.696	6%	-6%	-14%	1.000	800	1.000	1.000
	Promedio	-3%	-21%	-30%				

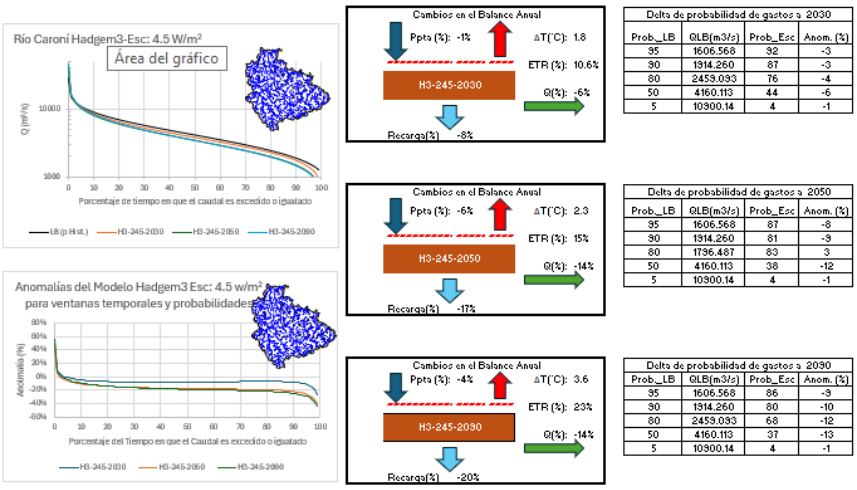


Figura 3.67: Proyecciones futuras para la cuenca del río Caroní bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

y a largo plazo a Q68. Así, el Q50 pasaría a Q44 a corto plazo, a Q38 a mediano plazo y a Q37 a largo plazo.

Es importante destacar que el cambio probabilístico en la disponibilidad del recurso podría ser de especial interés para el análisis de impactos económicos y de los servicios ambientales que ofrece el sistema de la cuenca analizada. Asimismo, las anomalías en las curvas de duración de caudales con respecto a los valores históricos estarían entre -1 % y -6 % a corto plazo, entre -3 % y -12 % a mediano plazo, y entre -1 % y -13 % a largo plazo, para la mayoría de los valores de caudales.

Se puede apreciar que la estacionalidad se acentúa tanto a corto como a largo plazo. Esto se evidencia en las probabilidades del 50 %, 75 % y 95 %, respectivamente, acentuándose las máximas anomalías positivas para los meses de mayo a junio, menores al 2 %, y las mayores anomalías negativas, superiores al -32 %, para los meses de diciembre a marzo en las diferentes ventanas temporales. También se espera que, a corto, mediano y largo plazo, los valores de los períodos de retorno en caudales mínimos diarios disminuyan en un 16 %, 32 % y 34 %, respectivamente. De igual manera, los mínimos para un Tr de 25 años en la simulación de línea base o pseudo histórica pasarían a 8, 3 y 2,33 años para el corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Los Tr de 50 años pasarían a 10, 4 y 3 años, y los gastos mínimos de Tr de 100 años pasarían a valores de 25, 7 y 5 años, respectivamente, para el corto, mediano y largo plazo (Tabla 3.23).

Tabla 3.23: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Caroní con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	1.467,157	-15%	-31%	-35%	2,33	1,5	1,1	1,09
25	927,973	-16%	-32%	-35%	25	8	3	2,33
50	843,529	-16%	-32%	-34%	50	10	4	3
100	772,601	-16%	-32%	-34%	100	25	7	5
500	642,925	-15%	-32%	-33%	500	100	20	10
1000	597,808	-15%	-32%	-32%	1.000	200	30	25
	Promedio	-16%	-32%	-34%				

En cuanto a los valores máximos, se exponen las anomalías en los valores de los períodos de retorno con respecto a aquellos de la línea base. De esta manera, se observa que los valores estimados de caudales máximos medios diarios para Tr aumentan en un 3 % a corto plazo, disminuyen en un 1 % a mediano plazo y aumentan en un 2 % a largo plazo. Por otro lado, los Tr para 25 años del pseudo histórico o de línea base pasarían a Tr de 20, 30 y 20 años para las diferentes ventanas temporales de corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Los Tr de 50 años pasarían a 30, 50 y 40 años, respectivamente, y los Tr de 100 años de la línea base pasarían a 70, 100 y 75 años, respectivamente (Tabla 3.24).

- HadGEM31-LL con SSP5-8.5. En este escenario, a corto plazo (año 2030), la precipitación en la cuenca disminuye en un 3 % y la temperatura aumenta en 1,9 °C, lo que ocasiona una reducción en la escorrentía del 9 % y en la recarga de los acuíferos del 11 %.

Esta última representa un impacto significativo en el sistema y un riesgo para el mantenimiento de los caudales base en los cursos de agua. A mediano plazo (año 2050), se espera una disminución del 7 % en la precipitación y un aumento de 3 °C en la temperatura, lo que resultaría en una reducción del 17 % en la escorrentía y del 21 % en la recarga. Esto implica una afectación considerable del flujo base en los cursos de agua superficiales. A largo plazo (año 2090), se prevé que la precipitación disminuya en un 11 % y la temperatura aumente en 5,9 °C, lo que ocasionaría una reducción del 29 % en la escorrentía y del 39 % en la recarga de los acuíferos (Figura 3.68).

El Q95 pasaría a Q87, Q86 y Q91 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente, lo que implica un bajo impacto en la disponibilidad del recurso, debido a la dificultad de proporcionar el recurso a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95). El Q80, de interés

Tabla 3.24: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Caroní con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	19.669	0%	-5%	-2%	2,33	2,33	3	2,33
25	26.556	2%	-3%	1%	25	20	30	20
50	28.457	3%	-2%	2%	50	30	50	40
100	30.385	3%	-1%	3%	100	70	100	75
500	35.044	5%	2%	4%	500	300	400	300
1.000	37.156	5%	4%	5%	1.000	500	700	500
	Promedio	3%	-1%	2%				

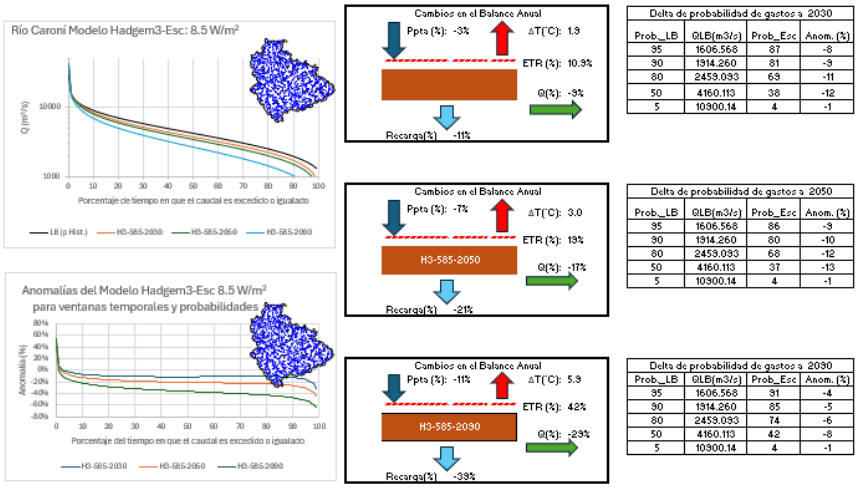


Figura 3.68: Proyecciones futuras para la cuenca del río Caroní bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

Fuente: MINEC, 2024

para riego, pasaría a Q69, Q68 y Q74 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente, observándose el mediano plazo como el más desfavorable para este uso. El Q50, a corto, mediano y largo plazo, pasaría a Q38, Q37 y Q42, respectivamente, mostrando un alto impacto del cambio en ventanas temporales tempranas. En cuanto a las anomalías de las curvas de duración de caudales, se puede observar que estas variarán entre reducciones del -1 % al -12 % a corto plazo, del -1 % al -13 % a mediano plazo, y del -1 % al -8 % a largo plazo.

La situación se torna más extrema para las diferentes probabilidades y ventanas temporales, ya que todas las anomalías serían negativas para todos los meses del año y probabilidades involucradas. Sin embargo, las menores anomalías se observarían en los meses de junio y julio. Los caudales extremos mínimos medios diarios disminuirán con respecto a la línea base en un 20 %, 36 % y 57 %, respectivamente (Tabla 3.25). Esto implica una mayor frecuencia de obtención de caudales mínimos en los cauces de la cuenca, reduciendo los períodos de retorno. Por ejemplo, los caudales mínimos de Tr 100 disminuirán en 7, 5 y 10 años a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. También se puede observar que estos disminuirán en valores de 1 %, 3 % y 7 % (Tabla 3.26). Esto sugiere poca variación en los períodos de retorno para los máximos esperados en las diferentes ventanas temporales a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 3.25: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Caroní, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Pseudo Hist	2030	2050	2090
2,33	1.467,157	-20%	-36%	-58%	2,33	1,1	1,09	1,3
25	927,973	-20%	-37%	-58%	25	3	2,33	6
50	843,529	-20%	-37%	-58%	50	4	3	10
100	772,601	-20%	-37%	-58%	100	7	5	10
500	642,925	-19%	-36%	-56%	500	20	10	70
1.000	597,808	-19%	-36%	-56%	1.000	30	25	100
	Promedio	-20%	-36%	-57%				

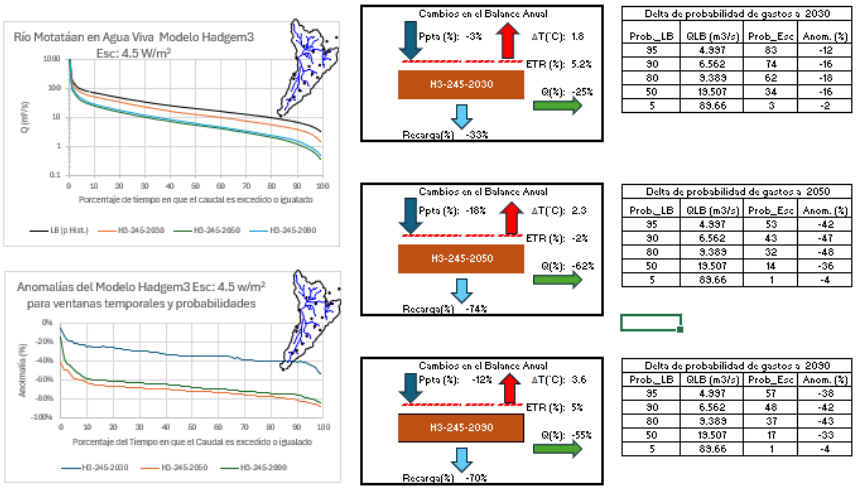
Tabla 3.26: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Caroní, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	19.669	-3%	-6%	-12%	2,33	2,33	3	5
25	26.556	-1%	-4%	-8%	25	25	30	50
50	28.457	0%	-3%	-7%	50	40	60	90
100	30.385	1%	-2%	-6%	100	90	100	150
500	35.044	2%	0%	-4%	500	300	500	700
1.000	37.156	3%	1%	-3%	1.000	700	900	1.000
	Promedio	1%	-3%	-7%				

Cuenca del río Motatán

- HadGEM31-LL con SSP2-4.5. A corto plazo, centrado en 2030, se puede observar que una disminución de precipitación del 3 % acompañada de un aumento en la temperatura 1,8 °C en toda la cuenca, podría llegar a representar una disminución del flujo en un 25 % y de 33 % en la recarga del acuífero, lo cual establece el impacto que tiene el aumento en la temperatura sobre el sistema estudiado. La ETR muestra una señal clara de aumento en un 5,2 % (Figura 3.69).

Aunque los análisis probabilísticos suponen estacionaridad y se presentan como referencia, se observa que el caudal medio de 32,90 m^3/s, derivado de la curva de duración de caudales, representa una probabilidad del 30 %, lo que indica una gran asimetría en la distribución. Así, el gasto con una probabilidad del 50 % pasaría a representar el 34 %, presentando una disminución de 16 puntos en su probabilidad de excedencia. El escenario a mediano plazo analizado, correspondiente al año 2050, se perfila como el más desfavorable, con una disminución del



Delta de probabilidad de gastos a 2030

Prob_LB	QLB (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.337	83	-12
90	6.562	74	-16
80	9.389	62	-18
50	19.507	34	-16
5	89.66	3	-2

Delta de probabilidad de gastos a 2050

Prob_LB	QLB (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.337	53	-42
90	6.562	43	-47
80	9.389	32	-48
50	19.507	14	-36
5	89.66	1	-4

Delta de probabilidad de gastos a 2090

Prob_LB	QLB (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.337	57	-38
90	6.562	48	-42
80	9.389	37	-43
50	19.507	17	-33
5	89.66	1	-4

Figura 3.69: Proyecciones futuras para la cuenca del río Motatán bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

18 % en la precipitación y un aumento de 2,4 °C en la temperatura. Esto resultaría en una disminución efectiva de la escorrentía del 62 % y una drástica reducción de la recarga del 74 %.

A largo plazo, en el año 2090, se espera una disminución de la precipitación del 12 % y un aumento de la temperatura de 3,6 °C, lo que implicaría una reducción de la recarga del 72 % y del gasto en un 55 %. Este escenario resulta ligeramente menos desfavorable que el estimado a mediano plazo. Los cambios probabilísticos para el abastecimiento de agua a poblaciones, representados por el Q95 o caudal a ser igualado o excedido el 95 % del tiempo, pasarían a Q83 a corto plazo, a Q53 a mediano plazo y a Q57 a largo plazo. Igualmente, el Q80, de interés para riego, pasaría a Q62 a corto plazo, a Q32 a mediano plazo y a Q37 a largo plazo. Así, el Q50 pasaría a Q34 a corto plazo, a Q32 a mediano plazo y a Q17 a largo plazo. Es importante destacar que el cambio probabilístico en la disponibilidad del recurso podría ser de especial interés para el análisis de impactos económicos y de los servicios ambientales que ofrece el sistema de la cuenca analizada. Asimismo, las anomalías en las curvas de duración de caudales con respecto a los valores históricos estarían entre -2 % y -18 % a corto plazo, entre -4 % y -48 % a mediano plazo, y entre -4 % y -43 % a largo plazo, para la mayoría de los valores de caudales.

La estacionalidad se acentúa tanto a corto como a largo plazo, lo que se evidencia en las probabilidades del 50 %, 80 % y 95 %, respectivamente, ya que todas las anomalías serían negativas para todos los meses del año. Específicamente, enero y junio presentan las anomalías más negativas para las probabilidades involucradas en las diferentes ventanas temporales. Se espera que, a corto, mediano y largo plazo, los caudales mínimos medios diarios disminuyan en un 58 %, 94 % y 87 %, respectivamente. De igual manera, los mínimos para un Tr de 25 años en la simulación de línea base o pseudo histórica pasarían a 4; 1,3 y 1,3 años para el corto, mediano y largo plazo. Los Tr de 50 años pasarían a 5; 1,4 y 1,4 años, y los gastos mínimos de Tr de 100 años pasarían a valores de 8; 1,5 y 1,6 años, respectivamente, para el corto, mediano y largo plazo (Tabla 3.27).

En cuanto a los valores máximos, se exponen las anomalías en los valores de los períodos de retorno con respecto a aquellos de la línea base. De esta manera, se observa que los valores estimados de caudales máximos medios diarios para diferentes períodos de retorno disminuyen en un 9 % a corto plazo, en un 41 % a mediano plazo y en un 21 % a largo plazo (Tabla 3.28).

Por otro lado, los Períodos de retorno para 25 años del pseudo histórico o de línea base pasaría a Tr de 25, 70 y 30 años para las diferentes ventanas temporales de corto mediano y largo plazo, los de Tr de 50 años pasarían a 50, 150 y 75 años, respectivamente y los de Tr de 100 años de línea base, pasarían a 100, 400 y 155 años, respectivamente.

- HadGEM31-LL con SSP5-8.5. En este escenario, a corto plazo (año 2030), la precipitación en la cuenca disminuye en un 7 % y la temperatura aumenta en 1,8 °C, lo que ocasiona una reducción en la escorrentía del 36 % y en la recarga de los acuíferos del 47 %. Esta última representa un impacto significativo en el sistema y un riesgo para el mantenimiento de los caudales base en los cursos de agua. A mediano plazo (año 2050), se espera una

Tabla 3.27: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	5,366	-49%	-87%	-86%	2,33	1,3	1,03	1,04
25	1,785	-58%	-93%	-87%	25	4	1,3	1,3
50	1,442	-59%	-94%	-87%	50	5	1,4	1,4
100	1,19	-60%	-95%	-87%	100	8	1,5	1,6
500	0,806	-61%	-96%	-86%	500	20	2	2
1.000	0,693	-62%	-96%	-86%	1.000	30	2	2,33
	Promedio	-58%	-94%	-87%				

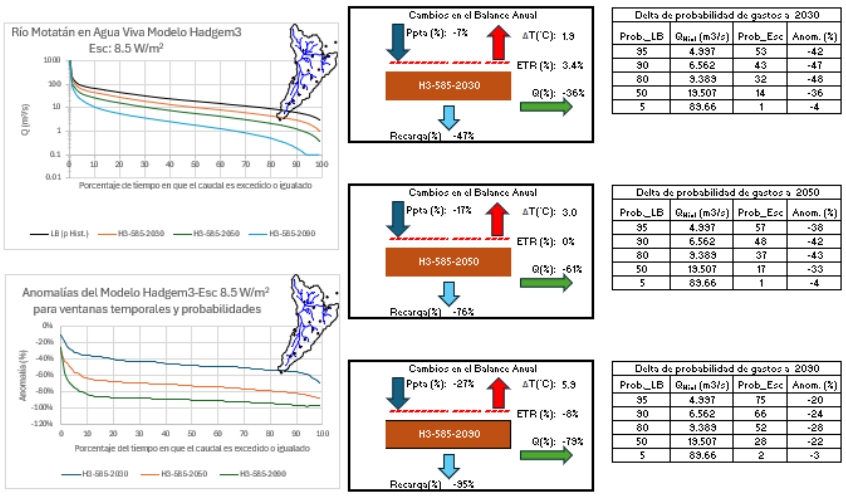
Tabla 3.28: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Pseudo Hist	2030	2050	2090
2,33	439	-7%	-28%	-19%	2,33	2,33	3	3
25	1.554	-7%	-33%	-15%	25	25	70	30
50	2.174	-8%	-37%	-17%	50	50	150	75
100	3.025	-9%	-41%	-20%	100	100	400	150
500	6.444	-12%	-52%	-27%	500	600	4.000	1.000
1.000	8.905	-14%	-56%	-31%	1.000	1.000	10.000	2.500
	Promedio	-9%	-41%	-21%				

disminución del 17 % en la precipitación y un aumento de 3 °C en la temperatura, lo que resultaría en una reducción del 61 % en la escorrentía y del 76 % en la recarga. Esto implica una afectación considerable del flujo base en los cursos de agua superficiales. A largo plazo (año 2090), se prevé que la precipitación disminuya en un 27 % y la temperatura aumente en 5,9 °C, lo que ocasionaría una reducción del 79 % en la escorrentía. Los sistemas acuíferos se verían gravemente afectados bajo este escenario, debido a que la recarga disminuiría en un 95 %, lo cual sería una situación alarmante para la cuenca (Figura 3.70).

El Q95 pasaría a Q53, Q57 y Q75 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente, lo que implica un alto impacto en la disponibilidad del recurso, debido a la necesidad de proporcionar el recurso a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95). El Q80, de interés para riego, pasaría a Q32, Q37 y Q52 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente, observándose el corto plazo como el más desfavorable para este uso. El Q50, a corto, mediano y largo plazo, pasaría a Q14, Q17 y Q28, respectivamente, mostrando un alto impacto en ventanas temporales tempranas.

En cuanto a las anomalías de las curvas de duración de caudales, se puede observar que estas variarán entre reducciones del -4 % al -48 % a corto plazo, del -4 % al -43 % a mediano plazo, y del -3 % al -28 % a largo plazo. Para este escenario, la variación estacional se torna más extrema para las diferentes probabilidades y ventanas temporales, ya que las anomalías serían negativas para todos los meses del año y probabilidades involucradas. Sin embargo, las menores anomalías se encontrarían en los meses de junio y julio. Se observa que los valores para los diferentes Tr disminuyen en 20 %, 36 % y 57 %, lo que implica que las frecuencias de mínimos aumentan, causando una disminución sensible de los períodos de retorno (Tabla 3.29). Así, los valores mínimos para Tr de 100 años se acercarían a Tr de 5, 7 y 10 años, respectivamente. También se observará la afectación de los máximos, que disminuirán en 3 % y 7 % a mediano y largo plazo, respectivamente, mostrando pequeñas variaciones en los períodos de retorno para las diferentes ventanas temporales (Tabla 3.30).



Delta de probabilidad de gastos a 2030

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
35	4.397	53	-42
30	6.562	43	-47
80	3.389	32	-48
50	19.507	14	-36
5	89.66	1	-4

Delta de probabilidad de gastos a 2050

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
35	4.397	57	-38
30	6.562	48	-42
80	3.389	37	-43
50	19.507	17	-33
5	89.66	1	-4

Delta de probabilidad de gastos a 2090

Prob_LB	Q_{Hist} (m3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
35	4.397	75	-20
30	6.562	66	-24
80	3.389	52	-28
50	19.507	28	-22
5	89.66	2	-3

Figura 3.70: Proyecciones futuras para la cuenca del río Motatán bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

Tabla 3.29: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5.

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Pseudo Hist	2030	2050	2090
2,33	5,366	-98%	-99%	-100%	2,33	1,03	1,04	1,2
25	1,785	-95%	-97%	-100%	25	1,3	1,3	2,33
50	1,442	-94%	-97%	-100%	50	1,4	1,4	3
100	1,19	-92%	-96%	-100%	100	1,5	1,6	4
500	0,806	-89%	-94%	-100%	500	2	2	8
1.000	0,693	-87%	-93%	-100%	1.000	2	2,33	10
	Promedio	-93%	-96%	-100%				

Tabla 3.30: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Motatán, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	439	-8%	-16%	-26%	2,33	2,33	2,33	3
25	1.554	-8%	-21%	-13%	25	30	40	30
50	2.174	-11%	-26%	-17%	50	60	100	80
100	3.025	-13%	-32%	-22%	100	100	300	200
500	6.444	-21%	-45%	-37%	500	800	3.000	1.000
1.000	8.905	-24%	-51%	-43%	1.000	1.000	10.000	7.000
	Promedio	-14%	-32%	-26%				

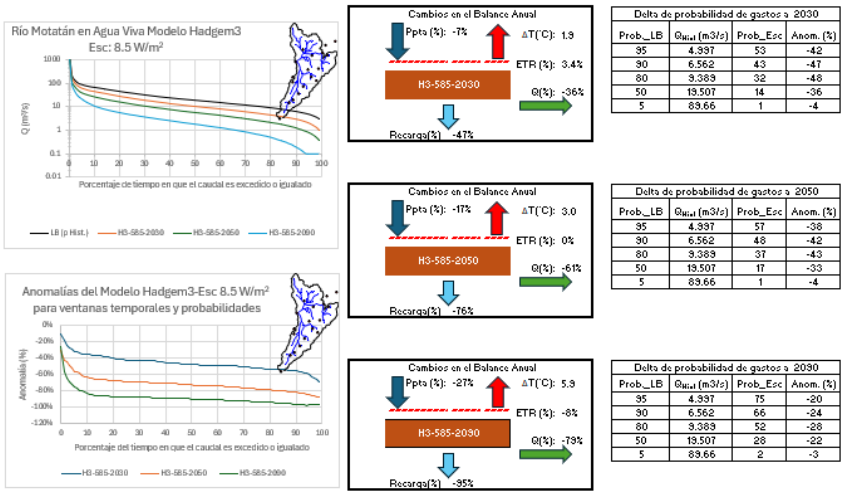
Cuenca del río Acarigua

- HadGEM31-LL con SSP2-4.5. Este escenario presenta, en general, una disminución de la precipitación anual para la cuenca estudiada (Figura 3.71). A corto plazo, centrado en 2030, se observa que una disminución de la precipitación del 1 %, acompañada de un aumento de la temperatura de 1,8 °C en toda la cuenca, podría representar una disminución del flujo en un 6 % y una reducción del 6 % en la recarga del acuífero. Esto establece el impacto del aumento de la temperatura sobre el sistema estudiado, probablemente debido a la competencia evapotranspirativa de los flujos, aunque la ETR muestra una señal clara de aumento del 9,2 %. Aunque los análisis probabilísticos suponen estacionaridad y se presentan como referencia, se observa que el caudal medio de 37,60 m^3/s, derivado de la curva de duración de caudales representa una probabilidad del 49 %, lo que indica una mínima asimetría en la distribución. Así, el gasto con una probabilidad del 50 % pasaría a representar el 46 %, presentando una disminución de 4 puntos en su probabilidad de excedencia.

El escenario a mediano plazo analizado, correspondiente al año 2050, se perfila como el más desfavorable, con una disminución del 9 % en la precipitación y un aumento de 2,3 °C en la temperatura. Esto resultaría en una disminución efectiva de la escorrentía del 18 % y una reducción de la recarga del 17 %. A largo plazo, en el año 2090, se espera una disminución de la precipitación del 6 % y un aumento de la temperatura de 3,6 °C, lo que implicaría una reducción de la recarga del 17 % y del gasto en 16 %. Este escenario resulta ligeramente menos desfavorable que el estimado a mediano plazo.

Los cambios probabilísticos para el abastecimiento de agua a poblaciones, representados por el Q95 o caudal a ser igualado o excedido el 95 % del tiempo, pasarían a Q93 a corto plazo, a Q90 a mediano plazo y a Q89 a largo plazo. Igualmente, el Q80, de interés para riego, pasaría a Q77 a corto plazo, a Q72 a mediano plazo y a Q72 a largo plazo. Así, el Q50 pasaría a Q46 a corto plazo, a Q54 a mediano plazo y a Q66 a largo plazo. El cambio probabilístico en la disponibilidad del recurso podría ser de especial interés para el análisis de impactos económicos y de los servicios ambientales que ofrece el sistema de la cuenca analizada. Asimismo, las anomalías en las curvas de duración de caudales con respecto a los valores históricos estarían entre -1 % y -4 % a corto plazo, entre -4 % y -8 % a mediano plazo, y entre -9 % y 16 % a largo plazo, para la mayoría de los valores de caudales.

La estacionalidad se acentúa tanto a corto como a largo plazo, lo que se evidencia en las probabilidades del 50 %, 80 % y 95 %, respectivamente, ya que todas las anomalías serían negativas para todos los meses del año. Específicamente, los meses de marzo a mayo presentan las anomalías más negativas para las probabilidades involucradas en las diferentes ventanas temporales. En lo que respecta a los períodos de retorno en caudales mínimos diarios, se espera que estos valores disminuyan en un 13 %, 30 % y 42 % a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. De igual manera, los mínimos para un Tr de 25 años en la simulación de línea base o pseudo



Delta de probabilidad de gastos a 2030			
Prob_LB	Q_{Hist} (m^3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.937	53	-42
90	6.562	43	-47
80	9.389	32	-48
50	19.507	14	-36
5	83.66	1	-4

Delta de probabilidad de gastos a 2050			
Prob_LB	Q_{Hist} (m^3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.937	57	-38
90	6.562	48	-42
80	9.389	37	-43
50	19.507	17	-33
5	83.66	1	-4

Delta de probabilidad de gastos a 2090			
Prob_LB	Q_{Hist} (m^3/s)	Prob_Esc	Anom. (%)
95	4.937	75	-20
90	6.562	66	-24
80	9.389	52	-28
50	19.507	28	-22
5	83.66	2	-3

Figura 3.71: Proyecciones futuras para la cuenca del río Acarigua bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP2-4.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

histórica pasarían a 10, 10 y 9 años para el corto, mediano y largo plazo. Los Tr de 50 años pasarían a 30, 20 y 10 años, y los gastos mínimos de Tr de 100 años pasarían valores de 75, 40 y 30 años, respectivamente, para el corto, mediano y largo plazo (Tabla 3.31).

En cuanto a los valores máximos, se exponen las anomalías en los valores de los períodos de retorno con respecto a aquellos de la línea base. Se observa que los valores estimados de caudales máximos medios diarios para diferentes períodos de retorno aumentan en un 8 % a corto plazo, disminuyen en un 9 % a mediano plazo y aumentan en un 5 % a largo plazo (Tabla 3.32).

- HadGEM31-LL con SSP5-8.5. A corto plazo (año 2030), la precipitación en la cuenca disminuye en un 3 % y la temperatura aumenta en 1,9 °C, lo que ocasiona una reducción en la escorrentía del 9 % y en la recarga de los acuíferos del 9 %. Esta última representa un impacto significativo en el sistema y un riesgo para el mantenimiento de los caudales base en los cursos de agua. A mediano plazo (año 2050), se espera una disminución del 9 % en la precipitación y un aumento de 3 °C en la temperatura, lo que resultaría en una reducción del 20 % en la escorrentía y del 19 % en la recarga. Esto implica una afectación considerable del

Tabla 3.31: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos en la cuenca del río Acarigua con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base	2030	2050	2090
2,33	2,019	-18%	-45%	-48%	2,33	1,8	1,25	1,2
25	0,405	-16%	-35%	-42%	25	10	10	9
50	0,274	-15%	-32%	-41%	50	30	20	10
100	0,189	-14%	-29%	-41%	100	75	40	30
500	0,082	-10%	-21%	-39%	500	400	250	150
1.000	0,058	-9%	-17%	-40%	1.000	800	600	300
	Promedio	-13%	-30%	-42%				

Tabla 3.32: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Acarigua con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5.

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP2-4.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base (p Hist)	2030	2050	2090
2,33	310	5%	-9%	5%	2,33	2	2,33	2
25	831	8%	-7%	8%	25	10	30	10
50	1.007	8%	-7%	7%	50	30	60	30
100	1.197	8%	-8%	6%	100	70	100	75
500	1.702	8%	-10%	3%	500	300	800	400
1.000	1.950	8%	-11%	1%	1.000	600	1.000	900
	Promedio	8%	-9%	5%				

flujo base en los cursos de agua superficiales. A largo plazo (año 2090), se prevé que la precipitación disminuya en un 15 % y la temperatura aumente en 5,9 °C, lo que ocasionaría una reducción del 35 % en la escorrentía. Los sistemas acuíferos se verían gravemente afectados bajo este escenario, debido a que la recarga disminuiría en un 35 %, lo cual sería una situación alarmante para la cuenca (Figura 3.72).

El Q95 pasaría a Q90, Q89 y Q93 a corto, mediano y largo plazo, respectivamente, lo que implica un bajo impacto en la disponibilidad del recurso, debido a la necesidad de proporcionar el recurso a las poblaciones en condiciones ideales de diseño (Q95). El Q80, de interés para riego, pasaría a Q72 a corto y mediano plazo, y a Q77 a largo plazo, observándose el corto y mediano plazo como los más desfavorables para este uso. El Q50 pasaría a Q40 a corto plazo, a Q54 a mediano plazo y a Q71 a largo plazo, mostrando un aumento en las ventanas temporales tempranas para mediano y largo plazo. En cuanto a las anomalías de las curvas de duración de

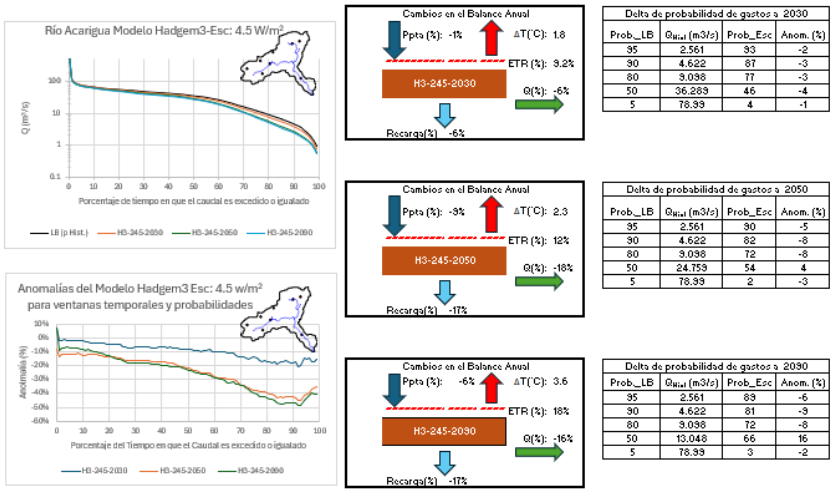


Figura 3.72: Proyecciones futuras para la cuenca del río Acarigua bajo el escenario climático HadGEM31-LL SSP5-8.5: Curvas de duración de caudales (CDC), balance hídrico y cambios probabilísticos a corto (2030), mediano (2050) y largo plazo (2090)

caudales, se puede observar que estas variarán entre reducciones del -3 % al -10 % a corto plazo, del -4 % al -9 % a mediano plazo, y del -4 % al 21 % a largo plazo.

La situación se torna más extrema para las diferentes probabilidades y ventanas temporales, ya que las anomalías serían negativas para todos los meses del año y probabilidades involucradas. Sin embargo, las menores anomalías se observarían en los meses de marzo y diciembre. La Tabla 3.33 muestra los períodos de retorno en caudales mínimos diarios, esperándose que estos valores disminuyan en un 88 %, 92 % y 93 % a corto, mediano y largo plazo, respectivamente. De igual manera, los mínimos para un Tr de 25 años en la simulación de línea base o pseudo histórica pasarían a 10, 9 y 10 años para el corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Los Tr de 50 años pasarían a 50, 10 y 30 años, y los gastos mínimos de Tr de 100 años pasarían a valores de 40, 30 y 75 años, respectivamente, para el corto, mediano y largo plazo.

En cuanto a los valores máximos, la Tabla 3.34 presenta un resumen de las anomalías en los valores de los períodos de retorno con respecto a aquellos de la línea base. De esta manera, se observa que los valores estimados de caudales máximos medios diarios para diferentes períodos de retorno disminuyen en un 4 % a corto plazo, en un 8 % a mediano plazo y en un 20 % a largo plazo. Por otro lado, los períodos de retorno para 25 años del pseudo histórico o de línea base pasaría a Tr de 25, 30 y 40 años respectivamente, para las diferentes ventanas temporales de corto mediano y largo plazo, los de Tr de 50 años se situarían en 50, 60 y 100 años, respectivamente y los de Tr de 100 años de línea base, se situarían en 100, 100 y 300 años, respectivamente.

Tabla 3.33: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para mínimos extremos en la cuenca del río Acarigua, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmín HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias cambio de los Tr para las nuevas ventanas temporales			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base (p Hist.)	2030	2050	2090
2,33	2,019	-99%	-99%	-100%	2,33	1,25	1,2	1,8
25	0,405	-96%	-97%	-98%	25	10	9	10
50	0,274	-93%	-96%	-96%	50	20	10	30
100	0,189	-90%	-94%	-95%	100	40	30	75
500	0,082	-78%	-85%	-88%	500	250	150	400
1.000	0,058	-69%	-79%	-83%	1.000	600	300	800
	Promedio	-88%	-92%	-93%				

Tabla 3.34: Valores tendenciales de cambio en períodos de retorno (Tr) para máximos extremos en la cuenca del río Acarigua, con base en el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Valores extremos de Qmáx HadGEM31-LL-SSP5-8.5					Tendencias aprox. en cambio de los Períodos de Retorno (Tr)			
Tr	Línea Base (m3/s)	2030	2050	2090	Tr Línea Base (p Hist.)	2030	2050	2090
2,33	310	-5%	-11%	-15%	2,33	2,33	2,33	2,33
25	831	-4%	-7%	-14%	25	25	30	40
50	1.007	-4%	-7%	-16%	50	50	60	100
100	1.197	-4%	-7%	-19%	100	100	100	300
500	1.702	-4%	-7%	-26%	500	600	700	6.000
1.000	1.950	-4%	-8%	-29%	1.000	1.000	1.000	10.000
	Promedio	-4%	-8%	-20%				

3.3.3.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Como se demostró en el análisis de los escenarios climáticos, tanto la disminución de las tasas de precipitación como el aumento de la temperatura afectarán la disponibilidad de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, en las cuencas analizadas. Los efectos derivados de esta disminución en los caudales y la recarga de acuíferos se traducirán en un potencial estrés hídrico, que se agudizará conforme aumente el consumo de agua, ya sea por el crecimiento de las poblaciones humanas o por el incremento de los requerimientos del recurso para usos agrícolas e industriales. No obstante, la vulnerabilidad de este sector puede ser mitigada mediante las acciones de adaptación previstas a nivel nacional (ver sección 3.3) para reducir la vulnerabilidad de los recursos hídricos a los impactos del cambio climático (Figura 3.73).

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, en la Tabla 3.35 se señalan los indicadores que son contemplados para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático de los recursos hídricos, para el caso del almacenamiento de agua superficial, considerando los siguientes elementos:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación (Figura 3.74) e incremento de la temperatura (Figura 3.75), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

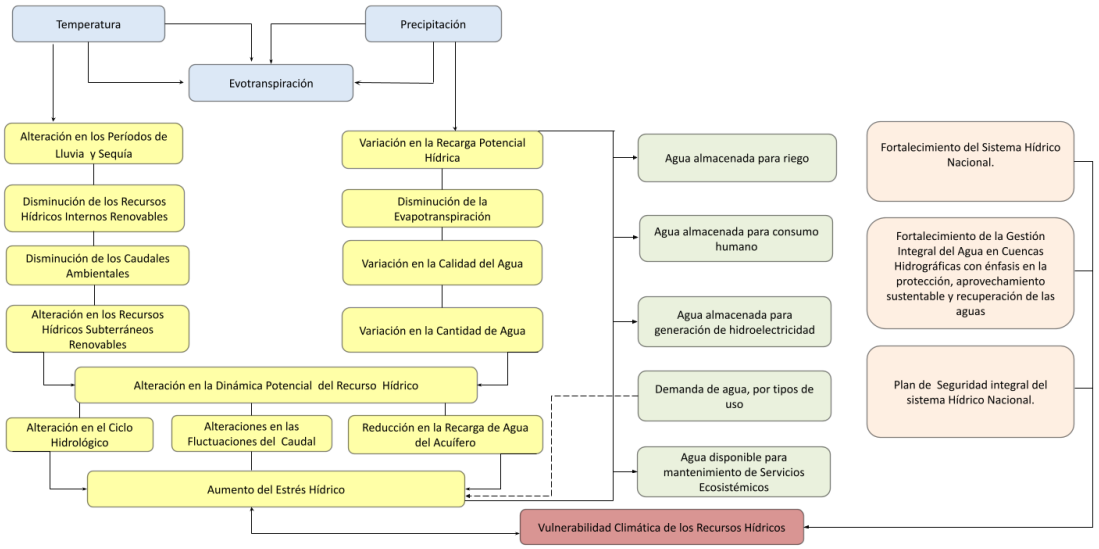


Figura 3.73: Cadena de impactos del sector agua

Tabla 3.35: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de los recursos hídricos por capacidad de almacenamiento en embalses

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual por región hidrográfica (%)
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima por región hidrográfica (°C)
Sensibilidad	Aprovechamiento de los recursos hídricos para diversos usos	Factor Normalizado de capacidad de almacenamiento de agua superficial por región hidrográfica
Capacidad de Adaptación	Fortalecimiento del sector recursos hídricos	Factor de adaptación del sector recursos hídricos

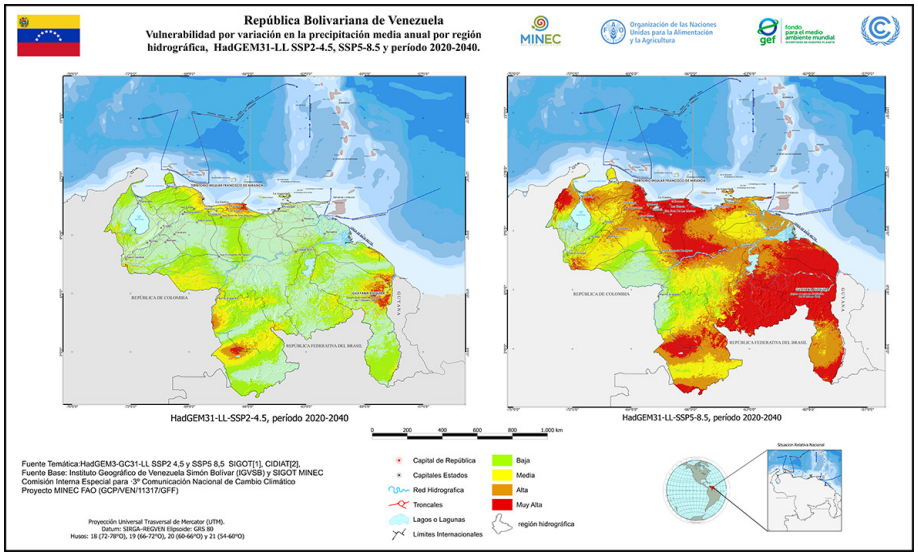


Figura 3.74: Exposición por variación en la precipitación media anual por región hidrográfica, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040

El factor del componente de sensibilidad viene representado por el factor normalizado de la capacidad de almacenamiento de agua superficial por región hidrográfica (Figura 3.76).

El factor de adaptación para este sector considera las siguientes acciones establecidas: i) Fortalecimiento del Sistema Hídrico Nacional, ii) Fortalecimiento de la Gestión Integral del Agua en Cuencas Hidrográficas, con énfasis en la protección, aprovechamiento sustentable y recuperación de las aguas, y iii) Plan de Seguridad Integral del Sistema Hídrico Nacional. Considerando el alcance nacional de estas acciones y un posible cambio transformacional hacia la reducción de los efectos adversos del cambio climático, se estima que la adaptación en este sector se encuentra en proceso, lo cual representaría una vulnerabilidad media (asumiéndose un valor de 3 para este indicador) (Figura 3.77).

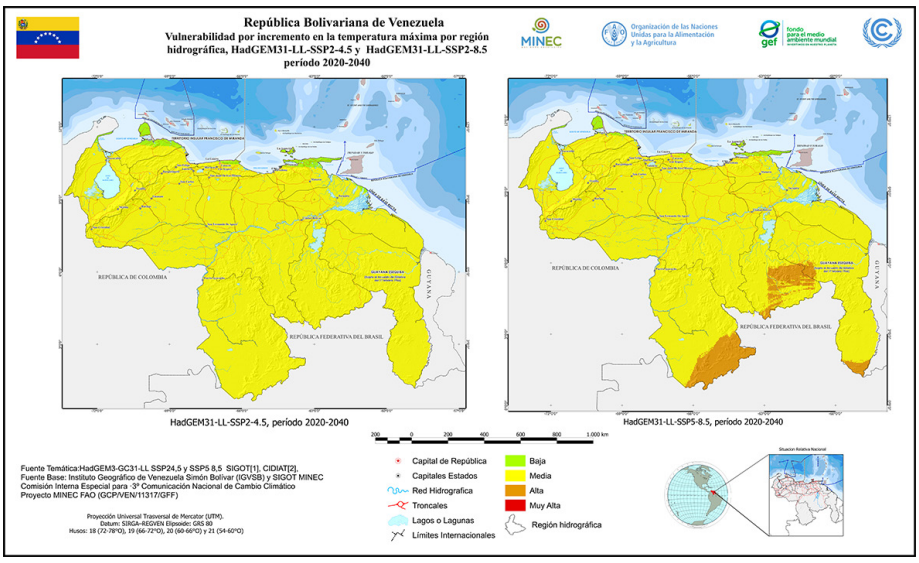


Figura 3.75: Exposición por variación en la temperatura máxima anual por región hidrográfica, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040

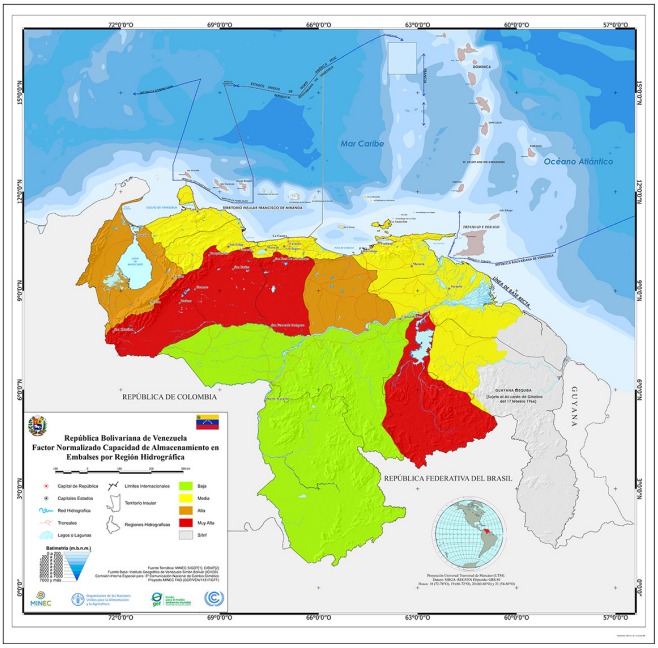


Figura 3.76: Sensibilidad por factor normalizado capacidad de almacenamiento en embalses por región hidrográfica.4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040

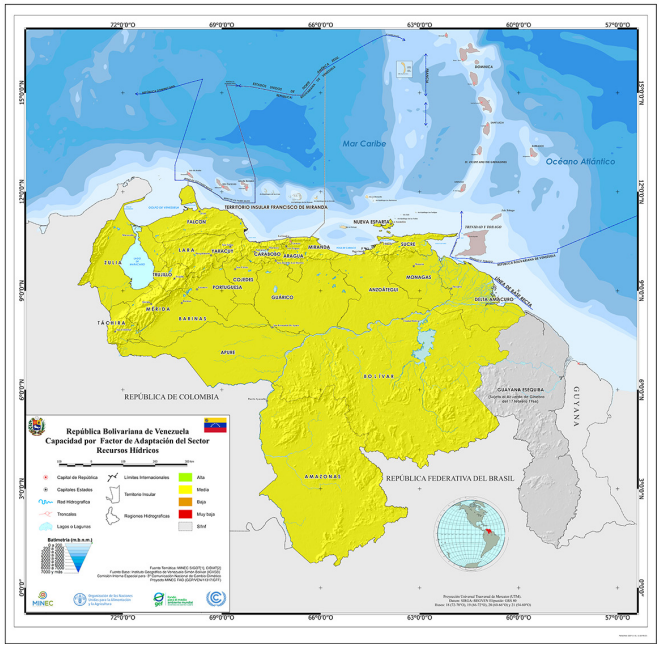


Figura 3.77: Capacidad de adaptación del sector recursos hídricos.4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040

Analizados los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de los recursos hídricos por capacidad de almacenamiento en embalses por región hidrográfica, la Figura 3.78 presenta la distribución de la vulnerabilidad para este sector en el período 2020-2040. Los resultados destacan que, para el escenario derivado del modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 74 % de las regiones hidrográficas presentan una vulnerabilidad media, el 15 % una vulnerabilidad baja y el 11 % una vulnerabilidad alta (Figura 3.79). En el escenario más desfavorable para el mismo período, el nivel medio de vulnerabilidad abarca el 53 % de las regiones, mientras que el nivel alto cubre el 39 %, y los niveles bajo y muy alto se manifiestan en el 5 % y 3 %, respectivamente (Figura 3.80).

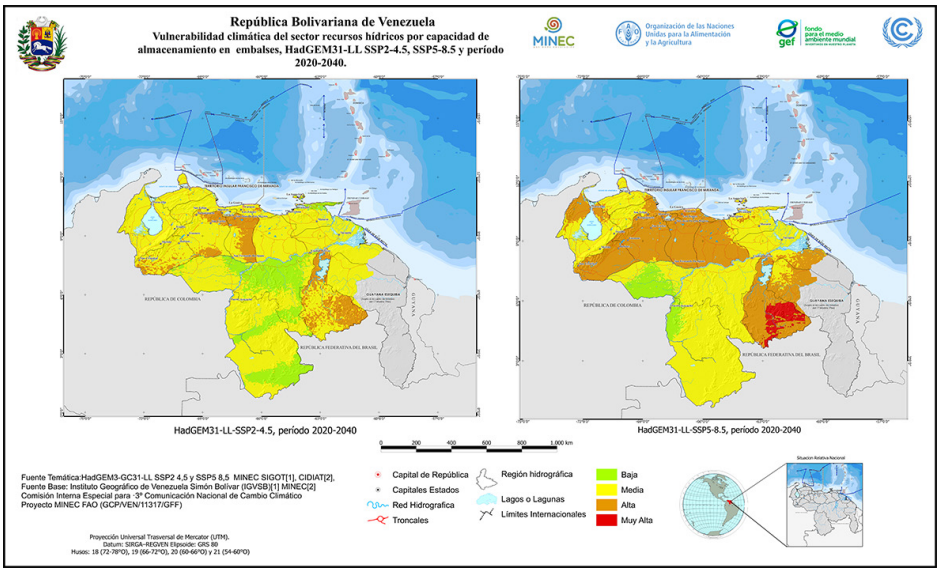


Figura 3.78: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos por capacidad de almacenamiento en embalses, HadGEM31-LL SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2020-2040

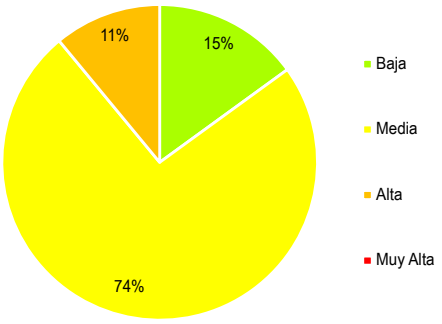


Figura 3.79: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2020-2040.

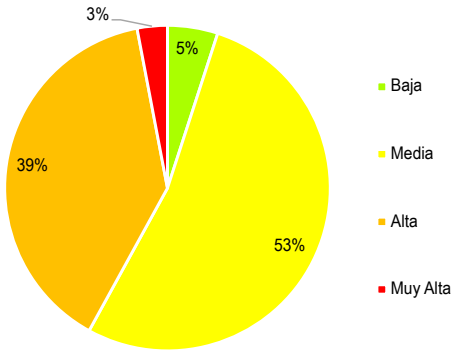
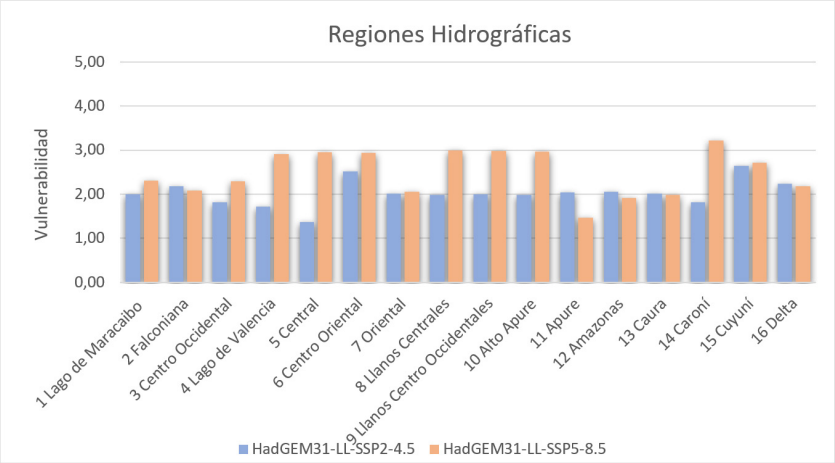


Figura 3.80: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2020-2040.

En el período evaluado, bajo el escenario derivados de HadGEM31-LL-SSP2-4.5, la región hidrográfica más vulnerable es Llanos Centrales, seguida de Caroní y Llanos Centro Occidentales, siendo Delta la menos vulnerable. En el escenario basado en el HadGEM31-LL-SSP5-8.5, Caroní sería la región más vulnerable, seguida de Llanos Centrales y Llanos Centro Occidentales, siendo Apure la menos vulnerable. El 17 % de los Embalses del país, en el primer escenario exhiben una vulnerabilidad media y en el escenario más crítico este porcentaje aumenta significativamente, reflejando que el 68,22 % de los embalses serían afectados (Figura 3.81), en ambos escenarios Guri, Macagua, Caruachi, Uribante, Guataparo, Camatagua, Caparo, Vílchez, Guárico, Tierra Blanca, Pao-Cachinche, Guanapito, Cabuy, Tiznado, Pao, La Balsa y Las Majaguas, serían los más afectados, esto pone en riesgo tanto la generación de hidroelectricidad como la dotación de agua para consumo humano y riego.

a) Vulnerabilidad de las regiones hidrográficas



b) Vulnerabilidad de los sistemas de embalses

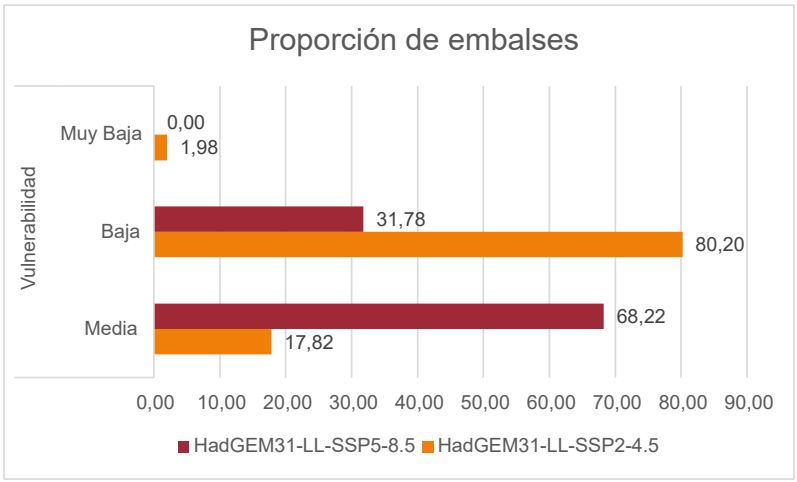


Figura 3.81: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector recursos hídricos según HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040.

3.3.4. Sector Asentamientos Urbanos (viviendas)

3.3.4.1. Situación actual

Conforme a los datos del Sistema de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio (SIGOT), se puede estimar que en Venezuela para el año 2010, el perímetro de las poligonales urbanas en el país ocupaban 2.907 km^2. Conforme a su superficie, Zulia representa el estado con mayor área urbana con 4.006,06 km^2, Delta Amacuro el de menor área, con 8,2 km^2 y Amazonas no contaba con poligonal urbana delimitada. El Distrito Capital se posiciona como la entidad con mayor proporción de superficie catalogada como urbana, con 27 %, seguido de Miranda con 17,71 %. En el 2023, el MPPP[18], reportó que 29.728.927 habitantes se consideraban población urbana en el país, Amazonas es el estado con menor población urbana y Zulia ocupa el primer lugar con 4.503.904 habitantes en la poligonal urbana (Tabla 3.36).

Conforme al orden, Caracas ocupa el primer orden, y ya en un segundo orden figuran Barcelona, Maracay, Valencia, San Cristóbal, Maturín, Maracaibo, Barquisimeto y Ciudad Guayana. Las ciudades con valor turístico, como Mérida y Porlamar entran en tercer orden (Figura 3.82), los valores mensuales promedio de la precipitación y temperaturas según el registro histórico se presentan en la Tabla 3.37.

Tabla 3.36: Superficie y aspectos demográficos de los asentamientos urbanos, por estado

Entidad	Poligonal Urbana		Población	
	Superficie (km²)	% del territorio	Urbana (hab)	Rural (hab)
Amazonas	0,00	0,00	108.232	71.284
Anzoátegui	266,50	0,62	1.693.031	155.884
Apure	31,66	0,04	426.273	165.838
Aragua	203,46	2,94	1.962.599	92.206
Barinas	73,93	0,21	779.343	301.199
Bolívar	147,72	0,06	1.393.689	308.007
Carabobo	291,02	6,26	2.662.833	45.288
Cojedes	39,47	0,27	361.323	78.409
Delta Amacuro	8,24	0,02	158.618	85.537
Distrito Capital	117,46	27,13	2.313.265	28.487
Falcon	75,41	0,30	859.858	295.865
Guárico	105,94	0,16	763.199	179.574
Guayana Esequiba	S/I	S/I	S/I	S/I
La Guaira	1.946,00	47,94	407.189	46.139
Lara	19.800,00	206,44	1.849.779	318.262
Mérida	11.300,00	64,41	849.544	185.117
Miranda	1.950,00	286,90	3.143.140	117.261
Monagas	28.900,00	89,33	941.814	182.663
Nueva Esparta	1.150,00	64,34	590.812	21.008
Portuguesa	15.200,00	96,19	839.934	256.936
Sucre	11.800,00	110,99	930.514	576.056
Táchira	11.100,00	88,86	1.203.438	195.039
Trujillo	7.500,00	37,27	718.212	182.576
Yaracuy	7.100,00	53,15	624.375	144.377
Zulia	63.100,00	400,06	4.147.913	355.991
Dependencias Federales	0,00	0,00	0,00	2.087

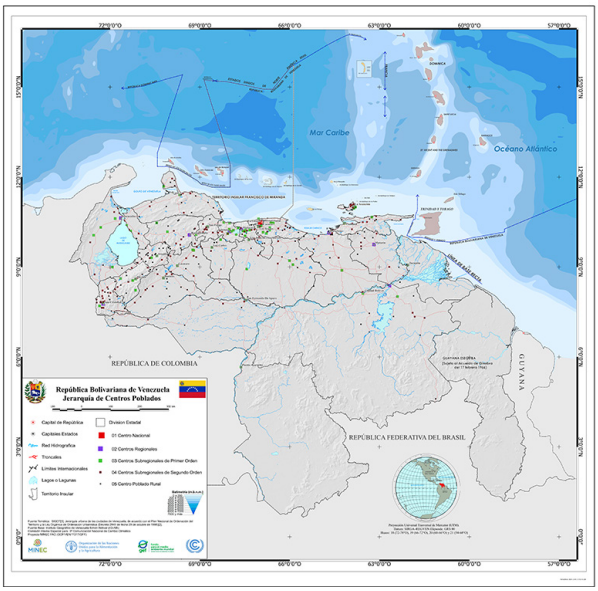


Figura 3.82: Jerarquización de centros urbanos

3.3.4.2. Situación futura

La Tabla 3.37 presenta las proyecciones climáticas del modelo HadGEM3-GC31-LL para las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP2-4.5 y SSP5-8.5, correspondientes al período 2041-2060, en las ciudades de primer, segundo y tercer orden mencionadas en el apartado anterior. En general, las proyecciones climáticas indican un incremento significativo en las temperaturas en todas las ciudades analizadas, con mayores aumentos bajo el escenario SSP5-8.5. San Cristóbal, Mérida y Ciudad Guayana presentan las mayores variaciones. Caracas, Maracay y Valencia muestran reducciones notables en la precipitación, especialmente bajo el SSP5-8.5, lo que sugiere una mayor exposición a sequías. Mérida experimenta menos variabilidad en la precipitación media anual, pero un aumento significativo en la temperatura. Porlamar, aunque muestra el menor cambio en la temperatura, presenta reducciones moderadas en la precipitación. Estos cambios en Mérida y Porlamar no solo afectan a los habitantes, sino también a las actividades turísticas y la economía.

Tabla 3.37: Variaciones de la precipitación media anual y la temperatura media según el modelo HadGEM31-LL en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, período 2021-2040 en las principales ciudades del país

Ciudad	Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
	Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Caracas	1.015,00	-72,56	-135,98	25,20	1,53	1,60
Barcelona-Puerto La Cruz	920,00	-27,42	-83,87	31,62	1,58	1,68
Maracay	973,00	-57,55	-115,50	30,25	1,69	1,81
Valencia	1.055,00	-51,35	-107,22	30,07	1,75	1,89
San Cristóbal	2.586,00	19,53	-47,35	26,73	2,05	2,42
Maturín	1.280,00	8,54	-60,79	30,93	1,70	1,84
Maracaibo	903,00	-9,63	-78,18	32,49	1,73	2,02
Barquisimeto	960,00	-18,44	-83,64	30,06	1,82	2,04
Ciudad Guayana-San Félix	1.249,00	33,36	-74,02	31,53	1,80	2,07
Mérida	1.165,68	-3,48	-37,36	23,79	2,05	2,39
Porlamar	846,23	-24,92	-71,38	31,10	1,39	1,40

Estas proyecciones sugieren que estas ciudades podrían enfrentar mayores riesgos climáticos, con implicaciones para la salud pública y la gestión del agua.

Con el fin de fortalecer el sector asentamientos urbanos y materializar en forma masiva y acelerada las condiciones para un disfrute sano y equitativo de los derechos sociales contemplados en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela[19], el Estado ha creado un conjunto de programas sociales de gran envergadura bajo la figura de Misiones y Grandes Misiones. Entre estas, destaca la Gran Misión Vivienda Venezuela, que facilita el acceso a viviendas económicas y amigables con el ambiente para un gran número de familias afectadas por eventos climáticos extremos. Esta misión implica la creación de sistemas constructivos innovadores mediante la implementación de tecnologías locales y la transferencia de tecnología a través de convenios con países como China, Irán y Bielorrusia, lo que ha permitido reorganizar los espacios urbanos.

Un aspecto relevante de este sector, es el hecho de que en las Conferencias de las Partes (COP), órgano político supremo de la CMNUCC, se ha resaltado que la Gran Misión Vivienda es una política de adaptación exitosa del Estado venezolano. En la actualización de las CDN del sector en 2021, planteó contribuir a la adaptación al cambio climático en el país mediante la construcción de viviendas resilientes, la promoción de ciudades sostenibles y la reducción de la vulnerabilidad de la población ante eventos climáticos extremos. En este sentido, el sector se fijó como meta al 2030, la construcción de 5.700.000 viviendas, como parte de los esfuerzos por satisfacer la demanda habitacional y mejorar la calidad de vida de las familias venezolanas.

3.3.4.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

La vulnerabilidad ante el cambio climático de los asentamientos urbanos en Venezuela es un tema de preocupación debido a la exposición de estas áreas a fenómenos climáticos extremos (Alruiz & Torrealba, 2018). La disminución de la disponibilidad hídrica puede generar escasez de agua potable, afectando la salud y las actividades económicas. Los eventos climáticos extremos como las inundaciones pueden forzar el desplazamiento de personas, generando presión sobre otros asentamientos y aumentando la vulnerabilidad de la población afectada. Además, los impactos del cambio climático pueden gradualmente afectar los medios de vida, aumentar la pobreza y la desigualdad en las zonas urbanas. Por otro lado, el aumento de la temperatura y la escasez de agua pueden propagar enfermedades y afectar la salud pública (Figura 3.83).

La evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de los asentamientos urbanos es un proceso complejo que requiere la consideración de múltiples factores interrelacionados. En este contexto, la selección de los factores adecuados para evaluar la sensibilidad es crucial para comprender cómo los cambios climáticos proyectados por el modelo HadGEM3-GC31-LL bajo los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, afectarán a los asentamientos urbanos, y, en última instancia, para diseñar estrategias de adaptación efectivas (Tabla 3.38).

- Los factores del componente de exposición son las variaciones de la precipitación y la temperatura, según el modelo HadGEM3-GC31-LL con los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (Figuras 3.84 y 3.85).

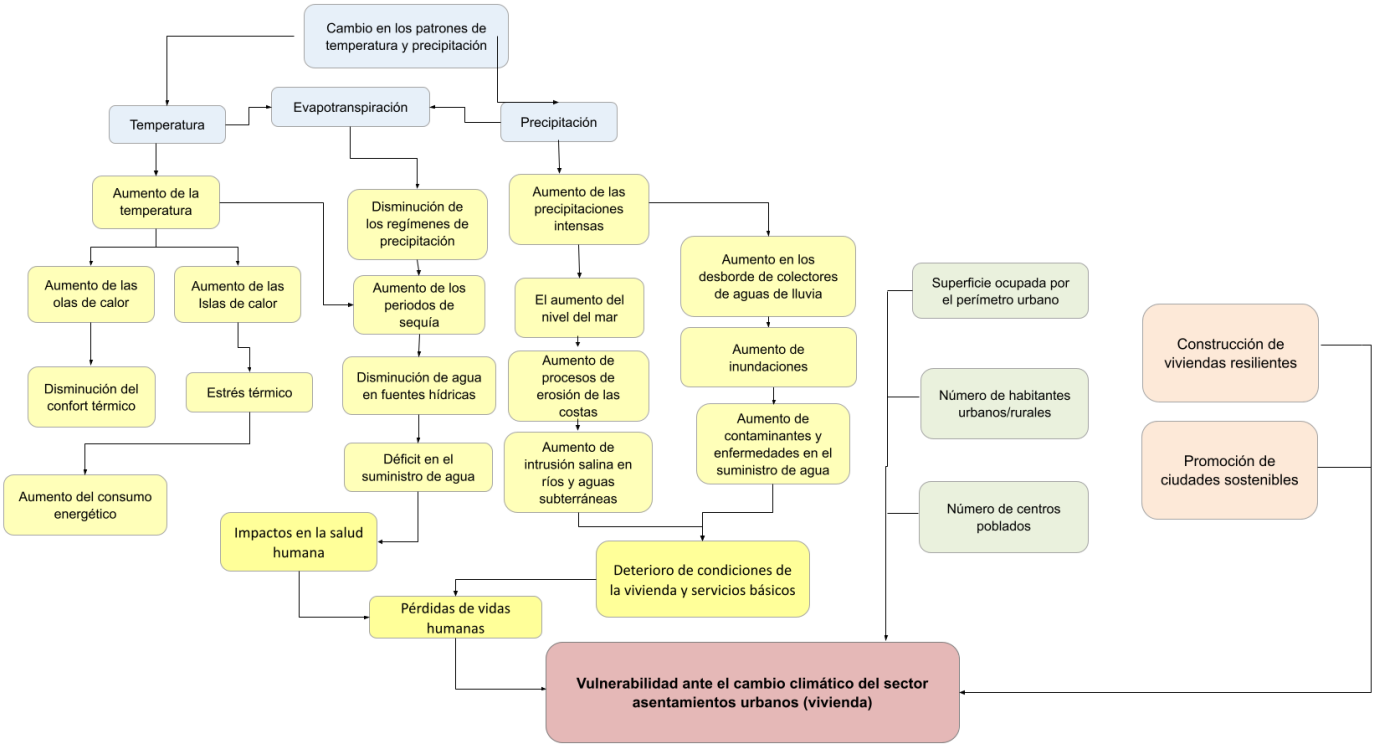


Figura 3.83: Cadena de impactos del sector Asentamientos Urbanos (viviendas)

Tabla 3.38: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de sector Asentamientos Urbanos (viviendas)

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual.
	Temperatura	Variación de la temperatura máxima.
Sensibilidad	Población	Factor normalizado de proporción del territorio ocupada por asentamientos urbanos.
		Factor normalizado de número de centros poblados.
		Factor normalizado de proporción de población urbana.
Capacidad de Adaptación	Construcción de Viviendas a Nivel Nacional	Factor de adaptación del sector Asentamientos Urbanos (viviendas) basado en las acciones y medidas reportadas por el sector en la actualización de CDN en 2021.

- Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con factores normalizados de la proporción del territorio ocupada por asentamientos urbanos, la proporción de población urbana y el número de centros poblados (Figuras 3.86).
- La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector Asentamientos Urbanos (viviendas). En la actualización de las CDN del sector en 2021, se planteó contribuir a la adaptación al cambio climático en el país mediante la construcción de viviendas resilientes, la promoción de ciudades sostenibles y la reducción de la vulnerabilidad de la población ante eventos climáticos extremos; conforme a esto, se plantea que la adaptación del sector se encuentra en consolidación y se asume entonces un factor de adaptación moderado.

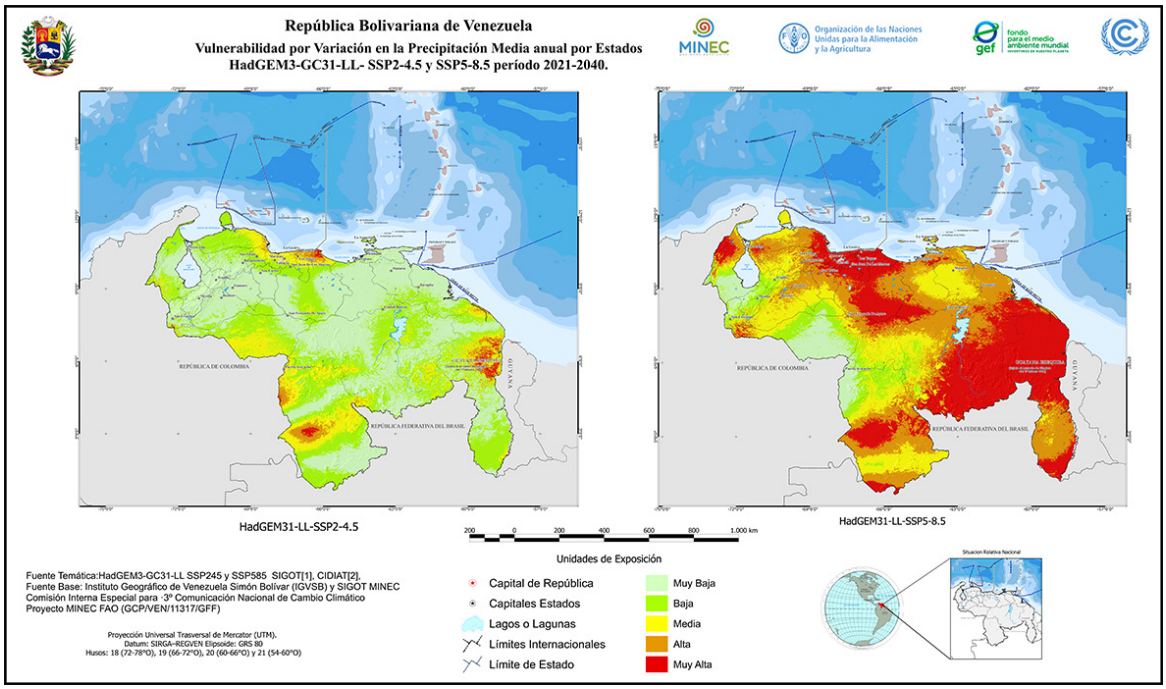


Figura 3.84: Exposición por variación en la precipitación media anual por estados, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y 8.5 período 2021-2040

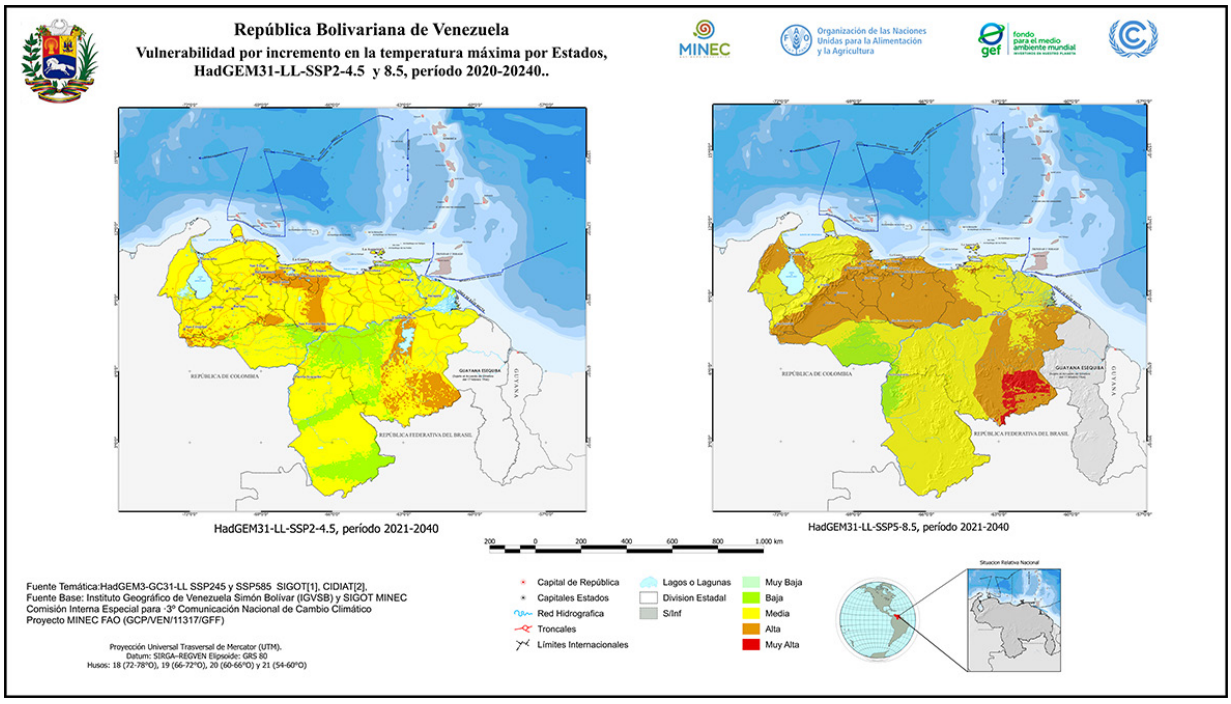


Figura 3.85: Exposición por incremento en la temperatura máxima por estados, HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y 8.5, período 2021-2024

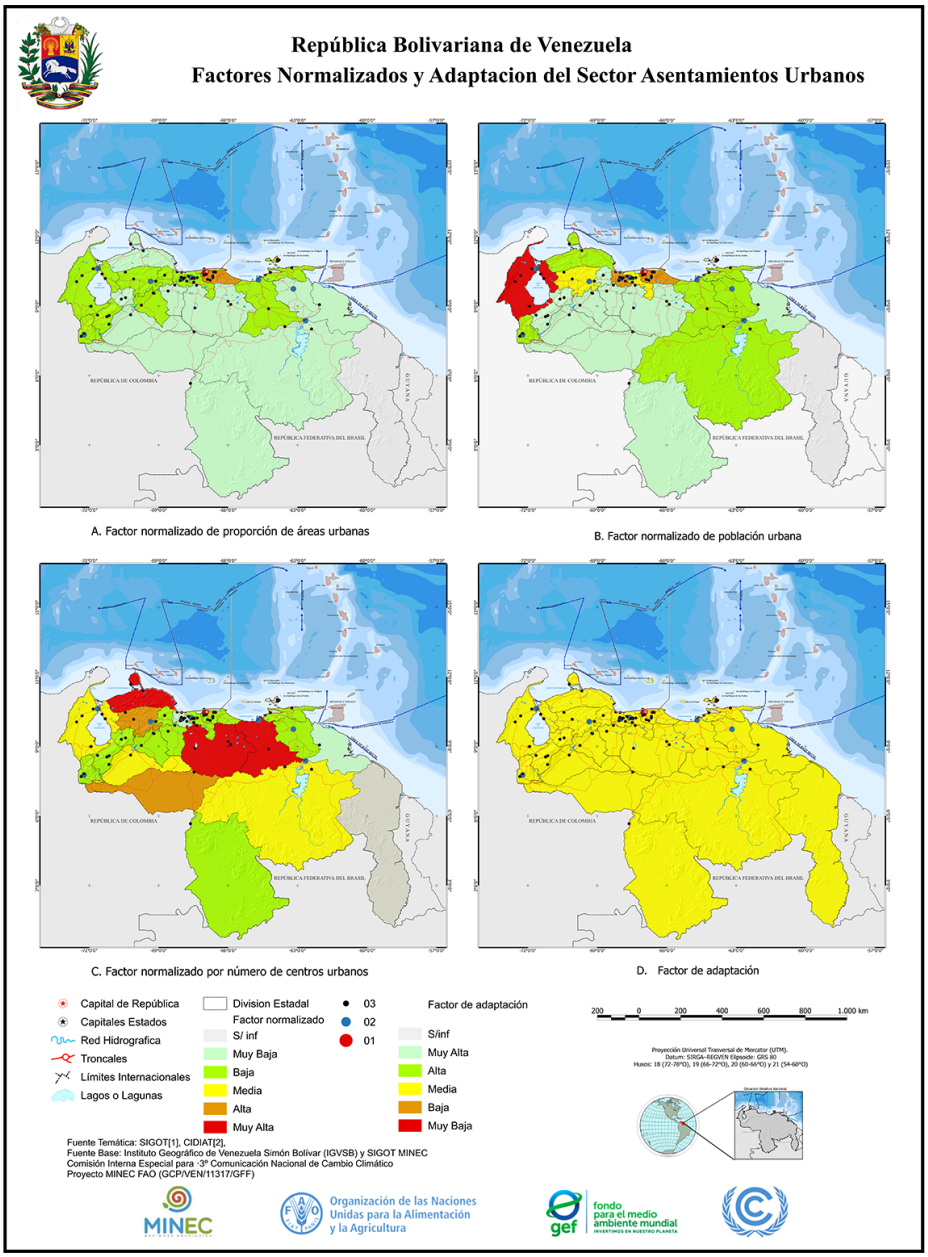


Figura 3.86: Factores del componente de sensibilidad para el sector asentamientos urbanos (vivienda)

Es importante señalar que estos factores no son exclusivos y pudiesen considerarse otros relevantes, como la calidad de la infraestructura, la capacidad de respuesta institucional y la disponibilidad de recursos financieros. No obstante, los factores seleccionados ofrecen una primera aproximación para evaluar la sensibilidad de los asentamientos urbanos y guiar la toma de decisiones en adaptación climática.

La Figura 3.87 ilustra la distribución espacial de la vulnerabilidad climática en el sector de asentamientos urbanos según los escenarios climáticos HadGEM31-LL bajo el SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040. En el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 49 % del territorio nacional exhibe una vulnerabilidad baja, correspondiéndose con las zonas donde la poligonal urbana ocupa las menores proporciones respecto al territorio del estado, el 37 % muestra una vulnerabilidad media y el 1 % una vulnerabilidad alta, manifestándose esta sobre el estado Miranda, en este se reflejó una mayor sensibilidad por tamaño de la población urbana, respecto al territorio.

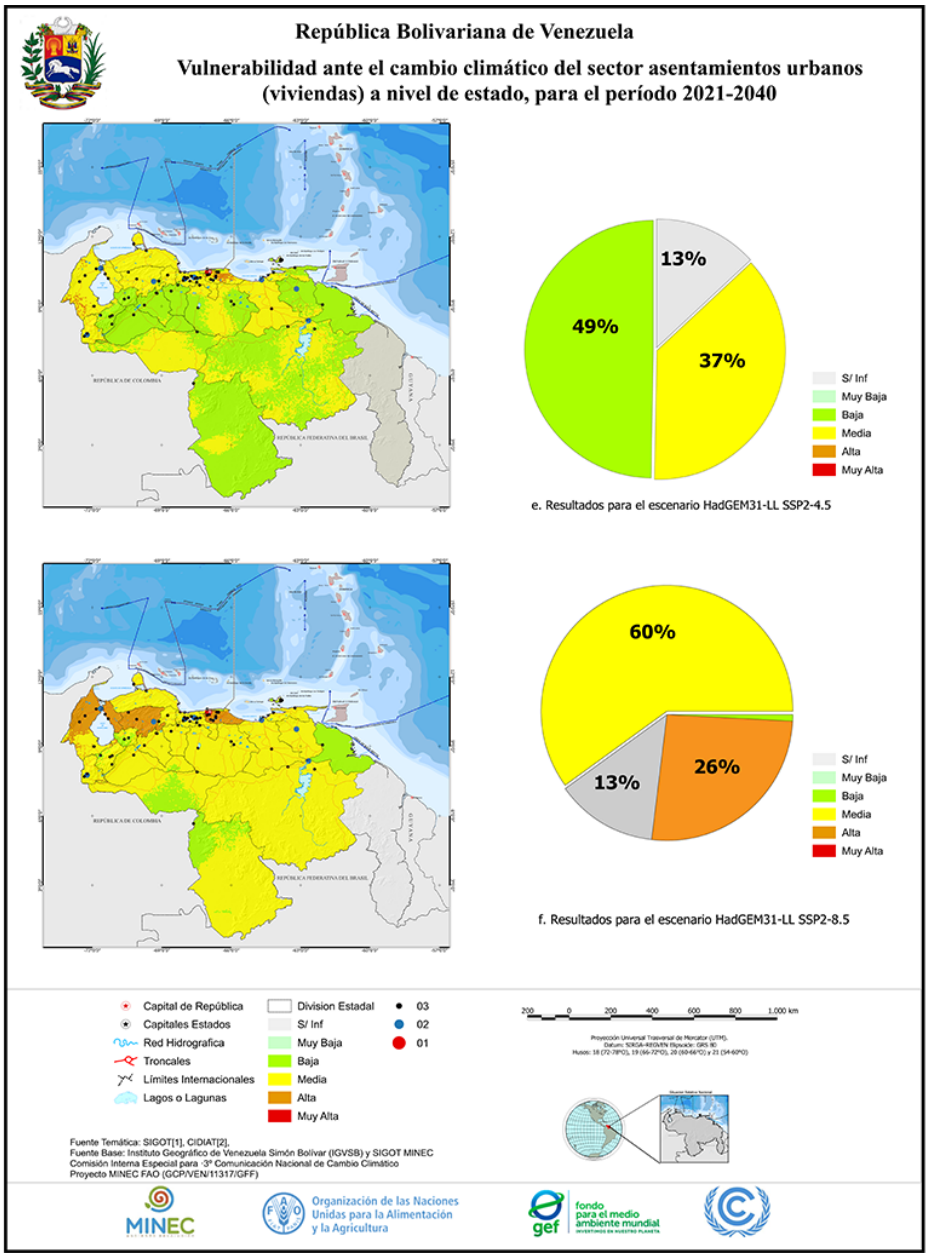


Figura 3.87: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector asentamientos urbanos (viviendas) a nivel de estado, para el período 2021-2040

En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 60 % reflejó una vulnerabilidad media en aquellas zonas de menor población y un 26 % de vulnerabilidad alta, exhibida en Sucre, parte de Zulia, los estados llaneros del país y en el sistema Lara–Falcón. En ambos escenarios, 13 % del área evaluada no cuenta con información.

3.3.5. Sector Ciencia y Tecnología

3.3.5.1. Situación actual

Conforme a lo reflejado en las CDN (2021), la transferencia de tecnología en el país se ha materializado a través de convenios de cooperación e intercambio entre países, instituciones y centros de investigación, así como en programas y proyectos que responden habitualmente a políticas de Estado y que han impulsado el desarrollo y crecimiento de los diversos sectores de la sociedad, mediante el acceso al conocimiento y experiencia de los grupos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. El Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología ha financiado 128 proyectos de investigación en el área de cambio climático CDN (2021). Estos proyectos fueron seleccionados en convocatorias abiertas a comunidades organizadas, fundaciones,

universidades y centros de investigación en todo el territorio nacional. Se enfocan en obtener resultados con opciones reales que den respuesta al tema de la mitigación y adaptación para sectores como: energías complementarias, producción agrícola sustentable, educación, vivienda, inventario de emisiones, información básica, modelos predictivos, conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.

De allí que el MINCYT (2024)[20] expresó que el cambio de paradigma que exige actualmente la sociedad venezolana pasa por cimentar en ella, una cultura de la ciencia y tecnología, donde todas las personas e instituciones trabajen en armonía, apuntando al desarrollo, actualización y potenciación de los procesos y ámbitos relacionados al proyecto nacional. En este sector, es crucial destacar los programas de monitoreo y observación sistemática de variables relevantes para la investigación climática, que abarcan aspectos meteorológicos y oceanográficos en diversas zonas climáticas del país. En la última década, estas iniciativas han resultado en una mejora significativa, incrementando las capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico, la predicción climática y el monitoreo en tiempo real de algunos parámetros ambientales. Sin embargo, las medidas coercitivas unilaterales[21] representan un riesgo para la modernización de la red (Figura 3.88) y las capacidades nacionales de monitoreo hidrometeorológico y predicción climática.

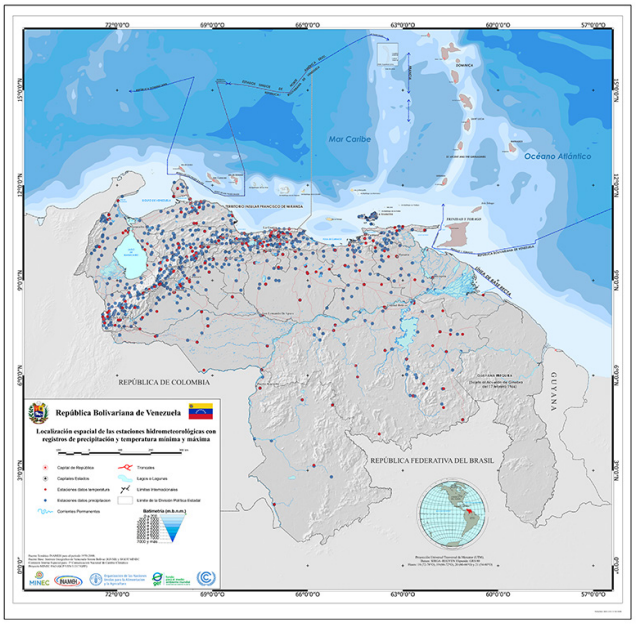


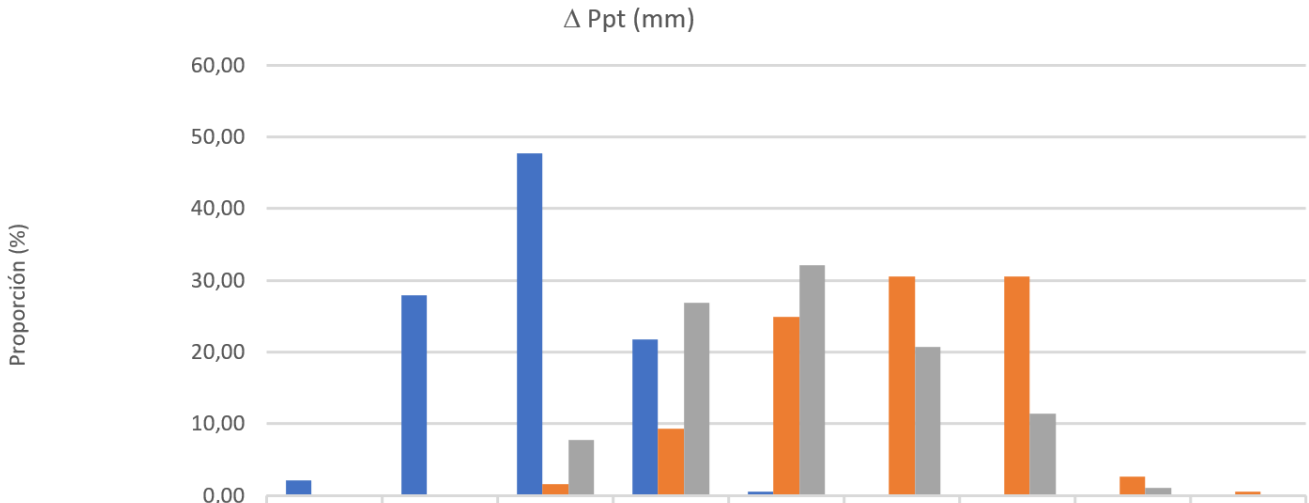
Figura 3.88: Red de monitoreo hidrometeorológica nacional

3.3.5.2. Situación futura

El análisis de los escenarios climáticos muestra que, bajo el escenario HadGEM31-LL SSP2-4.5 para el período 2021-2040, el 47,67 % de las estaciones hidrometeorológicas en el territorio nacional presentan variaciones de precipitación media anual entre 0 y -50 mm. Para el período 2041-2060, las variaciones predominantes en el 30,57 % de las estaciones se estiman entre -150 mm y -200 mm. En el período 2061-2080, se prevé una ligera disminución, con el 32,12 % de las estaciones ubicadas en áreas con variaciones de -100 mm a -150 mm (Figura 3.89). En el escenario HadGEM31-LL SSP5-8.5, las variaciones climáticas se acentúan en el período 2021-2040, con el 53,89 % de las estaciones hidrometeorológicas en el territorio nacional, presentando variaciones de precipitación media anual entre -50 mm y -100 mm. En el período 2041-2060, las variaciones predominantes se mantienen, con el 30,57 % de las estaciones, registrando entre -150 mm y -200 mm. Sin embargo, en el período 2061-2080, el 35,75 % de las estaciones mostrará variaciones de -300 mm o más (Figura 3.90).

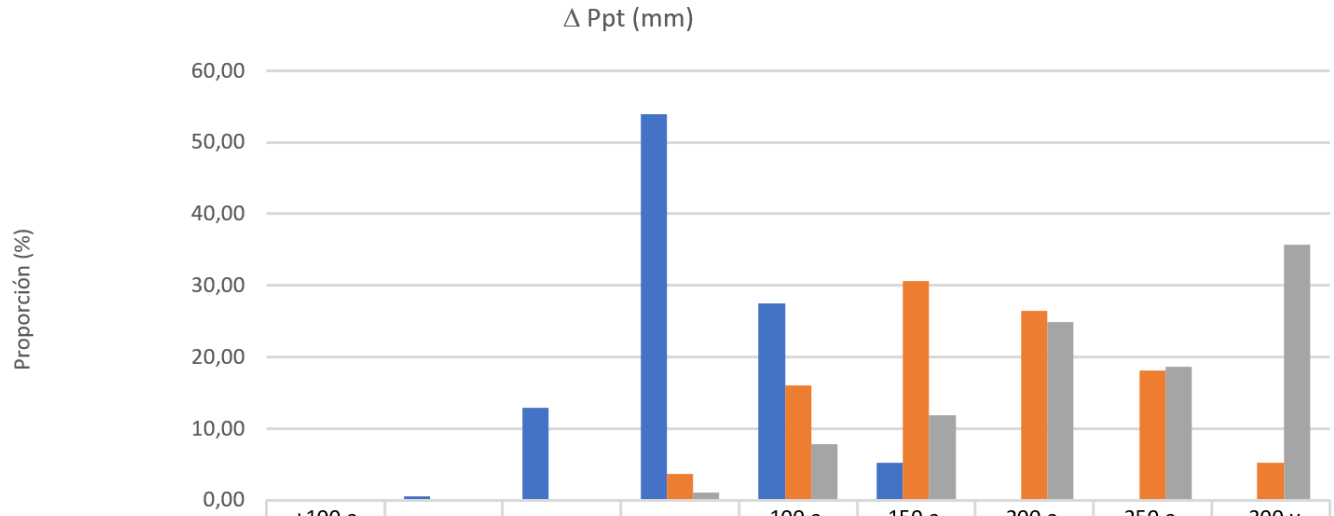
En el caso de la variable temperatura, para el escenario HadGEM31-LL SSP2-4.5 en el período 2021-2040, se visualiza que el 54,92 % de las estaciones están ubicadas en áreas con variaciones de 1,5 – 2,0 °C. El panorama cambia drásticamente para el período 2041-2060, en donde el 43,01 % de las zonas de emplazamiento muestran anomalías mayores a 3,0 °C y para el período 2061-2080, esta proporción aumenta a 66,84 % (Figura 3.91). En el escenario HadGEM31-LL SSP5-8.5 para el período 2021-2040, el 54,92 % de las áreas de emplazamiento de las estaciones presentarían anomalías de temperatura entre 2,0 y 2,5 °C. Para el período 2041-2060, las variaciones se incrementarían con el 65,80 % de las áreas, registrando anomalías superiores a 3,0 °C. En el período 2061-2080, estas variaciones se incrementarían aún más, afectando al 99,48 % de las estaciones (Figura 3.92).

Los resultados anteriores demuestran la necesidad de fortalecer la red de estaciones hidrometeorológicas actual a fin de garantizar la captura de los cambios en los impulsores climáticos previstos por los escenarios futuros, y de esta forma coadyuvar al incremento de las capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el corto, mediano y largo plazo.



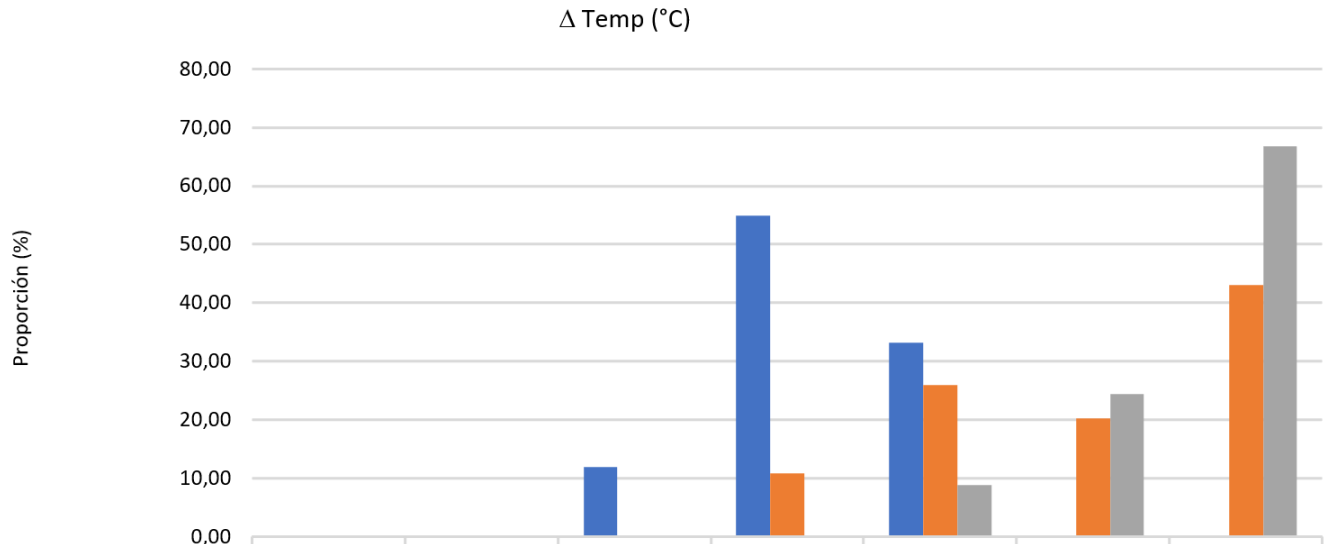
	+100 a +50	+50 a 0	0 a -50	-50 a -100	-100 a -150	-150 a -200	-200 a -250	-250 a -300	-300 y más
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2020-2040	2,07	27,98	47,67	21,76	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2041-2060	0,00	0,00	1,55	9,33	24,87	30,57	30,57	2,59	0,52
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2061-2080	0,00	0,00	7,77	26,94	32,12	20,73	11,40	1,04	0,00

Figura 3.89: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con variaciones de precipitación (mm), HadGEM31-LL SSP2-4.5



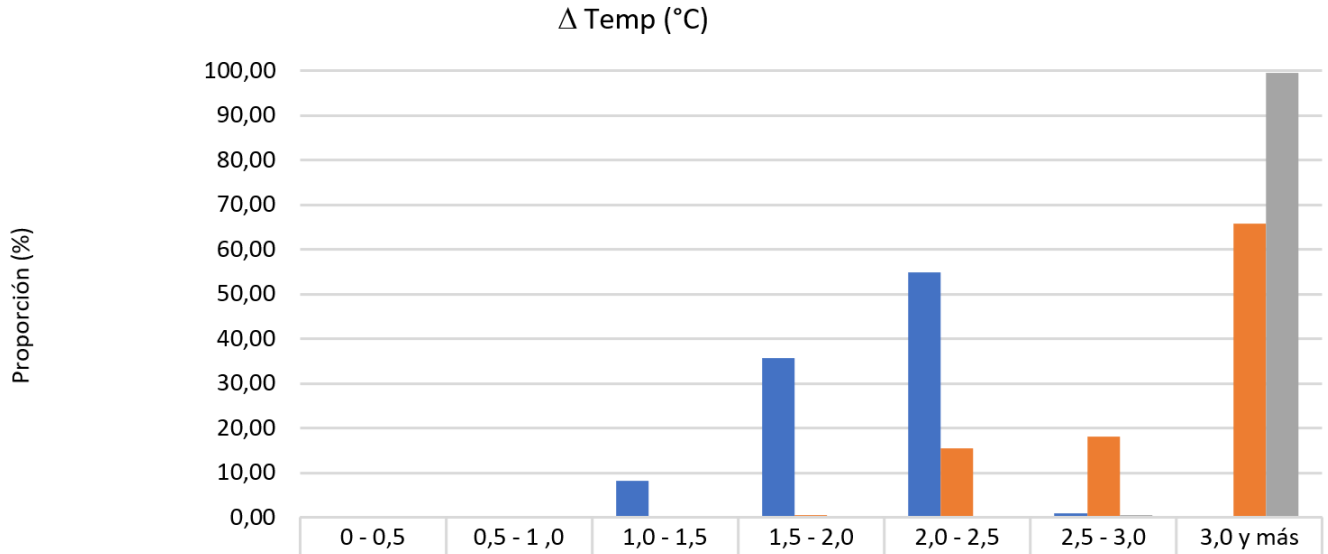
	+100 a +50	+50 a 0	0 a -50	-50 a -100	-100 a -150	-150 a -200	-200 a -250	-250 a -300	-300 y más
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2021-2040	0,00	0,52	12,95	53,89	27,46	5,18	0,00	0,00	0,00
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2041-2060	0,00	0,00	0,00	3,63	16,06	30,57	26,42	18,13	5,18
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2061-2080	0,00	0,00	0,00	1,04	7,77	11,92	24,87	18,65	35,75

Figura 3.90: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con diferentes variaciones de precipitación (mm), HadGEM31-LL SSP5-8.5



	0 - 0,5	0,5 - 1 ,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 - 3,0	3,0 y más
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2020-2040	0,00	0,00	11,92	54,92	33,16	0,00	0,00
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2041-2060	0,00	0,00	0,00	10,88	25,91	20,21	43,01
HadGEM31-LL SSP2-4.5 2061-2080	0,00	0,00	0,00	0,00	8,81	24,35	66,84

Figura 3.91: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con diferentes variaciones de temperatura (°C), HadGEM31-LL SSP2-4.5



	0 - 0,5	0,5 - 1 ,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 - 3,0	3,0 y más
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2021-2040	0,00	0,00	8,29	35,75	54,92	1,04	0,00
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2041-2060	0,00	0,00	0,00	0,52	15,54	18,13	65,80
HadGEM31-LL SSP2-8.5 2061-2080	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	99,48

Figura 3.92: Porcentaje de la red de estaciones hidrometeorológicas en áreas con variaciones de temperatura (°C), HadGEM31-LL SSP2-8.5

3.3.5.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Tanto las disminuciones en las tasas de precipitación como el aumento de la temperatura repercuten sobre el sector ciencia y tecnología, las variaciones extremas de los impulsores pueden desencadenar efectos con daños potenciales por sequías en las áreas de emplazamiento de las estaciones hidrometeorológicas, también las lluvias intensas, inundaciones o movimientos de masa pueden afectar la infraestructura de la red, y por ende, presentarse una discontinuidad del monitoreo de las variables climáticas (). Sin embargo, la vulnerabilidad de este sector puede ser disminuida al considerar las acciones de adaptación previstas a nivel nacional en las CDN del sector, las cuales están diseñadas para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático sobre el sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país.

A partir de la cadena de impactos y la información disponible, se identificaron los indicadores necesarios para medir cada uno de los componentes de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector de ciencia y tecnología. Una vez determinados los indicadores (Tabla 3.39) y con base en la información oficial disponible, se estableció el enfoque para abordar cada componente de la siguiente manera:

- Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación (Figura 3.84 y la temperatura (Figura 3.85), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.
- Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con el factor normalizado de la red de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima, por estado (Figuras 3.94) y la superficie del territorio a monitorear (Figuras 3.95).
- Para la capacidad de adaptación, se consideró el factor de adaptación del sector, conforme a lo reseñado en las CDN (2021), allí se expresa que el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) desarrolla el proyecto de automatizar la red hidrometeorológica del país a tiempo cuasi real, con el fin de recuperar la continuidad de los registros históricos y obtener mayor cobertura espacial en función de los tipos climáticos y la hidrología nacional. A la fecha, se habían instalado cerca de 300 estaciones hidrometeorológicas, sin embargo, se desarrollan proyectos y convenios para densificar aún más la red existente. Conforme a esto, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra en proceso, por lo cual el valor de vulnerabilidad por el factor de adaptación se considera moderado (Figura 3.96).

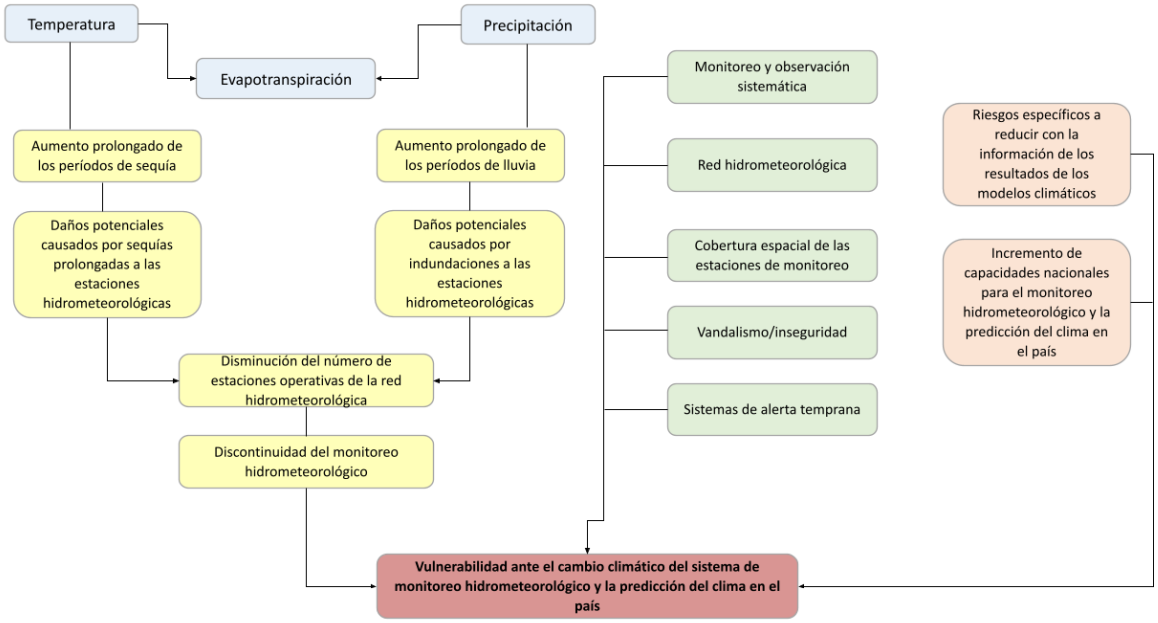


Figura 3.93: Cadena de impactos para el sector ciencia y tecnología

Tabla 3.39: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector ciencia y tecnología

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual.
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima.
Sensibilidad	Servicio de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima	Factor normalizado de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima, por estado
	Superficie del territorio a monitorear	Factor normalizado de superficie del territorio a monitorear
Capacidad de Adaptación	Incremento de capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país	Factor de adaptación del sector ciencia y tecnología

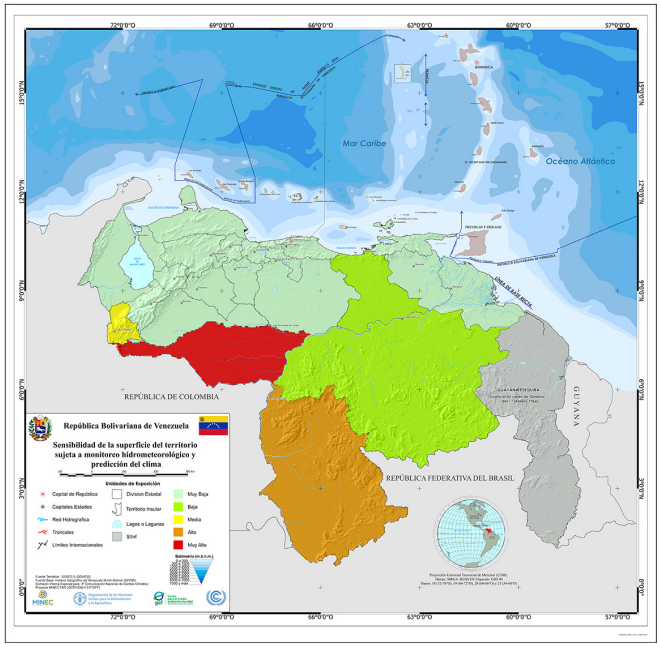


Figura. 3.95: Sensibilidad de la superficie del territorio sujeta a monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima

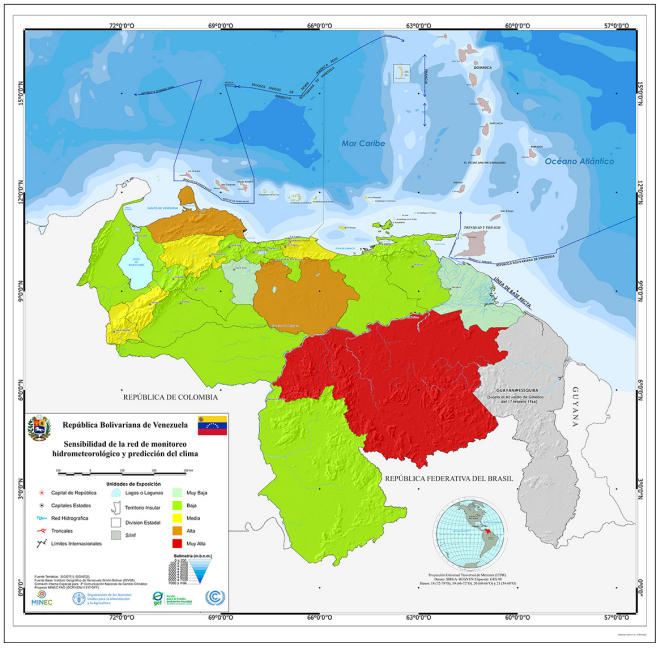


Figura 3.94: Sensibilidad de la red de monitoreo hidrometeorológico y predicción del clima

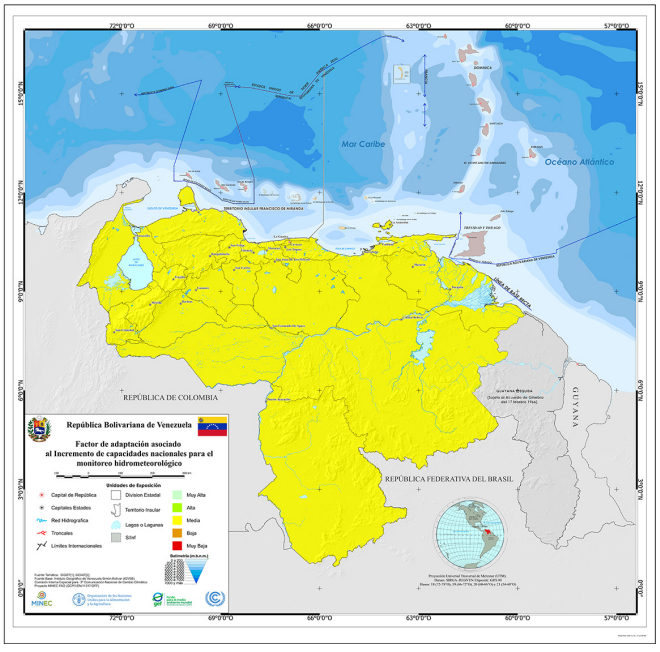


Figura 3.96: Capacidad de adaptación asociado al fortalecimiento de capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima

Analizados los factores expuestos para evaluar la vulnerabilidad del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país, las Figuras 3.97 y 3.98 muestran la distribución espacial y la proporción de vulnerabilidad para el período 2021-2040. Según los resultados del modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 33 % del territorio nacional presenta una vulnerabilidad baja, abarcando los estados Sucre, Delta Amacuro, Guárico, Barinas, Mérida, Trujillo, Cojedes, Portuguesa, Miranda, Carabobo, Yaracuy, Lara, Zulia, Falcón y Nueva Esparta. El 17 % del territorio, comprendido por los estados Apure y Amazonas, tiene una vulnerabilidad alta. Además, el 36 % de la superficie se clasifica con una vulnerabilidad media, abarcando los estados Bolívar y Anzoátegui. La vulnerabilidad muy alta solo afecta al 1 % del país.

El escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Figuras 3.99 y 3.100) indica que el 63 % del territorio presenta una vulnerabilidad media, correspondiente a los estados Bolívar, Amazonas, Anzoátegui, Guárico, Distrito Capital, Falcón, Táchira, Carabobo, Yaracuy, La Guaira y Aragua.

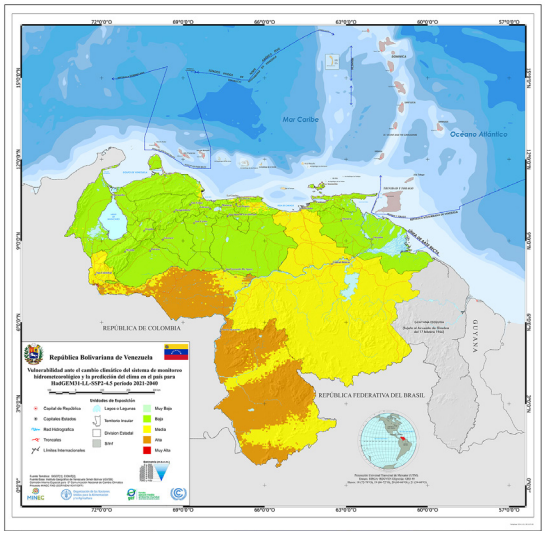


Figura 3.97: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

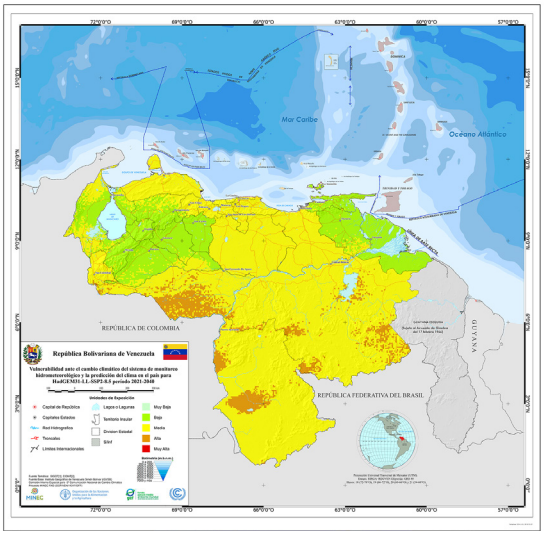


Figura 3.99: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

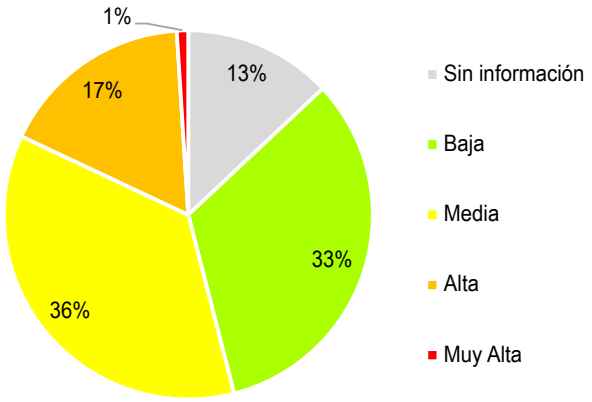


Figura 3.98: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

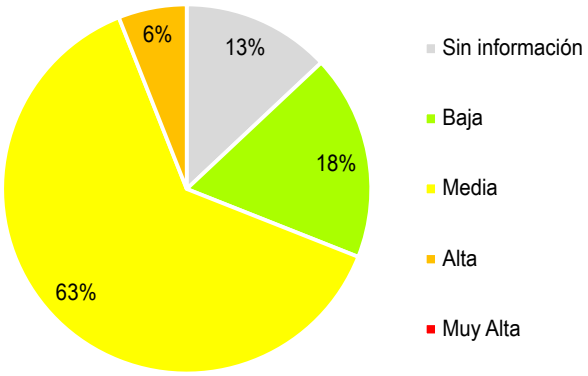


Figura 3.100: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima en el país para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

El 18 % del territorio muestra una vulnerabilidad baja, distribuida en Delta Amacuro, Sucre, Nueva Esparta, Cojedes, Portuguesa, Lara, Trujillo, Barinas, Mérida y parte de Zulia. La vulnerabilidad alta se manifiesta en el 4 % del territorio, en áreas dispersas de los estados Bolívar y Amazonas. En ambos escenarios, el 13 % del territorio carece de información para evaluar la vulnerabilidad.

Considerando la ubicación de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico, para el período 2021-2040 y bajo el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 68,39 % de estas estaciones estarían en una zona de vulnerabilidad baja ante el cambio climático. No obstante, bajo el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 65,32 % de las estaciones estarían ubicadas en una zona de vulnerabilidad media, y el 1,6 % de la red se encontraría en una zona de alta vulnerabilidad (Figura 3.101).

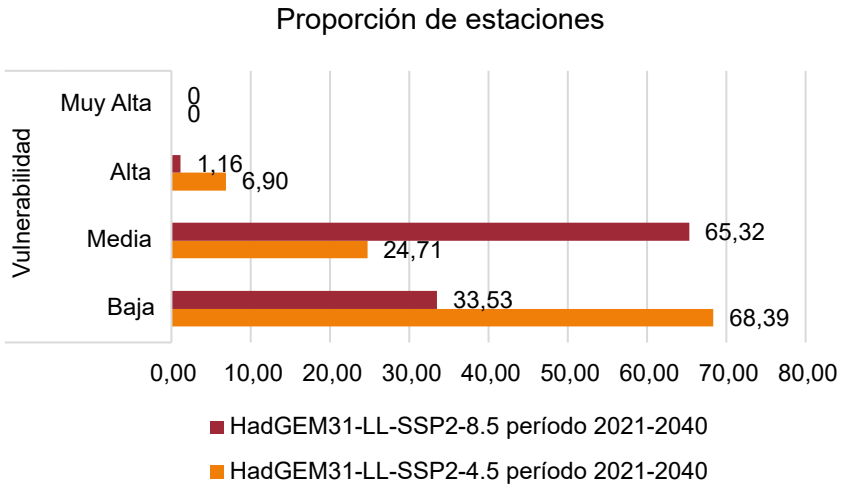


Figura 3.101: Vulnerabilidad de las estaciones del sistema de monitoreo hidrometeorológico y la predicción del clima

3.3.6. Sector Comunas

3.3.6.1. Situación actual

Las Comunas[22] y los Consejos Comunales[23] son formas de organización social que a través de procesos de territorialización generan acciones de reducción de la vulnerabilidad a través de la autoconstrucción, la organización para la producción sustentable y la organización para la vida en comunidades donde el transporte y el consumo se reducen por la territorialización y ubicación accesible de servicios e insumos para la vida: escuelas, mercados, centros de salud, entre otros (CDN, 2010).

El Sistema Estadístico del Poder Popular del Ministerio del Poder Popular para las Comunas y los Movimientos Sociales (MPPCYMS), reporta que para el período 2008 - 2023 se tenían registradas en el país 3.641 Comunas y 49.183 Consejos Comunales. En el caso de las Comunas, la mayor proporción se ubican en el ámbito suburbano o mixto, mientras que en cuanto a los Consejos Comunales, el mayor número se registra en el ámbito rural (Figura 3.104). Al 2022, se reportaban Miranda, Zulia, Lara, Falcón y Barinas como los estados con más comunas, mientras que, Cojedes, Amazonas, La Guaira, Nueva Esparta y Delta Amacuro representaban los estados con menos comunas (Figura 3.105). Conforme a lo establecido en las CDN, estas comunas, deben contribuir a sensibilizar y contribuir en la construcción de las acciones en adaptación-mitigación del cambio climático, a través de la transformación por medio de la educación.

3.3.6.2. Situación futura

Conforme a los escenarios climáticos, se puede estimar que las comunas más vulnerables a las variaciones de la precipitación en HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040 son las localizadas en los municipios Brión, Buroz, Acevedo, Andrés Bello, Zamora, Páez, Plaza, Paz Castillo, El Hatillo y Sucre del estado Miranda, Vargas del estado La Guaira, incluyendo además el Distrito Capital.

También las comunas de los municipios Silva, Monseñor Iturriza y Acosta del estado Falcón.

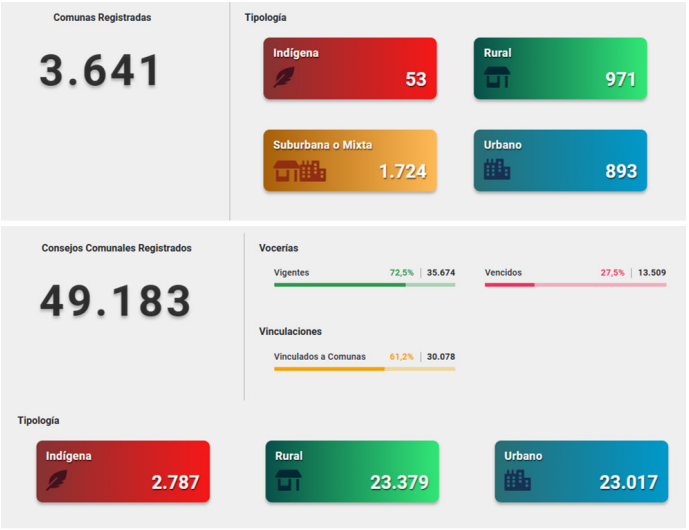


Figura 3.102: Comunas y Consejos Comunales registrados (2008-2023)



Figura 3.103: Estados con más y menos Comunas

En el estado Táchira se verán afectadas las comunas al sur este de los municipios Córdoba y Fernández Feo. Mientras que en el estado Amazonas, aquellas que se localizan en las áreas limítrofes de los municipios Maroa y Atabapo, al sur este del municipio Autana y al noreste del municipio Atabapo (Figura 3.104). De allí, que las comunas registradas en estas zonas deberían estar sensibilizadas y contribuir en la construcción de las acciones tanto para adaptación como para mitigación del cambio climático.

3.3.6.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

La vulnerabilidad ante el cambio climático de las organizaciones del poder popular, como las comunas, reviste gran importancia, ya que las mismas representan uno de los medios útiles para asegurar las acciones locales de adaptación constituidas frente a los efectos del cambio climático. Tanto la disminución en las tasas de precipitación, como las altas temperaturas y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, pueden conllevar a la afectación tanto de los medios y calidad de vida de la población, lo que a su vez, pueden causar un desplazamiento humano debido a las severas condiciones climáticas. Sin embargo, la vulnerabilidad de este sector puede ser disminuida al considerar las acciones de adaptación previstas a nivel nacional en las CDN, las cuales están diseñadas para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático

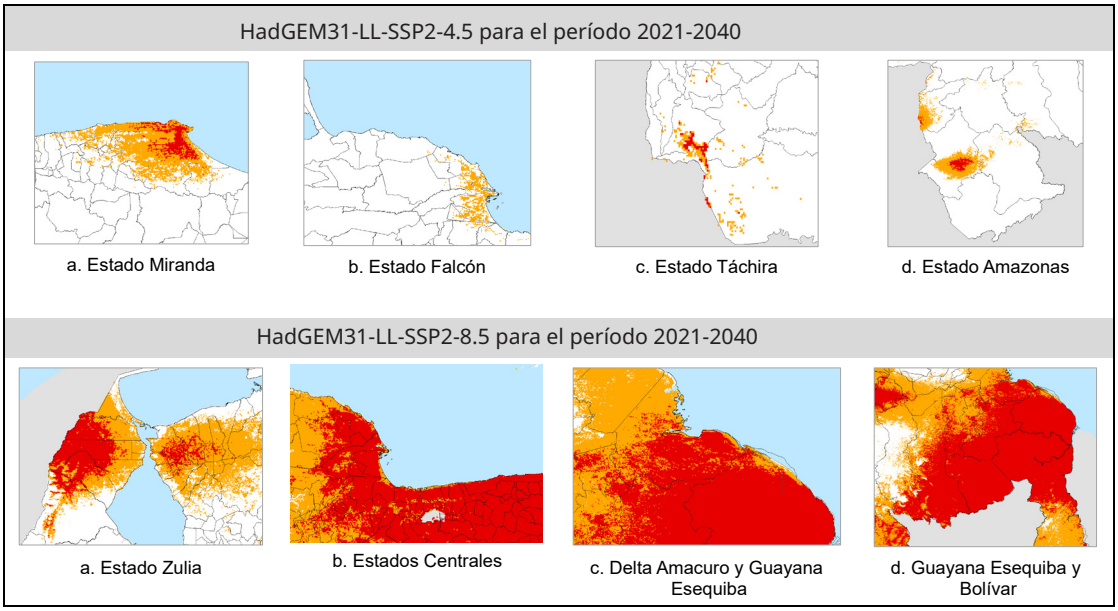


Figura 3.104: Comunas afectadas por municipio por variaciones altas y muy altas de la precipitación

bajo los procedimientos de acción propuestos para el sector comunas, que consideran, el fortalecimiento de la organización y participación, capacidades para enfrentar, evaluar y monitorear los efectos adversos del cambio climático (Figura 3.105).

Basándose en la cadena de impactos y la información disponible, se han identificado los indicadores necesarios para medir cada uno de los componentes del análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector comunas. Los indicadores para medir estos componentes se presentan en la Tabla 3.40.

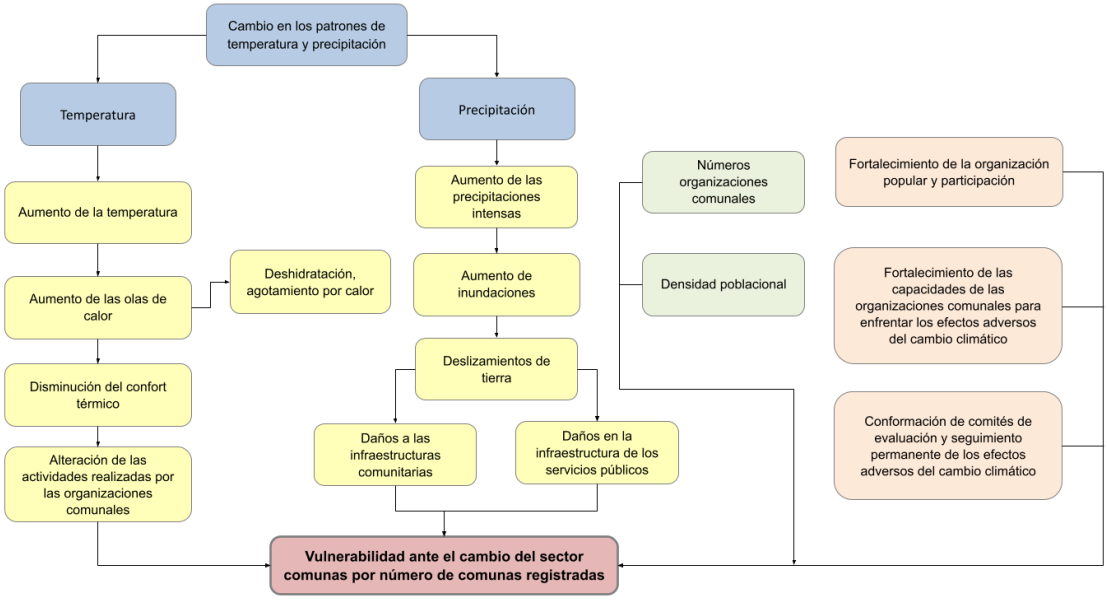


Figura 3.105: Cadena de impactos del sector comunas

Tabla 3.40: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual.
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima.
Sensibilidad	Comunas registradas	Factor normalizado de Número de Comunas por Estado
	Densidad de población	Factor normalizado de densidad de población
Capacidad de Adaptación	Organización Popular y Participación	Factor de adaptación del sector comunas

De acuerdo con la información oficial disponible, se ha determinado que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición incluyen las variaciones de la precipitación y la temperatura por estado, según los escenarios HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (ver Figuras 3.84 y 3.85).Los factores del componente de sensibilidad corresponden con los factores normalizados del número de comunas registradas y la densidad de población por estado (Figuras 3.106 y 3.107). La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector comunas. Conforme a lo descrito en las CDN (2021), para el año 2030, se tiene previsto el alcance de lo siguiente: 50.000 Consejos Comunales registrados, 10.000 Comunas registradas, más de 2.700 Movimientos Sociales organizados y más de 2.000 Salas de Batalla Social[24], a fin de sensibilizar y contribuir en la construcción de las acciones en adaptación-mitigación del Cambio Climático con la transformación por vías de la educación. Conforme a esto, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra consolidada, por lo cual el factor de adaptación se cataloga como consolidado, lo que representaría una vulnerabilidad baja (Figura 3.108).

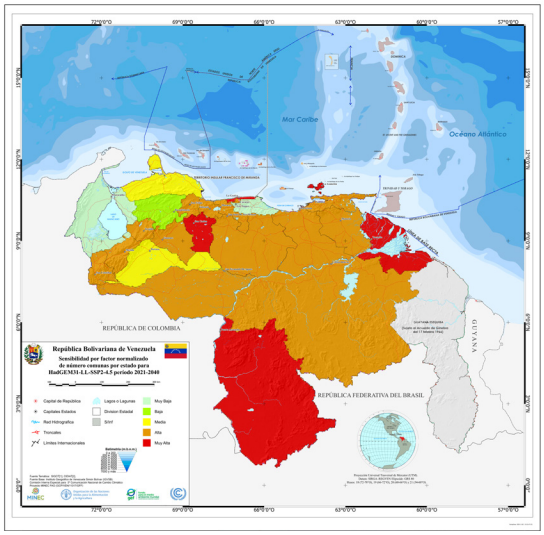


Figura 3.106: Sensibilidad por factor normalizado de número comunas por estado para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

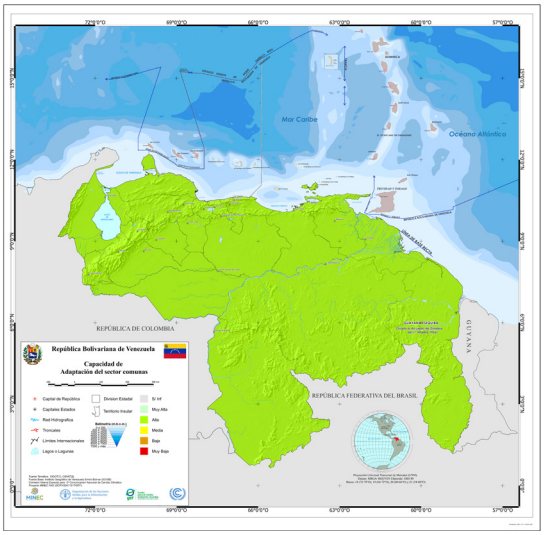


Figura 3.108: Factor de adaptación del sector comunas

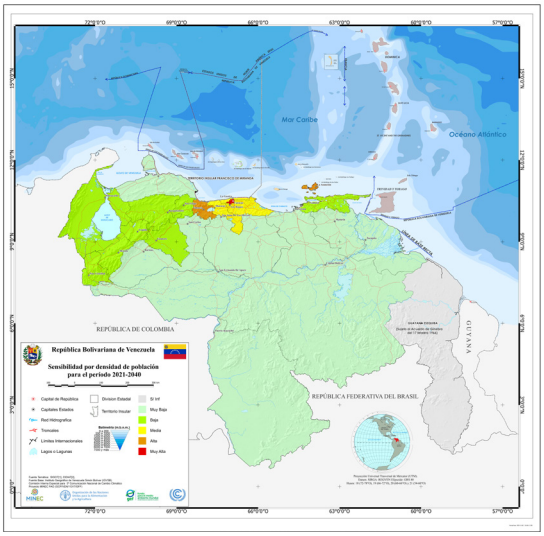


Figura 3.107: Sensibilidad por densidad de población para el período 2021-2040

Analizados los factores expuestos para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector comunas, las Figuras 3.109 y 3.110 muestran la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad para el período 2021-2040. Según los resultados del escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 44,51 % del país presenta en este sector una vulnerabilidad media, el 41,71 % una vulnerabilidad baja y el 0,34 % una vulnerabilidad alta. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Figuras 3.111 y 3.112), el 73,85 % del territorio exhibe una vulnerabilidad alta, el 12,64 % una vulnerabilidad media y el 0,10 % una vulnerabilidad muy alta. En ambos escenarios, un 13 % del área estudiada no cuenta con información para el análisis de vulnerabilidad.

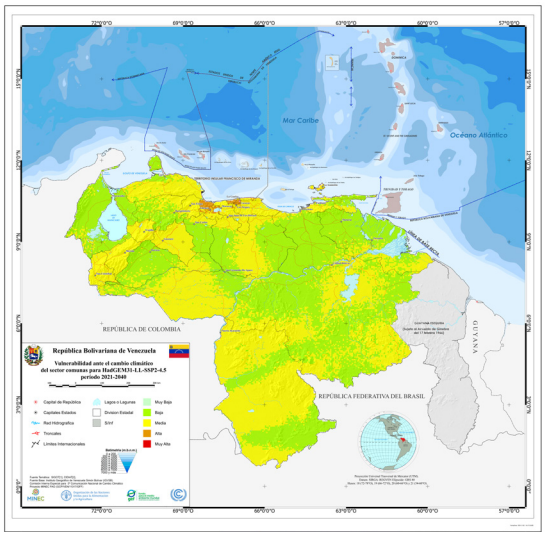


Figura 3.109: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

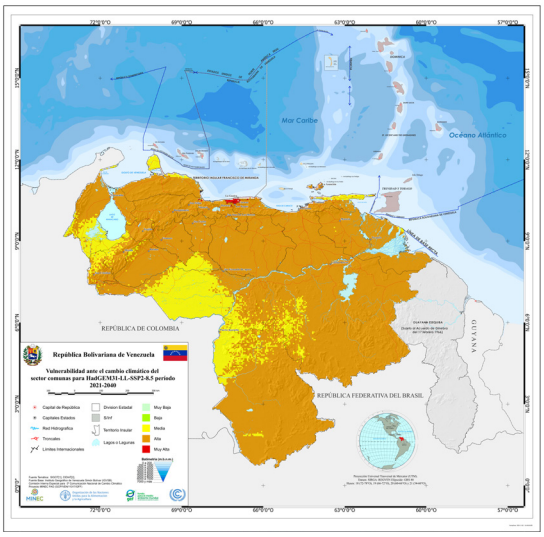


Figura 3.111: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

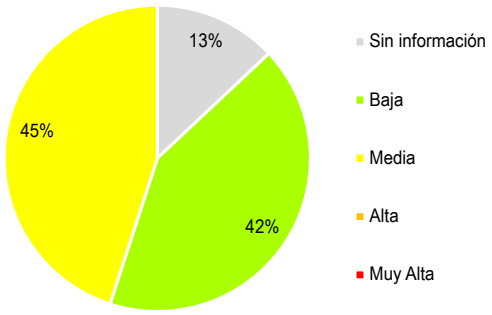


Figura 3.110: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

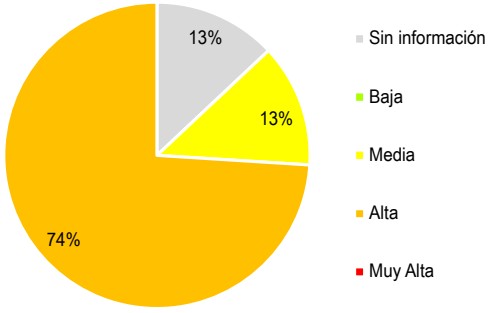


Figura 3.112: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

3.3.7. Sector Educación Básica

3.3.7.1. Situación actual

En Venezuela, el Estado, a través de los órganos nacionales con competencia en materia educativa, regula, supervisa y controla (entre otros aspectos propios del sistema educativo) la defensa de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado. Desde el proceso Constituyente iniciado en 1999, se avizoró la necesidad de establecer las orientaciones que permitieran impulsar medidas integrales para hacer frente a los desafíos propios del cambio climático, por lo que la Carta Magna recoge en su artículo 107 la obligatoriedad de la Educación Ambiental en todos los niveles y modalidades del sistema educativo, así como también en la educación ciudadana no formal (CDN, 2021).

La Ley Orgánica de Educación (2009) establece que la educación, conforme a los principios y valores de la Constitución de la República, tiene como uno de sus fines: impulsar la formación de una conciencia ecológica, la preservación de la biodiversidad, las condiciones ambientales y el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Por consiguiente, el diseño curricular del Sistema Educativo Bolivariano (para la educación primaria y secundaria) contempla al ser humano y su integración con el ambiente, dentro de las áreas de aprendizaje/ pilares. Conforme a lo establecido en la Ley Orgánica del Ambiente (2006), este proceso continuo, interactivo e integrador, mediante el cual el ser humano adquiere conocimientos y experiencias, los comprende y analiza, los internaliza y los traduce en comportamientos, valores y actitudes que lo preparan para participar protagónicamente en la gestión del ambiente y el desarrollo sostenible, se denomina educación ambiental.

En el año 2015, como resultado de la Consulta Nacional por la Calidad Educativa, fue puesto en marcha el proceso de Transformación Curricular, en el cual se incorporó como lineamiento fundamental que en los planteles de educación media y el resto de los niveles educativos se organicen programas dedicados a la preservación del ambiente y la prevención de riesgos, así como la conformación de brigadas ecológicas para la mitigación de riesgos.

En este contexto, en las CDN, se contempla la conformación de al menos, una brigada ecológica por institución educativa, con la misión de fortalecer y profundizar la cultura sobre la conservación y preservación del ambiente y los recursos naturales en niñas, niños, adolescentes, jóvenes, adultas y adultos, considerando para ello, orientaciones pedagógicas de la educación ambiental. A nivel nacional, el INE, en 2011, contabilizó 26.491 planteles educativos (Figura 3.113), en 2021, la CDN reportó, que este número se había incrementado a 29.376 planteles (estructurados en 3.663 circuitos educativos) en el territorio. Este número se corresponde con las brigadas a establecerse en el país al 2030. En la actualidad, se estima que han sido conformadas 14.891.

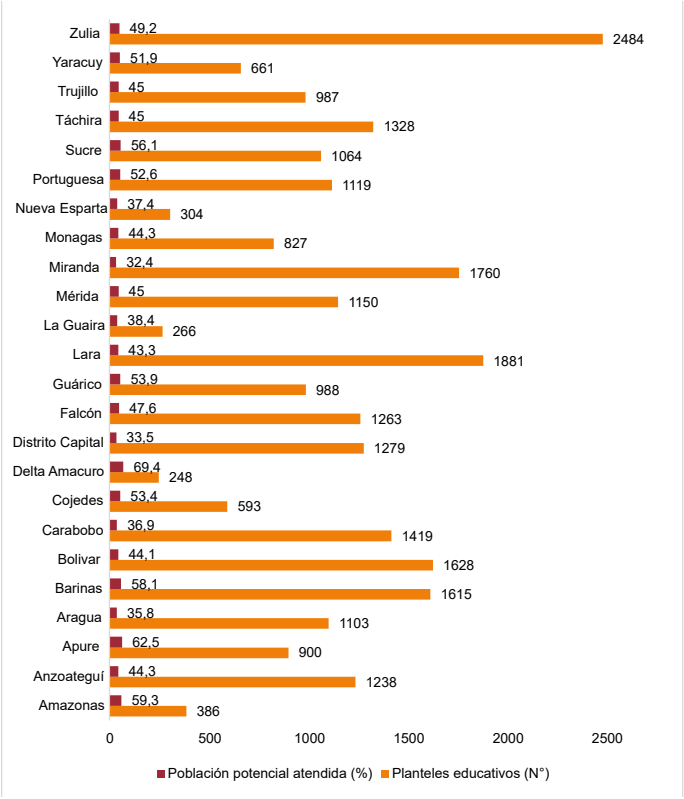


Figura 3.113: Planteles educativos y población potencialmente atendida, por estados

Si se relaciona, la población potencial atendida por el sector educación básica, se tendrían cuáles son los estados que pueden tener un mayor potencial para el fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y el desarrollo sostenible, y con ello, lograr aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres, en conformidad con el ODS 13.3[25] (Figura 3.114).

3.3.7.2. Situación futura

La crisis climática exige una respuesta del sistema educativo para fortalecer las competencias desde los niveles iniciales del subsistema educativo. Analizando los modelos climáticos, se proyecta una variación de precipitación anual a nivel estatal que oscila entre -84 mm y +37 mm para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 en el período 2021-2040. Para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 en el mismo Período, las variaciones serían de -34 mm a -158 mm. Las entidades más afectadas serían Miranda, La Guaira y el Distrito Capital, donde

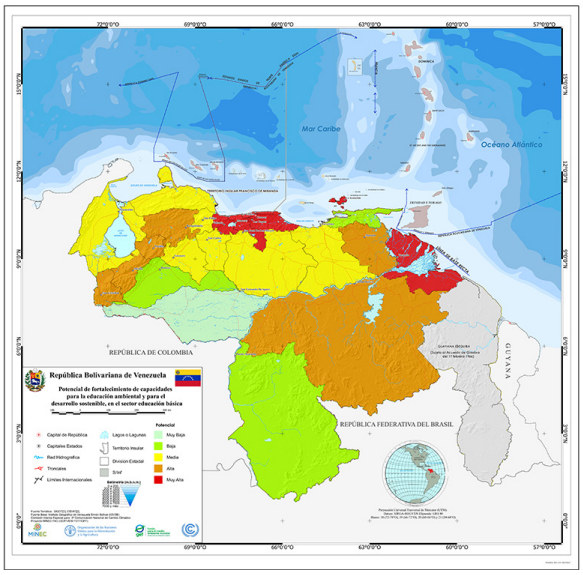


Figura 3.114: Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y el desarrollo sostenible, en el sector educación básica

el potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y el desarrollo sostenible se considera muy bajo. Por lo tanto, las acciones futuras del sector educativo deberán reforzarse (Tabla 3.41).

3.3.7.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades del sector educación básica

El aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación supone la adopción de medidas dirigidas al fortalecimiento de capacidades para la lucha contra el cambio climático. De allí, que mientras mayor número de instituciones operen en un determinado territorio, mayor potencial de adquirir competencias tendrán sus habitantes. Conforme a esto, en las CDN (2021), se señaló la conformación de Brigadas Ecológicas a nivel nacional, una por cada institución educativa, en los 3.663 circuitos educativos a nivel nacional, la conformación y operación de estas, disminuyen la vulnerabilidad ante el cambio climático de este sector (Figura 3.115).

Tabla 3.41: Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y para el desarrollo sostenible y cambios climáticos proyectados.

Estado	Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y el desarrollo sostenible	Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
		Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Amazonas	Alto	2.870	-15	-73	31,35	2,21	2,35
Anzoátegui	Moderado	1.126	8	-86	31,85	1,82	2,05
Apure	Muy Alto	1.936	37	-34	32,12	2,17	2,35
Aragua	Muy Bajo	1.077	-50	-125	29,04	1,76	1,93
Barinas	Alto	1.618	16	-61	31,47	2,12	2,39
Bolívar	Bajo	2.121	4	-103	30,33	2,10	2,37
Carabobo	Muy Bajo	1.117	-53	-115	28,94	1,76	1,90
Cojedes	Moderado	1.307	-11	-86	31,93	1,98	2,24
Delta Amacuro	Muy Bajo	1.755	21	-93	30,35	1,67	1,83
Distrito Capital	Muy Bajo	1.010	-75	-142	24,63	1,54	1,62
Falcón	Moderado	783	-42	-84	30,10	1,56	1,67
Guárico	Moderado	1.237	-22	-105	32,10	1,98	2,24
Guayana Esequiba	Sin Información	1.920	-32	-146	29,88	2,06	2,22
La Guaira	Muy Bajo	990	-84	-147	26,19	1,50	1,56
Lara	Bajo	943	-21	-77	27,93	1,82	2,05
Mérida	Bajo	1.295	7	-38	21,31	2,05	2,40
Miranda	Muy Bajo	1.212	-75	-158	29,37	1,60	1,71
Monagas	Bajo	1.218	15	-70	31,04	1,73	1,89
Nueva Esparta	Muy Bajo	808	-27	-73	30,73	1,39	1,41
Portuguesa	Moderado	1.439	9	-74	31,78	2,04	2,32
Sucre	Alto	1.202	-8	-85	29,71	1,48	1,53
Táchira	Bajo	1.834	13	-39	26,48	2,05	2,42
Trujillo	Bajo	1.133	-1	-51	26,24	1,98	2,28
Yaracuy	Moderado	1.101	-45	-104	29,00	1,77	1,91
Zulia	Moderado	1.353	2	-58	31,53	1,80	2,17

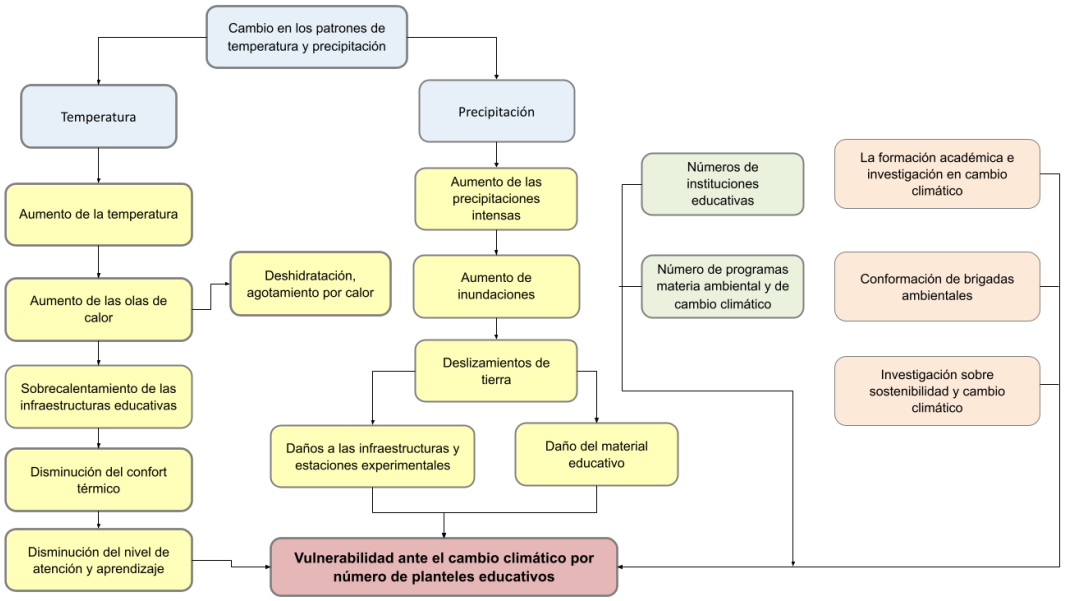


Figura 3.115: Cadena de impactos para el sector educación básica

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector de educación básica. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector (Tabla 3.42) y de acuerdo con la información disponible oficial, se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación (Figura 3.84) y la temperatura (Figura 3.85), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con los factores normalizados del número de planteles educativos, de superficie a cubrir por los planteles educativos y potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y para el desarrollo sostenible, por estado (Figura 3.116).

La capacidad de adaptación se estima a través del factor de adaptación del sector educación básica. Considerando que en las CDN (2021), se señala que a nivel educativo, se han conformado 29.376 brigadas ecológicas, lo cual constituye un avance del 50,69 % con relación a la meta establecida para 2023, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra en proceso, por lo que el valor del factor se asume como moderado (Figura 3.117).

Analizados los factores antes expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica, se tiene que para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5 en el período 2021-2040, el 61 % del territorio nacional presenta una vulnerabilidad moderada para este sector, mientras que el 15 % y el 11 % exhiben una vulnerabilidad alta y baja, respectivamente (Figuras 3.118 y 3.119). Mientras que en el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (en el mismo período), la vulnerabilidad moderada sigue cubriendo la mayor parte del territorio nacional con un 50 %, las vulnerabilidades alta y baja, se proyectan en 35 % y 2 % del país, respectivamente (Figuras 3.120 y 3.121), siendo Guárico el estado más afectado, seguido de Amazonas y Bolívar. En ambos escenarios, el 13 % de la superficie no cuenta con información necesaria para el cálculo de la vulnerabilidad.

Tabla 3.42: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector educación básica

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Fortalecimiento de capacidades	Factor normalizado de número de planteles educativo, por estado
	Cobertura de los servicios educativos	Factor normalizado de superficie a cubrir por los planteles educativos, por estado
	Población a sensibilizar	Potencial de fortalecimiento de capacidades para la educación ambiental y para el desarrollo sostenible
Capacidad de Adaptación	Sensibilización y educación ambiental y para el desarrollo sostenible	Factor de adaptación del sector educación básica

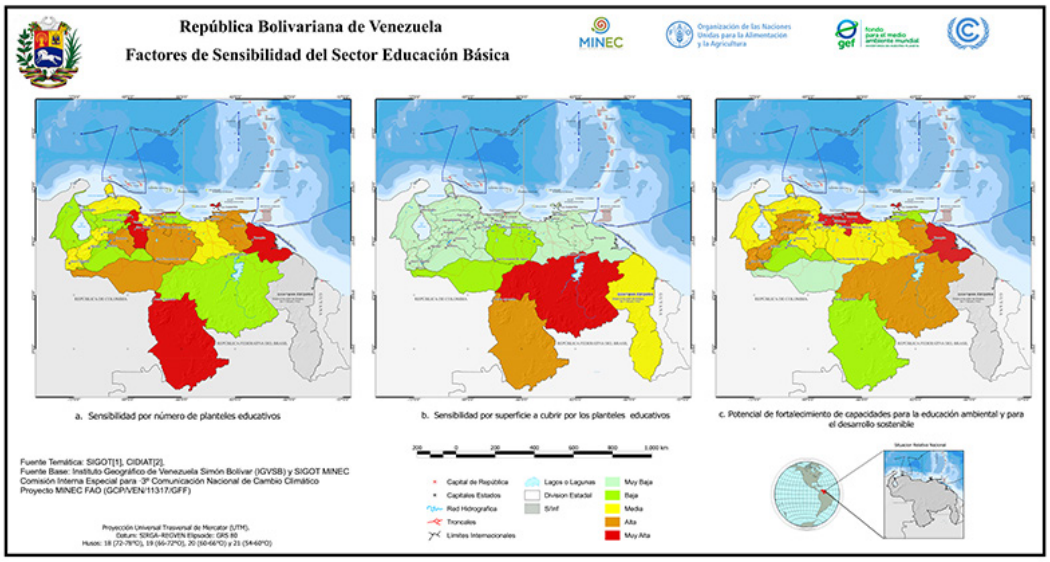


Figura 3.116: Factores de sensibilidad del sector educación básica

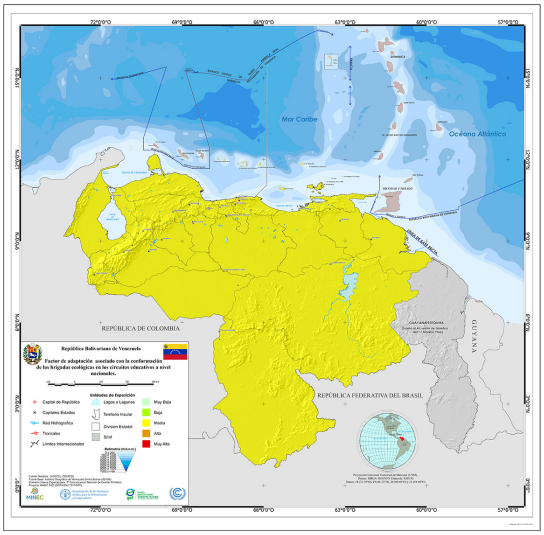


Figura 3.117: Capacidad de adaptación asociado con la conformación de las brigadas ecológicas en los circuitos educativos a nivel nacionales

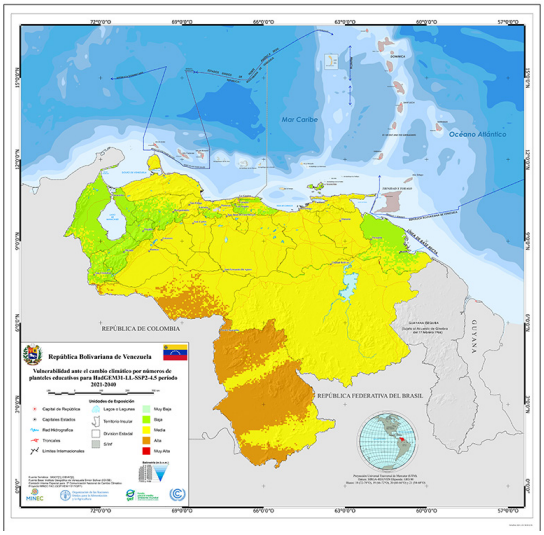


Figura 3.118: Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

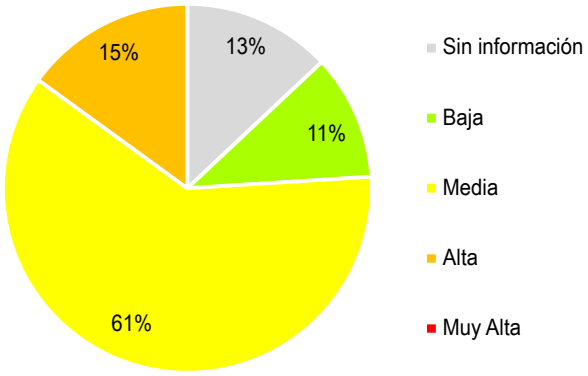


Figura 3.119: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

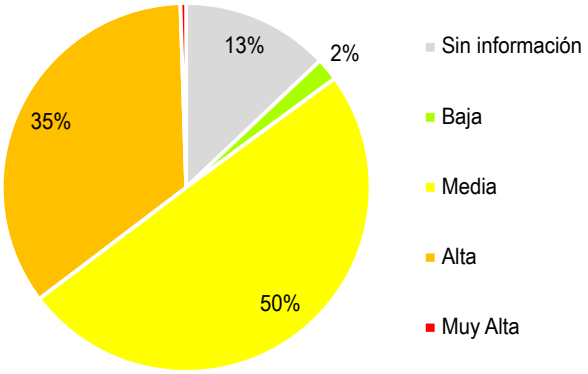


Figura 3.121: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

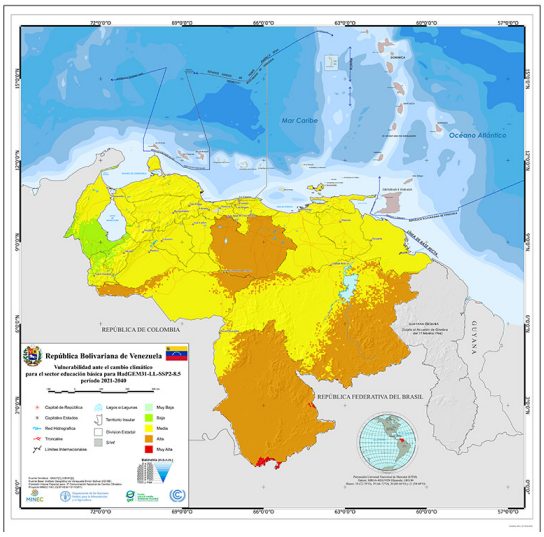


Figura 3.120: Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación básica para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

3.3.8. Sector Educación Universitaria

3.3.8.1. Situación actual

La oferta universitaria en Venezuela supone a nivel público, 4.678 programas académicos en 855 localidades de 68 instituciones de educación universitaria, mientras que en el ámbito de la educación privada se tienen 1.748 programas académicos en 220 localidades de 91 instituciones (MPPEU, 2024)[26]. Si se considera esta oferta académica, se tendría que, en las universidades públicas del país, se imparten 125 programas conducente a grado académico, vinculados al fortalecimiento de capacidades para la lucha contra el cambio climático, estos incluyen Agroecología, Gestión Ambiental, Ciencias Ambientales, Ingeniería Ambiental, entre otros. Mientras que, en el ámbito privado, esta oferta académica es de 41 programas, vinculados a Ingeniería del Ambiente y los Recursos Naturales, Ingeniería Ambiental, Tecnología Ambiental, Tecnología de la Conservación de los Recursos Naturales Renovales, Estudios Ambientales, entre otros.

En el ámbito de la gestión pública, la Universidad Bolivariana de Venezuela, creada en 2003, se ha posicionado en 43 localidades del país con su programa de Gestión Ambiental, así mismo desde el 2017, con la Universidad Popular del Ambiente (UPA) Fruto Vivas, se ha fortalecido la creación de competencias en la población en el ámbito de la Ingeniería en Agroecología, Desarrollo Endógeno y Pedagogía Alternativa en el área ambiental, entre otras áreas de la gestión ambiental. De igual forma, las instituciones de educación superior han apostado por la transversalización de la educación ambiental y la educación para el desarrollo sostenible, un ejemplo de ello, lo constituye la Universidad de Los Andes (única universidad del país en clasificar en el ranking mundial Universitario de Sostenibilidad Social y Ambiental, 2024)[27], la cual contabilizó en el período 2015-2020, 573 unidades curriculares, 2 carreras y 21 programas de postgrado a nivel de Especialización, Maestría y Doctorado vinculadas al área ambiental (ULA, 2023)[28]. De igual forma, la Universidad Católica Andrés Bello, se consolida como referente, de Proyectos de Sustentabilidad Ambiental ejecutados en su sede principal, al lograr la instalación de 296 m^2 de área verde ubicada en la azotea del edificio de Postgrado del campus Montalbán de la Universidad Católica Andrés Bello, convirtiéndose en el primer techo verde sobre un edificio universitario; contribuyendo con esto a la disminución del consumo de energía, a mejorar las

condiciones climáticas dentro del edificio e incrementar la captura de CO_2 al mismo tiempo que habilita espacios para la educación ambiental y el intercambio académico de conocimientos vinculados con alternativas para la resolución de problemas ambientales[29].

Conforme a esto, en la actualización de las CDN del sector en 2021, se consolidó la educación universitaria como un pilar estratégico para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos en la República Bolivariana de Venezuela. A través de la formación académica, investigación aplicada y la promoción de conciencia ambiental, el sector busca integrar el conocimiento climático en la educación superior para crear soluciones sostenibles que respondan a las necesidades nacionales. En este sentido, se están implementando proyectos de investigación, programas curriculares enfocados en la sostenibilidad, actividades comunitarias y la formación de brigadas ambientales. Entre las acciones clave promovidas por el sector, se tiene la organización de foros y seminarios, el desarrollo de programas de forestación, la creación de áreas de sustentabilidad y el estudio de los impactos de la industria de hidrocarburos en los ecosistemas venezolanos.

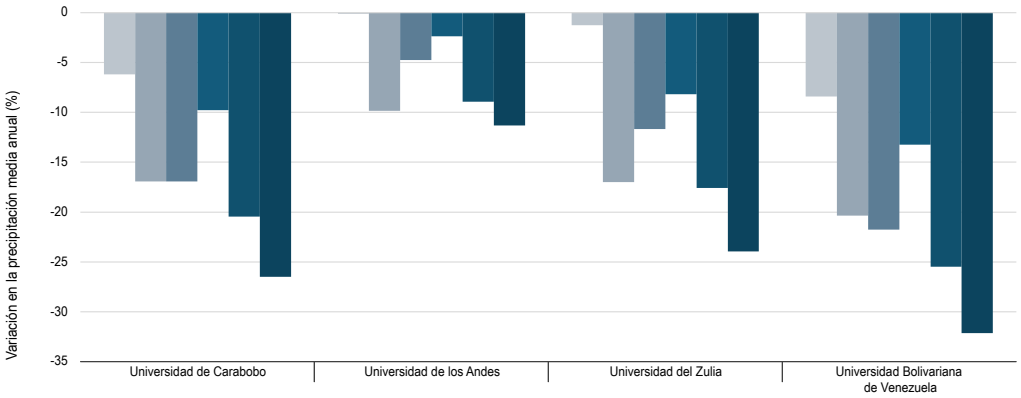
Para garantizar la resiliencia del sector universitario y sus aportes en la docencia, investigación y extensión, en materia ambiental y de cambio climático, se hace necesario en este contexto, analizar el clima actual y futuro del sector educativo universitario. Para ello, se evaluó en primer lugar la situación climática de algunas de las principales universidades del país. Para la situación futura, se emplearon los escenarios climáticos derivados del modelo HadGEM3-GC31-LL, considerando SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040. A título ilustrativo, la Tabla 3.43 presenta los promedios mensuales de la precipitación y las temperaturas mínima y máxima para las parroquias que contienen la sede principal de la Universidad Bolivariana de Venezuela y la Universidad Central de Venezuela (San Pedro, Dtto. Capital), la Universidad de Los Andes (El Llano, Mérida), la Universidad de Carabobo (Naguanagua, Carabobo) y la Universidad del Zulia (Antonio Borjas Romero, Zulia), instituciones especialmente vulnerables debido al tamaño de su población estudiantil.

Tabla 3.43: Valores promedio anuales de la precipitación (mm) y las temperaturas mínima, máxima y media (°C) en las parroquias evaluadas (1971-2000). Sector: Educación Universitaria

Universidad	Parroquia	Período 1971–2000*		
		Precipitación anual (mm)	Temperatura máx. (°C)	Temperatura máx. (°C)
Universidad Bolivariana de Venezuela	San Pedro, Dtto. Capital	809,24	26,42	16,62
Universidad Central de Venezuela				
Universidad de Los Andes	El Llano, Mérida	1.546,62	23,37	15,74
Universidad del Zulia	Antonio Borjas Romero, Zulia	557,83	32,60	23,53
Universidad de Carabobo	Naguanagua, Carabobo	1.026,70	27,52	17,15

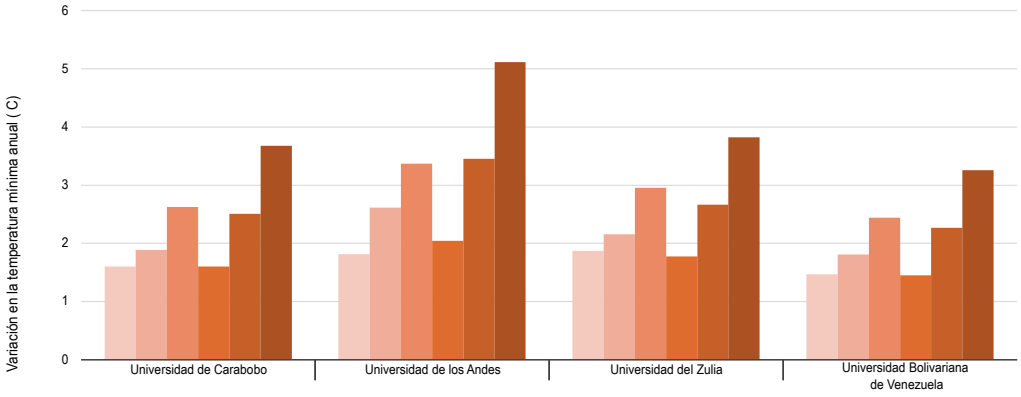
3.3.8.2. Situación futura

El análisis de las proyecciones climáticas revela un aumento significativo de las temperaturas en aquellas universidades que fueron tomadas como referencia. Se espera que la Universidad de Los Andes experimente el mayor aumento de temperatura, con un incremento de hasta 5,12 °C en la temperatura mínima y 5,96 °C en la máxima para el período 2061-2080 bajo el escenario SSP5-8.5. En cuanto a la precipitación, se proyectan disminuciones significativas, especialmente en la Universidad Bolivariana de Venezuela, con una reducción de hasta -32,13 % para el Período 2061-2080 bajo el escenario SSP5-8.5 (Figuras 3.122 a 3.124). Estos cambios climáticos podrían tener complejas implicaciones para los centros de educación superior, incluyendo un mayor riesgo a estrés térmico y sequías, así como impactos en la salud de la comunidad universitaria.



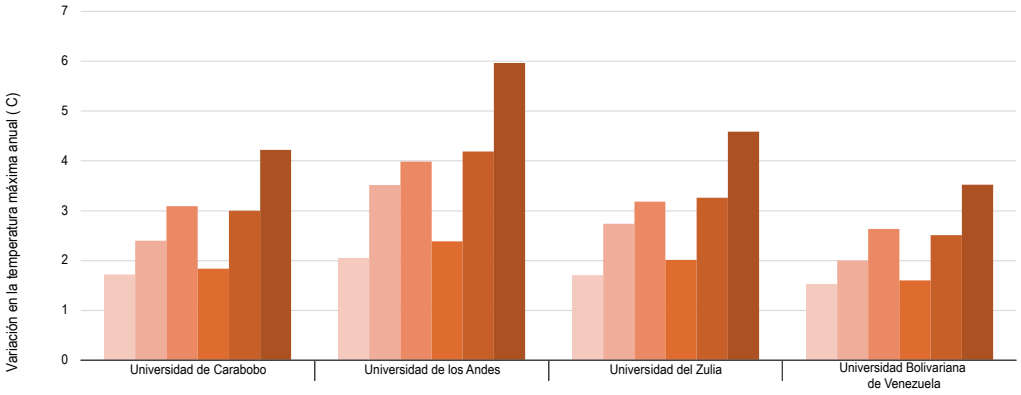
ssp245 - 2021-2040	-6,20	-0,13	-1,27	-8,42
ssp245 - 2041-2060	-16,92	-9,85	-16,99	-20,34
ssp245 - 2061-2080	-16,94	-4,74	-11,68	-21,76
ssp585 - 2021-2040	-9,78	-2,36	-8,17	-13,25
ssp585 - 2041-2060	-20,44	-8,92	-17,57	-25,47
ssp585 - 2061-2080	-26,50	-11,31	-23,94	-32,13

Figura 3.122: Exposición por variación porcentual en la precipitación media anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000



ssp245 - 2021-2040	1,60	1,81	1,87	1,47
ssp245 - 2041-2060	1,89	2,61	2,16	1,81
ssp245 - 2061-2080	2,63	3,37	2,96	2,44
ssp585 - 2021-2040	1,60	2,04	1,77	1,45
ssp585 - 2041-2060	2,51	3,45	2,67	2,27
ssp585 - 2061-2080	3,68	5,12	3,82	3,26

Figura 3.123: Exposición por variación en la temperatura mínima anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000



ssp245 - 2021-2040	1,72	2,06	1,71	1,53
ssp245 - 2041-2060	2,40	3,52	2,74	2,00
ssp245 - 2061-2080	3,09	3,98	3,18	2,63
ssp585 - 2021-2040	1,84	2,39	2,01	1,60
ssp585 - 2041-2060	3,00	4,19	3,26	2,51
ssp585 - 2061-2080	4,22	5,96	4,59	3,52

Figura 3.124: Exposición por variación en la temperatura máxima anual en las sedes principales de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Los Andes, Universidad del Zulia y Universidad de Carabobo, según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5, SSP5-8.5 y período 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000

3.3.8.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

El sector de la educación universitaria ha promovido diversas medidas y acciones para abordar los impactos directos e indirectos derivados de la intensificación de los impulsores climáticos. Estas iniciativas se enfocan principalmente en la divulgación de temas ambientales y de sostenibilidad ambiental en las instituciones de educación superior, así como en la promoción de actividades de forestación como una estrategia efectiva de adaptación ante el incremento de la temperatura. La La Figura 3.125 muestra la cadena de impactos derivados de la variación de la temperatura y precipitación en la ventana temporal 2021-2040.

En general, es previsible que el estrés térmico, la deshidratación y los problemas de salud afectarán la capacidad de aprendizaje, la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes. Por otro lado, es esperable que la ocurrencia de daños a la infraestructura, inundaciones y la afectación de servicios básicos como el agua puedan interrumpir las clases, los exámenes y el acceso a bibliotecas y laboratorios, retrasando la progresión académica. Igualmente, la disminución de la disponibilidad hídrica puede limitar el acceso a agua potable e instalaciones sanitarias en los recintos universitarios, afectando la higiene y la salud. De igual forma, los cambios en la precipitación y en la temperatura afectarían las estaciones experimentales.

Sin embargo, las instituciones de educación superior constituyen los principales aliados para el fortalecimiento de competencias e investigación en materia de cambio climático, por lo cual el sector representaría un actor clave para aumentar la resiliencia climática de la sociedad venezolana.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector de educación universitaria. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector (Tabla 3.44) y de acuerdo con la información disponible oficial, se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación e incremento de la temperatura (Ver Figuras 3.84 y 3.85), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con los factores normalizados de las capacidades educativas en materia ambiental y de cambio climático, y la superficie a cubrir por las instituciones de educación superior por estado (Figura 3.126).

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector de educación universitaria.

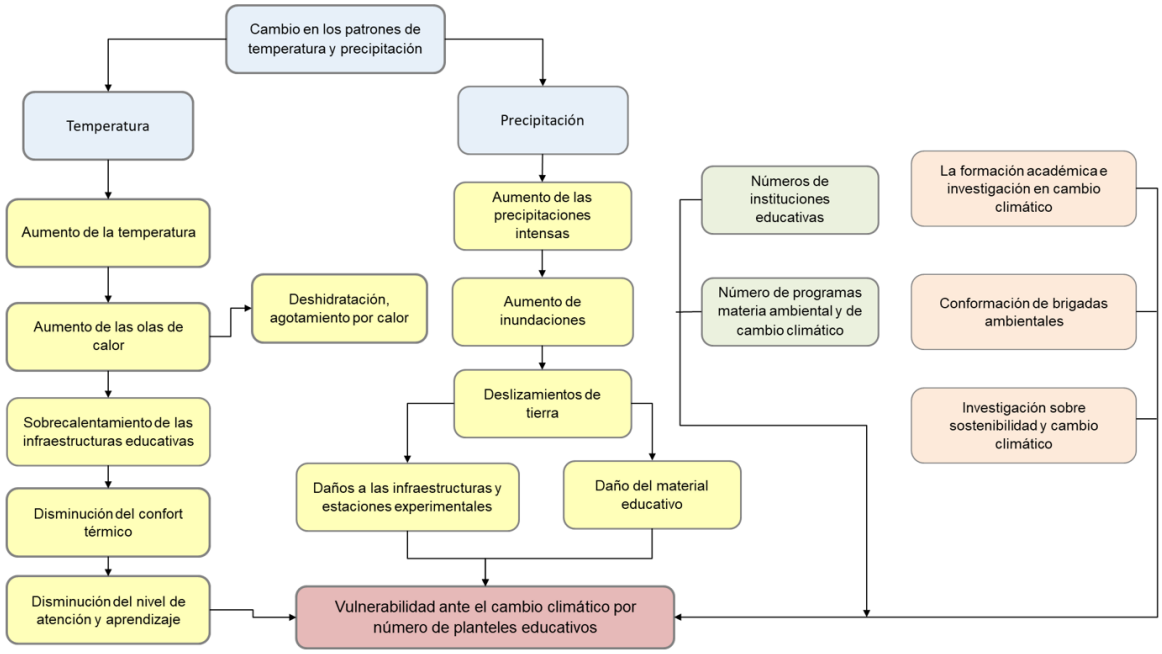


Figura 3.125: Cadena de impactos del sector educación universitaria

Tabla 3.44: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector Educación Universitaria

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Fortalecimiento de capacidades	Capacidades educativas en materia ambiental y de cambio climático
	Cobertura de los servicios educativos	Superficie a cubrir por las instituciones de educación superior
Capacidad de Adaptación	Sensibilización y educación ambiental y para el desarrollo sostenible	Factor de adaptación del sector educación universitaria

El seguimiento de las CDN reporta indicadores preliminares sobre la realización de foros comunitarios y divulgaciones, mostrando un avance del 20 % y 100 %, respectivamente, con relación a las metas establecidas para 2023. Al respecto, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra en proceso, por lo cual el valor de vulnerabilidad se asume como moderado (Figura 3.127).

Al evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector de educación universitaria, se observa que en el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, el 48 % del territorio nacional presenta vulnerabilidad moderada, el 28 % vulnerabilidad alta (en los estados Miranda y Amazonas) y el 11 % vulnerabilidad baja (Figuras 3.128 a y b). En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el mismo período, la vulnerabilidad moderada abarca el 51 % del territorio, mientras que la vulnerabilidad alta y baja se proyectan en el 35 % y el 1 %, respectivamente (Figuras 3.128 c y d). Los niveles más altos de vulnerabilidad se presentan en áreas con menor capacidad educativa en materia ambiental y de cambio climático y mayores afectaciones por los cambios en los impulsores climáticos, esto es en Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Mirada, Aragua, Carabobo y Distrito Capital. En ambos escenarios, el 13 % de la superficie evaluada carece de información para el cálculo de la vulnerabilidad.

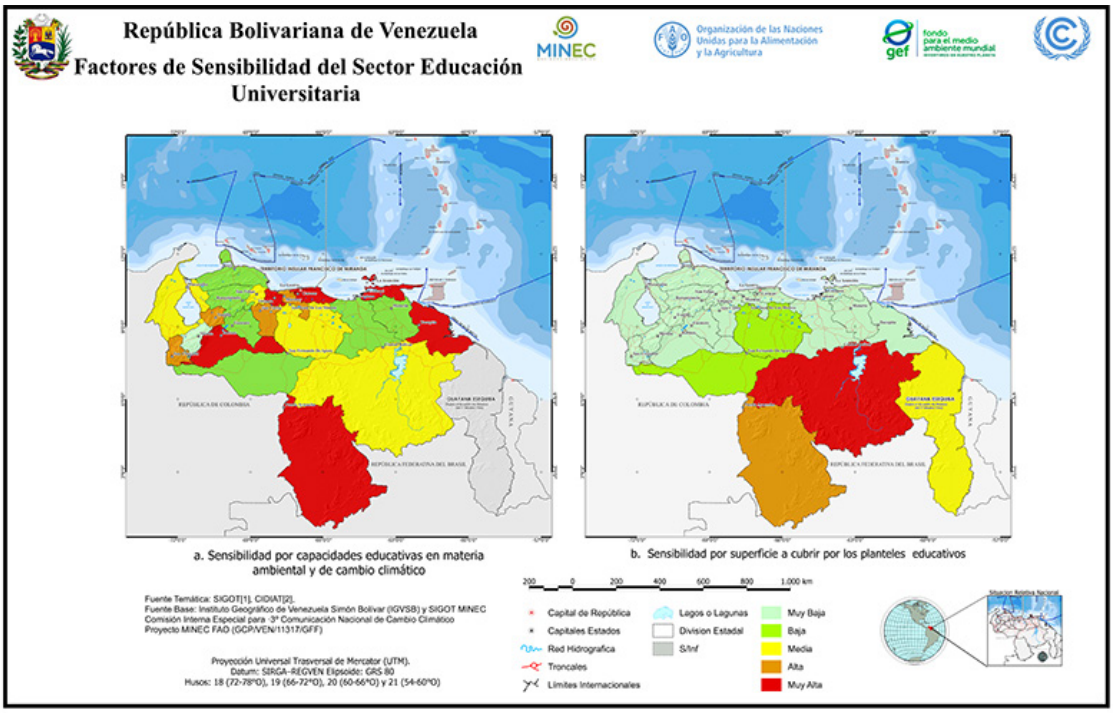


Figura 3.126: Factores de sensibilidad del sector educación universitaria

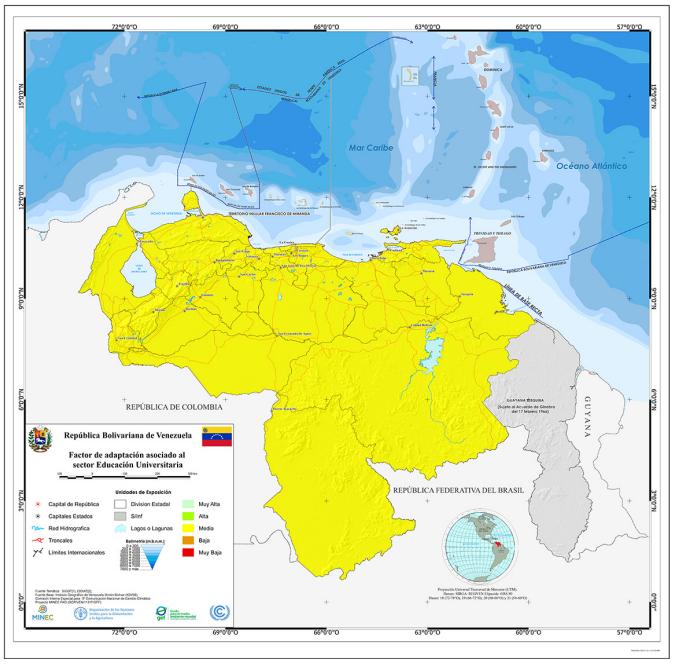
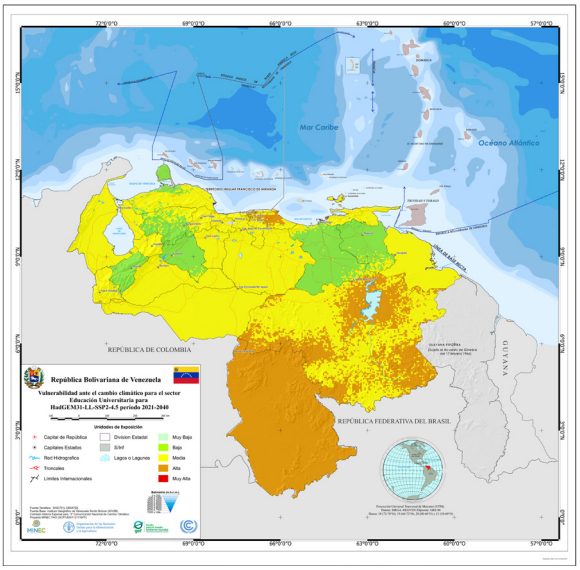
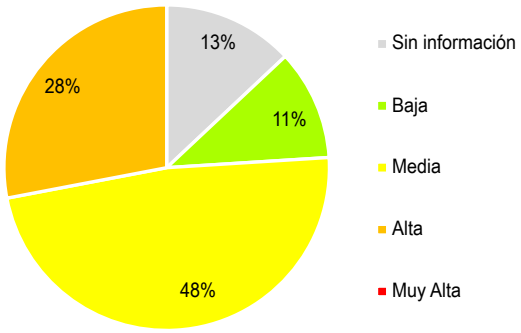


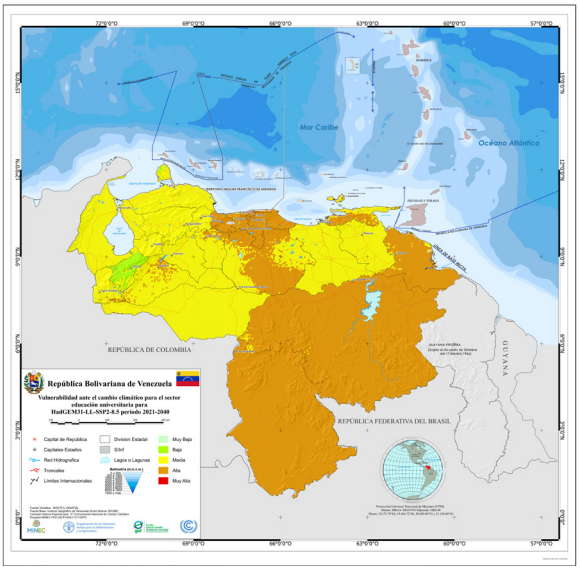
Figura 3.127: Capacidad de adaptación asociado al sector educación universitaria



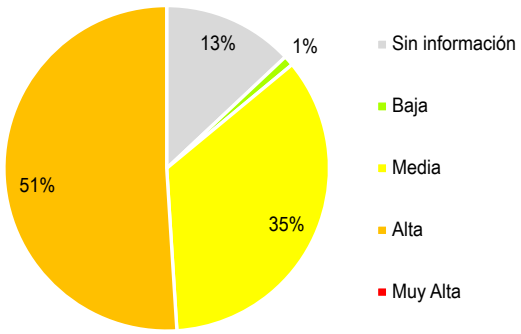
a. Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación universitaria para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040



b. Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación universitaria para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040



c. Vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación universitaria para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040



d. Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector educación universitaria para HadGEM31-LL-SSP2-8.5 período 2021-2040

Figura 3.128: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector educación universitaria (HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5, 2021-2040)

3.3.9. Sector Género (mujer y la igualdad de género)

Con la aprobación de la Constitución Bolivariana de Venezuela (1999), el Estado ha intensificado y profundizado avances significativos en el objetivo de consolidar la igualdad y la equidad de género, estableciendo un nuevo orden social, protagónico y democrático que, sin duda, ha abierto importantes espacios para la visibilización de las mujeres, conduciendo al fortalecimiento de la institucionalidad para la igualdad de género en Venezuela (MINEC & FAO, 2024)[30]. En el contexto de la adaptación al cambio climático, la perspectiva de género se vincula con tres temas principales: i) reconocimiento de las diferencias de género en necesidades, oportunidades y capacidades de adaptación, ii) participación e influencia igualitaria de mujeres y hombres en los procesos de toma de decisiones sobre adaptación y mitigación y iii) acceso equitativo a recursos financieros y otros beneficios derivados de las inversiones en adaptación y mitigación entre hombres y mujeres[31]. En este sentido, las CDN (2021) expresan la importancia de propiciar la rectoría de las políticas públicas, planes, programas y proyectos del Estado Venezolano, para el impulso de la participación de las mujeres en la reducción de la vulnerabilidad a efectos del cambio climático y el aumento de resiliencia de mujeres (en especial las mujeres campesinas) garantizando así el ejercicio de sus derechos y la igualdad de género.

3.3.9.1. Situación actual

Considerando lo reportado por el Ministerio del Poder Popular de Planificación (2023)[32], en el país, la población a nivel nacional se distribuye por sexo, en una proporción de 50,17 % mujeres y 49,83 % hombres, lo cual podría suponer una participación igualitaria en la toma de decisiones vinculadas a la gestión de la crisis climática, no obstante si se analiza la distribución de la población a nivel de los estados, Aragua representaría el estado con mayor proporción de mujeres con un 54,79 %, seguido de Miranda y el Distrito Capital con 51,31 % y 51,03 %, respectivamente, mientras que Delta Amacuro es el estado con menor proporción, con un 48,17 %, seguido por Amazonas y Barinas con 48,50 %, y 48,77 %, respectivamente (Figura 3.129 y Tabla 3.45).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Tierras, se logró, en una primera etapa, las adjudicaciones directas de títulos de tierra rurales a 477 agricultoras a nivel nacional, que equivalen a 7.400.304 hectáreas, mientras que a través de la FAO (en el año 2021), fue ejecutado el proyecto "Reducción de la vulnerabilidad por efectos del cambio climático y aumento de resiliencia de mujeres campesinas", con el objeto de aumentar las capacidades de resiliencia de las mujeres campesinas, productoras

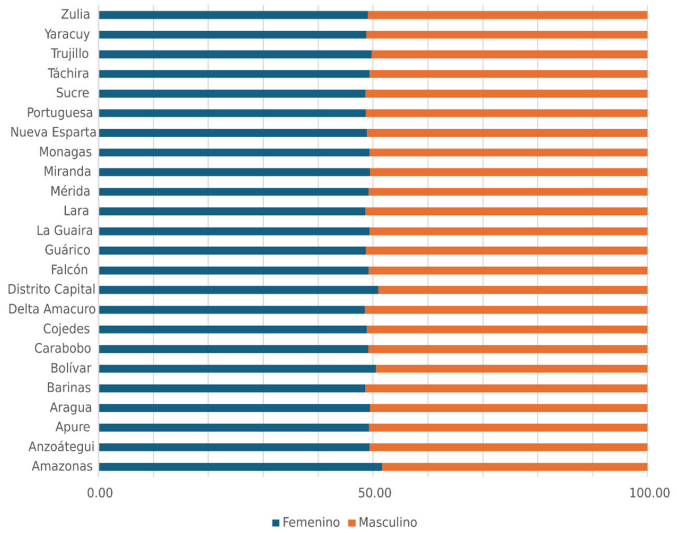


Figura 3.129: Distribución porcentual de la población desagregada por sexo

Tabla 3.45: Distribución de población por género y estado

Estado	Población (hab)	N° de mujeres	N° de hombres
Amazonas	179.516	87.065	92.451
Anzoátegui	1.848.915	916.692	932.223
Apure	592.111	291.259	300.852
Aragua	2.052.805	1.124.732	928.073
Barinas	1.080.542	526.980	553.562
Bolívar	1.707.696	849.408	855.214
Carabobo	2.708.121	1.359.477	1.348.644
Cojedes	439.732	216.260	223.472
Delta Amacuro	244.155	117.609	126.546
Distrito Capital	2.341.752	1.194.996	1.133.408
Falcón	1.155.732	572.550	583.182
Guárico	942.773	461.299	481.474
Guyana Esequiba	S/I	S/I	S/I
La Guaira	453.328	225.485	227.843
Lara	2.168.041	1.079.684	1.088.357
Mérida	1.034.661	516.606	518.158
Miranda	3.260.401	1.672.912	1.587.489
Monagas	1.130.477	559.134	571.908
Nueva Esparta	611.820	301.688	310.132
Portuguesa	1.096.330	537.531	558.799
Sucre	1.135.937	559.903	576.034
Táchira	1.398.477	700.497	697.980
Trujillo	900.848	448.532	452.316
Yaracuy	768.752	379.610	389.142
Zulia	4.503.904	2.237.990	2.265.914
Dependencias Federales	2.807	1.220	1.587

y organizaciones para hacer frente al cambio climático a través de la implementación de estrategias socio productivas sostenibles y sensibles al género, en los estados Mérida, Trujillo y Portuguesa (CDN, 2021). En tal proyecto, se tuvo la participación de 1.597 mujeres (acompañadas de 178 personas integrantes de equipos técnicos y tomadores de decisión)[33].

3.3.9.2. Situación futura

El cambio climático y los eventos extremos ponen en peligro la salud de las mujeres y aumentan los riesgos relacionados con la salud infantil y maternal. Las temperaturas extremas incrementan la incidencia de la mortinatalidad, que sumada a las variaciones en las variables bioclimáticas, favorecen la propagación de las enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, el dengue y el zika (ONU Mujeres, 2022)[34], incrementando las complicaciones de salud de mujeres y niños. También cuando tienen lugar desastres climáticos extremos, las mujeres y los niños tienen 14 veces más probabilidades de morir que los hombres, principalmente a causa del acceso limitado a la información, la movilidad, la toma de decisiones y los recursos. Conforme a esto, se plantea que las mujeres, las niñas y niños se enfrentan a los desproporcionados impactos generados por el cambio climático (Naciones Unidas, 2024)[35]. Las mujeres, particularmente en zonas rurales, son más vulnerables debido a su dependencia de los recursos naturales, mayor carga de trabajo, menor acceso a educación y recursos económicos, y su rol en el cuidado de la familia (Laska, 2008). Conforme a esto, la representación e incorporación del enfoque de género y planificación estratégica participativa supone un principio rector en la adaptación al cambio climático.

A nivel nacional los estados Aragua, Miranda y el Distrito Capital tienen la mayor proporción de mujeres en su territorio. En estos estados, según el escenario HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, se proyectan variaciones medias en la precipitación de -50,05 mm, -74,57 mm y -75 mm, respectivamente. En el escenario HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5 para el mismo período, las variaciones medias serían de -124,57 mm, -157,82 mm y -142,05 mm. Para la temperatura máxima, las anomalías proyectadas bajo el escenario HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 son de +1,72 °C, +1,59 °C y +1,54 °C para estos estados, mientras que en el escenario HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, se esperan anomalías de +1,92 °C, +1,70 °C y +1,61 °C. En los estados identificados con mayor proporción de mujeres (Aragua, Miranda y Distrito Capital), los cambios de precipitación, según el escenario HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 (período 2021-2040), suponen variaciones medias de -50,05 mm, -74,57 mm y -75 mm, respectivamente, mientras que para HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5 (en el mismo período), las variaciones medias serían de -124,57 mm, -157,82 mm y -142,05 mm, respectivamente. Para la temperatura máxima, las anomalías se proyectan en HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5, para los mismos estados en +1,72 °C, +1,59 °C y +1,54 °C, ya en HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5 se esperan anomalías de +1,92 °C, +1,70 °C y +1,61 °C, respectivamente.

Para Delta Amacuro, Amazonas y Barinas, los estados con menor proporción de mujeres, los cambios de precipitación para HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 (período 2021-2040) suponen variaciones medias de +20,86 mm, -15,11 mm y +16 mm, respectivamente, mientras que para HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5 (en el mismo período), las variaciones medias serían de -93,33 mm, -72,51 mm y 61,16 mm, respectivamente. Para la temperatura máxima, las anomalías se proyectan en HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5, para los mismos estados en +1,67 °C, +2,21 °C y +2,12 °C, ya en HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5 se esperan anomalías de +1,83 °C, +2,34 °C y +2,39 °C, respectivamente. Estos cambios podrían afectar los medios de vida, salud y seguridad de mujeres y niñas.

3.3.9.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Ciertos estados y parroquias, históricamente afectados por eventos adversos, experimentan un aumento en la intensidad y recurrencia de estas amenazas, generando impactos en cadena como la reducción de agua para producción y consumo, afectaciones en la producción y venta de alimentos, contaminación y desertificación. Estos eventos impactan significativamente la estructura social, siendo las mujeres, niñas y niños los grupos demográficos más vulnerables frente a eventos climáticos extremos, como las altas temperaturas y las intensas precipitaciones. Esta mayor susceptibilidad a los impactos adversos de tales fenómenos se deriva de la convergencia de factores no climáticos, específicamente en relación con el sector de género (Figura 3.130). Sin embargo, es factible mitigar la vulnerabilidad de este grupo mediante la puesta en marcha de las medidas de adaptación contempladas en las CDN (2021) y otros instrumentos nacionales para el empoderamiento de la mujer en la planificación y toma de decisiones estratégicas, vinculadas.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector comunas (Tabla 3.46) y de acuerdo con la información disponible oficial, se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

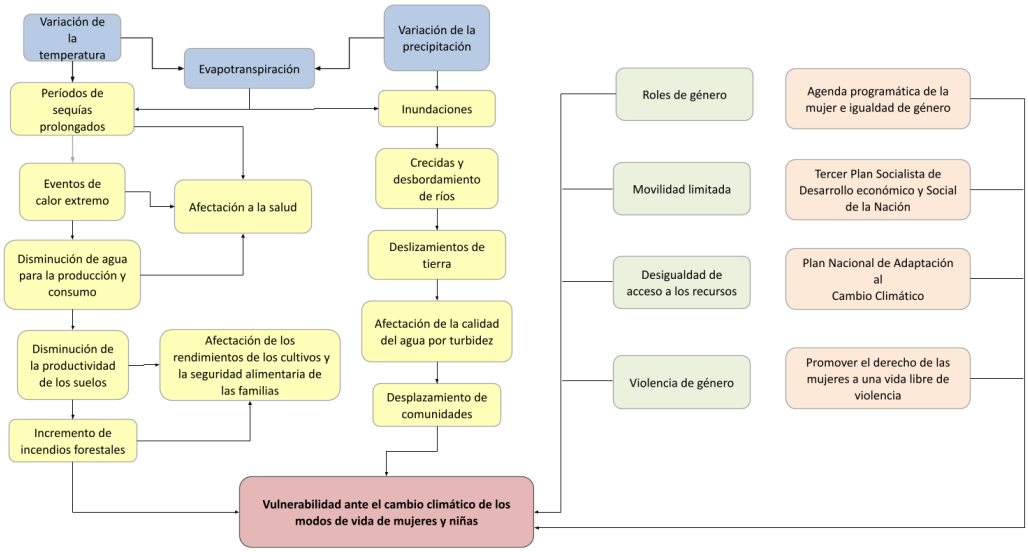


Figura 3.130: Cadena de impacto del sector Género (mujer e igualdad de género)

Tabla 3.46: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género.

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Desigualdad de Género	Factor normalizado de distribución de la población por sexo
Capacidad de Adaptación	Organización Popular y Participación	Factor de adaptación del sector género (mujer e igualdad de género)

- Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación y la temperatura, por estado, según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (ver Figuras 3.84 y 3.85).
- El factor del componente de sensibilidad se corresponde con el factor normalizado de distribución de la población por sexo (Figuras 3.131).

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector género. Conforme a lo descrito en las CDN (2021), se ha considerado propiciar la rectoría de las políticas públicas, planes, programas y proyectos del Estado Venezolano, que impulsa la participación de las mujeres en el poder popular y garantiza el ejercicio de sus derechos y la igualdad de género. Considerando entonces que, al presente se han logrado identificar necesidades, capacidades, roles y acciones sensibles al género a ejecutar en materia de gestión de riesgos de desastres y agroclimáticos con mujeres rurales productoras, se puede contemplar que la adaptación en este sector se encuentra consolidada, por lo cual el factor de adaptación se cataloga como consolidado y su vulnerabilidad como Baja (Figura 3.132).

Tras analizar los factores expuestos para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector género, las Figuras 3.133 y 3.134 muestran la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad para el período 2021-2040. Los resultados para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 indican que el 44,51 % del país presenta vulnerabilidad media, el 41,71 % vulnerabilidad baja y el 0,34 % vulnerabilidad alta. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 73,85 % del territorio exhibe vulnerabilidad alta, el 12,64 % vulnerabilidad media y el 20,09 % vulnerabilidad muy alta (Figuras 3.135 y 3.136). En ambos escenarios, Aragua representa el estado con mayor vulnerabilidad y el 13 % del área analizada no presenta información para el análisis de vulnerabilidad.

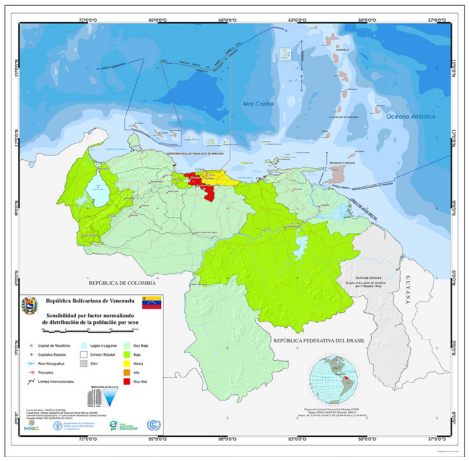


Figura 3.131: Sensibilidad por factor normalizado de distribución de la población por sexo

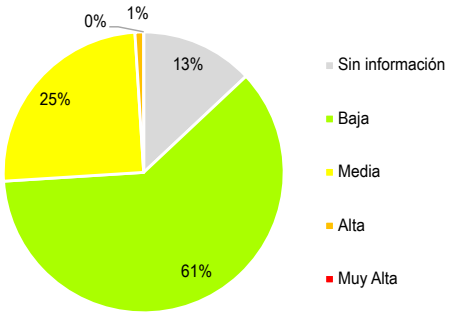


Figura 3.134: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector comunas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

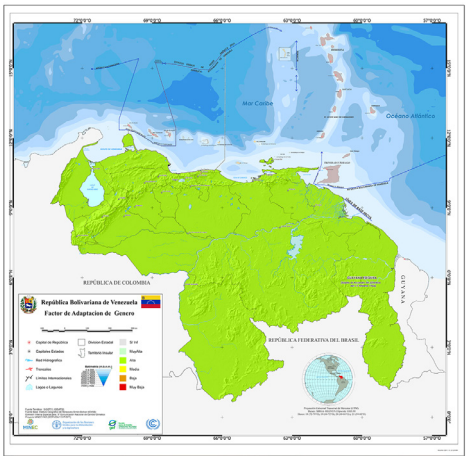


Figura 3.132: Capacidad de adaptación del sector género (mujer y la igualdad de género)

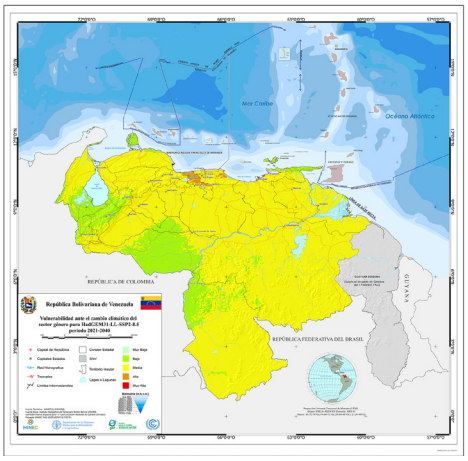


Figura 3.135: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

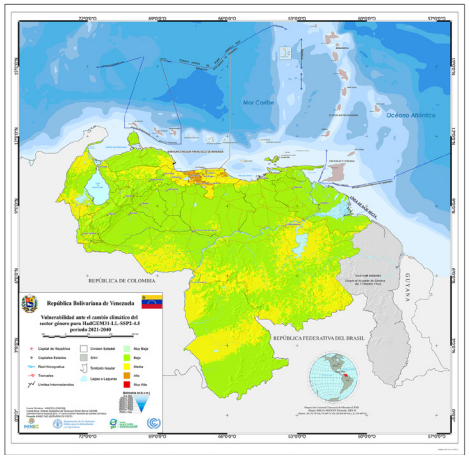


Figura 3.133: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

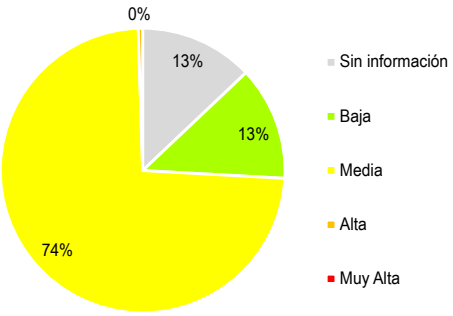


Figura 3.136: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector género para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

3.3.10. Sector Juventud y Deporte

3.3.10.1. Situación actual

Las niñas, niños y adolescentes son los más vulnerables a los impactos relacionados a los efectos del cambio climático, poniendo en profundo riesgo sus derechos y su capacidad de desarrollo, bienestar y supervivencia (UNICEF, 2024)[36], sin embargo, se considera que los jóvenes son los principales agentes de cambio en la lucha contra el cambio climático[37]. En Venezuela, para el año 2011, se reportaba una población (en edades comprendidas entre 20 y 34 años) de 7.994.774 (Tabla 3.47 y Figura 3.137), estos pueden ser considerados como actores potenciales en las acciones de adaptación al cambio climático (Figura 3.138).

En el marco de la actualización de las CDN del año 2021, Venezuela propuso un enfoque integral para fortalecer la adaptación de la juventud al cambio climático. Este enfoque se basa en dos pilares fundamentales:

- Participación activa en la gestión de riesgos: Se busca empoderar a los jóvenes para que asuman un rol protagónico en la identificación, análisis y reducción de riesgos asociados al cambio climático en sus comunidades. Para ello, se contempló, en trabajo conjunto con el MINEC, la creación de brigadas juveniles, cuyo objetivo es desarrollar capacidades en gestión de riesgos a través de programas de formación específicos. Estas brigadas también contribuirán a la sensibilización de la población sobre los desafíos y oportunidades que plantea el cambio climático. La meta al 2030 es conformar 43.000 brigadas a nivel nacional, conformadas por jóvenes integrales en edades comprendidas entre 18 y 36 años.

Tabla 3.47: Población entre 20 - 34 años

Entidad	Población con edades entre 20-34 años	Sexo	
		Femenino	Masculino
Amazonas	52.653	27.207	25.446
Anzoátegui	442.331	218.414	223.917
Apure	163.632	80.560	83.072
Aragua	460.785	227.882	232.903
Barinas	238.433	115.809	122.624
Bolívar	470.888	237.915	232.973
Carabobo	634.456	311.668	322.788
Cojedes	92.871	45.436	47.435
Delta Amacuro	52.293	25.375	26.918
Distrito Capital	463.739	236.180	227.559
Falcón	269.212	132.402	136.810
Guárico	253.042	115.008	121.223
Guayana Esequiba	S/I	S/I	S/I
La Guaira	89.887	44.405	45.482
Lara	505.888	245.942	259.946
Mérida	258.685	127.308	131.377
Miranda	809.875	400.273	409.602
Monagas	256.050	126.405	129.645
Nueva Esparta	159.403	77.879	81.524
Portuguesa	275.125	133.853	141.272
Sucre	269.319	130.891	138.428
Táchira	309.210	152.705	156.505
Trujillo	214.709	106.780	107.929
Yaracuy	188.357	91.856	96.501
Zulia	52.653	27.207	25.446

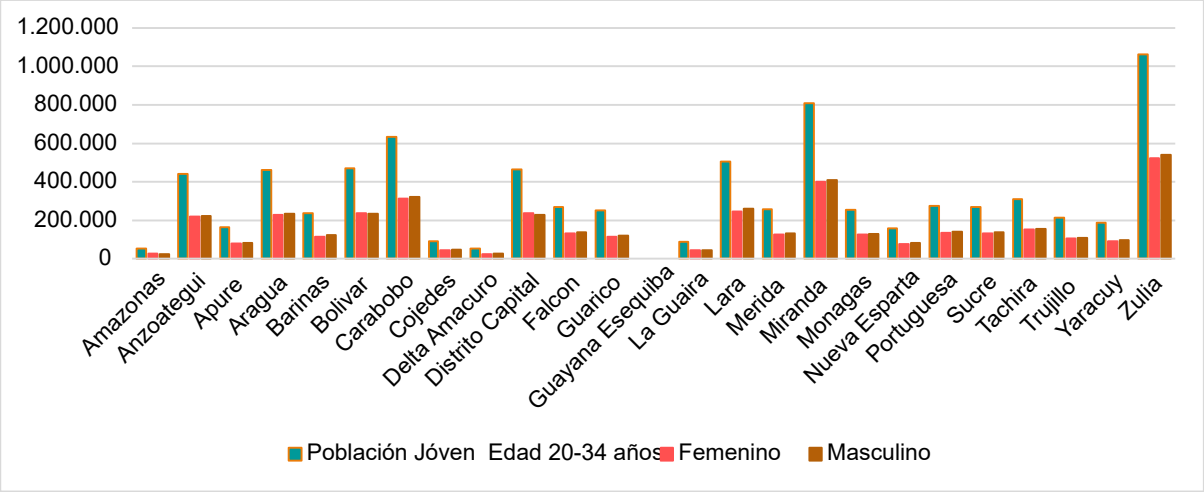


Figura 3.137: Distribución por género de la población entre 20 – 34 años a nivel de estados

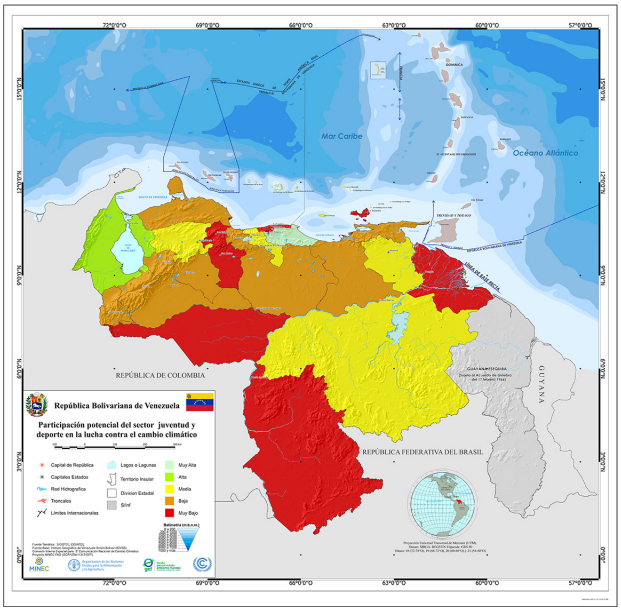


Figura 3.138: Participación potencial del sector juventud y deporte en la lucha contra el cambio climático

- Formación socio-productiva sostenible: El sector promueve el diseño e implementación de programas de formación que integren la sostenibilidad ambiental en actividades productivas, impulsando la innovación y el emprendimiento verde entre los jóvenes. Estos programas se divulgarán de forma continua, utilizando tecnologías de información y comunicación (TIC), asegurando un acceso amplio y equitativo a la formación.

El programa ejecutó su primera juramentación de jóvenes brigadistas en enero del 2022 en 13 entidades del país. Entre los años 2022 y 2023, Aragua se constituyó como el estado con mayor número de brigadistas, con 3.054 registrados, seguido de Distrito Capital y Nueva Esparta con 2.847 y 2.817, respectivamente (Figura 3.139).

En la actualidad, el registro cuenta con 33.258 brigadistas a nivel nacional en los 24 estados y 213 municipios del país incluso incorpora otros grupos etarios a su sistema de voluntarios:

- Brigadistas de sexo femenino: 18.163.
- Brigadistas de sexo masculino:15.095.
- Brigadistas en edades comprendidas entre los 16 años a los 21 años: 16.625.
- Brigadistas en edades comprendidas entre los 22 años a los 28 años: 9.542.
- Brigadistas en edades comprendidas entre los 29 a 36 años: 4.722.
- Brigadistas en edades comprendidas entre los 37 a 50 años: 2.369. • Brigadistas que forman parte de la diversidad sexual: 17.225.

Para fortalecer las capacidades de las brigadas juveniles, se impulsó, además, la formación especializada en 15 áreas clave:

- Adaptación y mitigación al cambio climático
- Atención preventiva ante las lluvias
- Mapas de Riesgos
- Economía circular
- Ecosistemas y biodiversidad
- Sistema nacional de parques
- Manejo integral de residuos
- Eco Turismo
- Prevención de Riesgos
- Viveros comunitarios
- Prácticas contra incendios forestales
- Identificación de árboles y plantas
- Tiempo Atmosférico y Clima
- Cuencas Hidrográficas
- Gobernanza climática

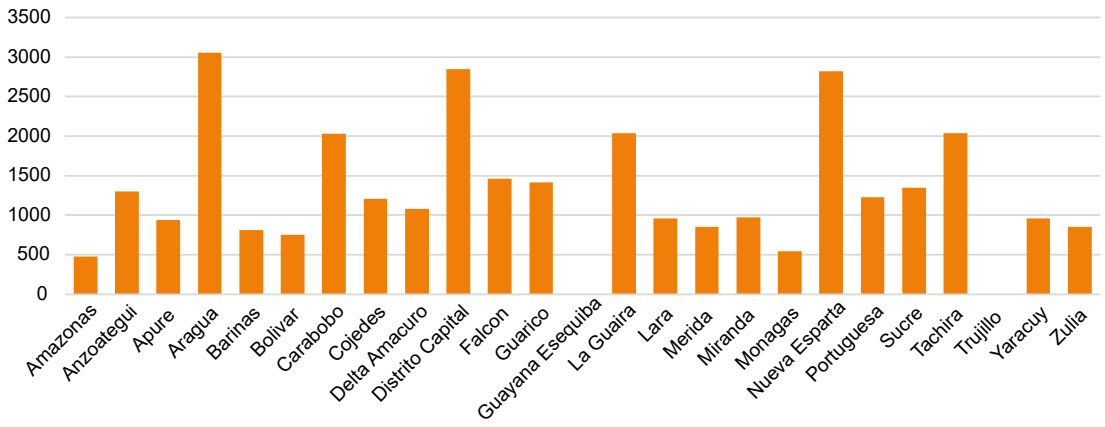


Figura 3.139: Participación de jóvenes brigadistas contra el cambio climático, registrados en 2022-2023 por entidad

Asimismo, se consideran planes comunicacionales que difundan la estructura, funciones y operatividad de las brigadas, facilitando su articulación con actores locales y la participación comunitaria. Un aspecto de gran relevancia es la conformación de alianzas estratégicas con instituciones públicas y privadas para consolidar las acciones propuestas, optimizando recursos y maximizando el impacto de las iniciativas.

3.3.10.2. Situación futura

A objeto de analizar el clima actual y futuro del sector juventud y deporte, la Tabla 3.48 muestra los valores anuales promedio de la precipitación y las temperaturas medias en las áreas donde se planificaron las primeras juramentaciones en el año 2022 (Figura 3.140), considerando la normal climática como período para promediar (1971-2000).

De las locaciones de la Tabla 3.48, se tiene que el Jardín Botánico de la UCV (Distrito Capital) presentaría las mayores variaciones de precipitaciones en el período 2021-2040 para el HadGEM31-LL-SSP5-8.5, con disminuciones de 126 mm, seguido del Jardín Botánico Naguanagua (Carabobo) y el Parque San Felipe El Fuerte (Yaracuy), con 117 mm y 113 mm, respectivamente. En el caso de la temperatura, en este período y mismo escenario, las mayores variaciones se darán en el Parque Metropolitano Monseñor Fernández Feo (Táchira) con aumento de 2,41 °C, seguido de Los Médanos de Apure (Apure), Parque La Federación (Barinas) y El Páramo (Mérida) con 2,39 °C, 2,36 °C y 2,34 °C, respectivamente.

Tabla 3.48: Promedio anual de la precipitación (mm) y las temperaturas mínima, máxima y media (°C) en las parroquias evaluadas (1971-2000) para el sector juventud y deporte

Estado	Localidad	Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
		Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP2-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP2-8.5
Amazonas	Tobogán de la Selva	3.361	-72	-106	32,36	2,15	2,27
Anzoátegui	Parque Nacional Mochima Playa Corona	659	-15	-62	29,69	1,52	1,62
Apure	Los Médanos de Apure	1.733	-7	-74	32,36	2,16	2,39
Aragua	Ocumare de la Costa de Oro Bahía de Cata	670	-56	-89	30,45	1,62	1,72
Barinas	Parque La Federación	1.540	-10	-78	32,44	2,1	2,36
Bolívar	Parque de Llovizna	1.368	35	-93	30,03	1,85	2,13
Carabobo	Jardín Botánico Naguanagua	1.074	-49	-117	30,25	1,71	1,84
Cojedes	Parque Boca Toma	1.384	-27	-112	30,62	1,89	2,09
Delta Amacuro	P.R Tucupita	1.778	15	-85	30,55	1,54	1,61
Distrito Capital	Jardín Botánico (UCV)	884	-75	-126	26,63	1,53	1,6
Falcon	Parque Nacional Los Médanos	479	-30	-54	31,21	1,37	1,41
Guárico	Monumento Natural Arístides Rojas	885	-36	-91	30,86	1,79	1,96
La Guaira	Playa Candilejas	721	-68	-108	30,85	1,48	1,54
Lara	Represa de Tocuyo	860	-16	-61	27,08	1,88	2,1
Mérida	El Páramo	834	7	-35	12,52	2,02	2,34
Miranda	Playa los Totumos	981	-82	-45	31,43	1,44	1,5
Monagas	La Cueva del Guácharo	1.200	-13	-83	26,54	1,55	1,65
Nueva Esparta	Playa el Agua	881	-28	-76	29,43	1,38	1,4
Portuguesa	Parque los Samanes Guanare	1.392	7	-81	32,41	2,03	2,32
Sucre	Playa San Luis	759	-39	-75	31,6	1,53	1,49
Táchira	P. R Monseñor Fernández Feo "Parque Metropolitano"	1.744	-8	-56	26,97	2,04	2,41
Trujillo	Parque Botánico de Valera	1.076	-12	-48	29,89	1,98	2,25
Yaracuy	Parque San Felipe El Fuerte	1.164	-52	-113	29,69	1,74	1,89
Zulia	Sede del Comando de Vigilancia Costera	952	-5	-75	32,49	1,74	2,04

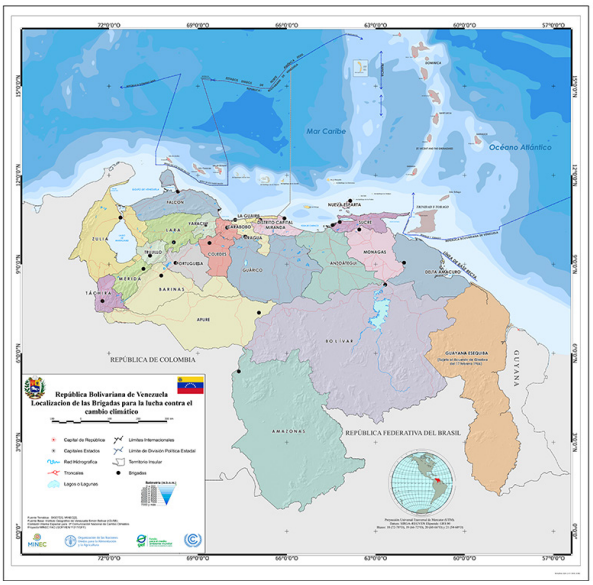


Figura 3.140: Ubicación de sitios de las primeras juramentaciones de brigadistas contra el cambio climático

3.3.10.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

El sector juventud y deporte es una prioridad en la actualización de las CDN de 2021 en materia de adaptación, debido a su vulnerabilidad al cambio climático. Esta susceptibilidad se debe a la confluencia de factores no climáticos relacionados con el sector. Sin embargo, es posible reducir esta vulnerabilidad mediante la implementación de las medidas de adaptación descritas en el apartado 3.4. La Figura 3.141 presenta las cadenas de impactos previsibles por las variaciones de precipitación y temperatura sugeridas por los escenarios climáticos para el período 2021-2040. Las implicaciones más evidentes son el estrés térmico, la deshidratación y los problemas de salud, que pueden afectar la capacidad física, el rendimiento deportivo y el bienestar general de los jóvenes. Por otro lado, las altas temperaturas, inundaciones y deterioro de infraestructuras dificultan la práctica de actividades deportivas al aire libre, limitando las oportunidades de recreación, socialización y desarrollo físico. Asimismo, la afectación de las infraestructuras deportivas puede reducir la disponibilidad de espacios seguros para la práctica deportiva, especialmente en comunidades vulnerables. Considerando estos y otros impactos negativos, se debe resaltar que el sector juventud juega un papel preponderante en la lucha contra el cambio climático, su rol es indispensable para aumentar la resiliencia climática del país.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector juventud (Tabla 3.49), cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación e incremento de la temperatura, por estado, según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (ver Figuras 3.84 y 3.85).

El factor del componente de sensibilidad se corresponde con el factor normalizado de la proporción de jóvenes con participación actual en las brigadas de la lucha contra el cambio climático (Figuras 3.142).

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector juventud y deporte. Conforme a lo descrito en las CDN (2021), se ha considerado propiciar la creación de brigadas juveniles, programas de formación, alianzas con instituciones públicas y privadas y la divulgación. Considerando entonces que al presente las actividades para este sector han cumplido las metas previstas en la CDN, se puede contemplar que el factor de adaptación se cataloga como consolidado y representaría una vulnerabilidad baja (Figura 3.143).

Analizados los factores antes expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector juventud y deporte, la Figura 3.144 muestra la distribución espacial y en proporción de la vulnerabilidad en el período 2021-2040. De los resultados obtenidos para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 79 % del país, exhibe una vulnerabilidad media, mientras que un 4 % de la superficie se corresponde a una vulnerabilidad baja y otro 4 % con vulnerabilidad alta. En cuanto al escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, la Figura 3.145 muestra que el 55 % del territorio exhibe una vulnerabilidad alta y 32 % una vulnerabilidad media, que se corresponde con las zonas en donde se proyectan los mayores cambios en los impulsores climáticos, por lo cual se vuelve necesario el fortalecimiento de las distintas acciones de adaptación del sector juventud y deporte, esto incluye entre otras, el aumento de número de brigadistas para la lucha contra el cambio climático. Para ambos escenarios un 13 % no cuenta con información para el análisis de vulnerabilidad.

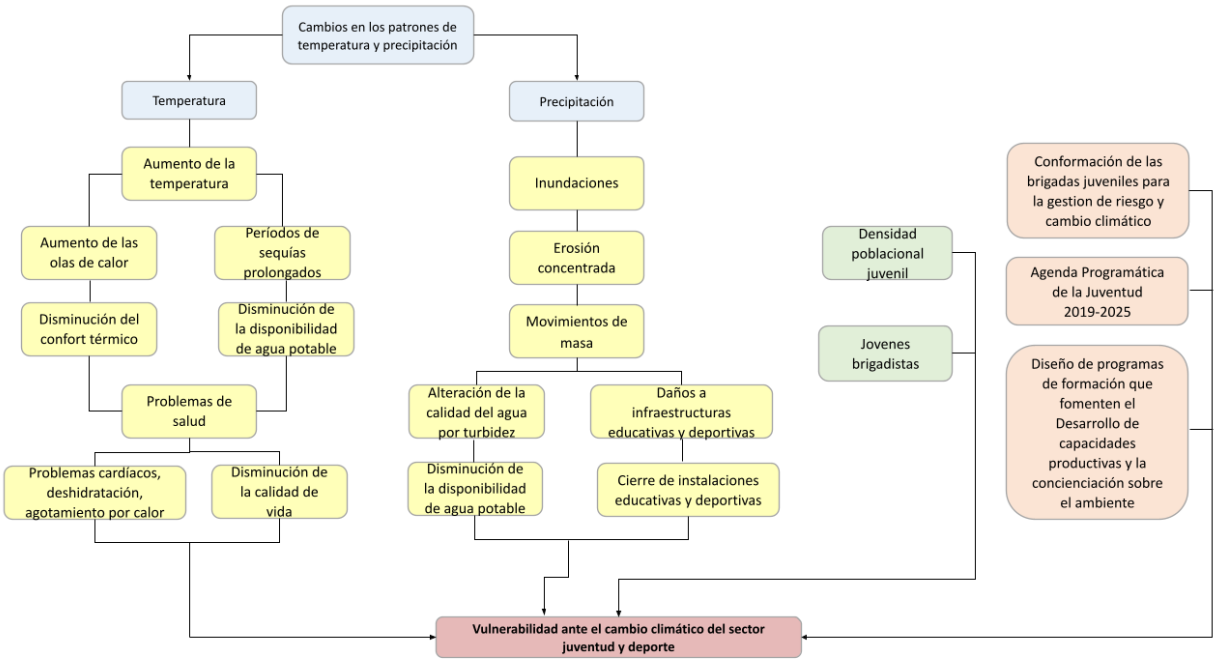


Figura 3.141: Cadena de impactos del sector juventud y deporte

Tabla 3.49: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Brigadas contra el cambio climático	Factor normalizado de proporción de jóvenes con participación actual en las brigadas de la lucha contra el cambio climático
Capacidad de Adaptación	Organización Popular y Participación	Factor de adaptación del sector juventud y deporte

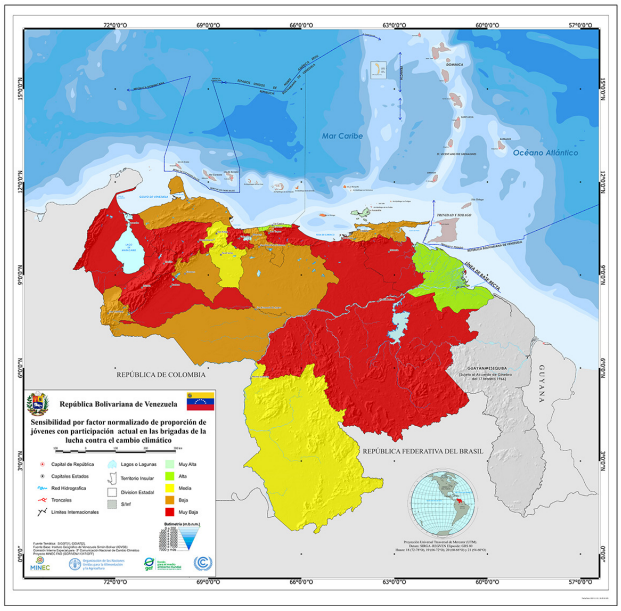


Figura 3.142: Sensibilidad por factor normalizado de proporción de jóvenes con participación actual en las brigadas de la lucha contra el cambio climático

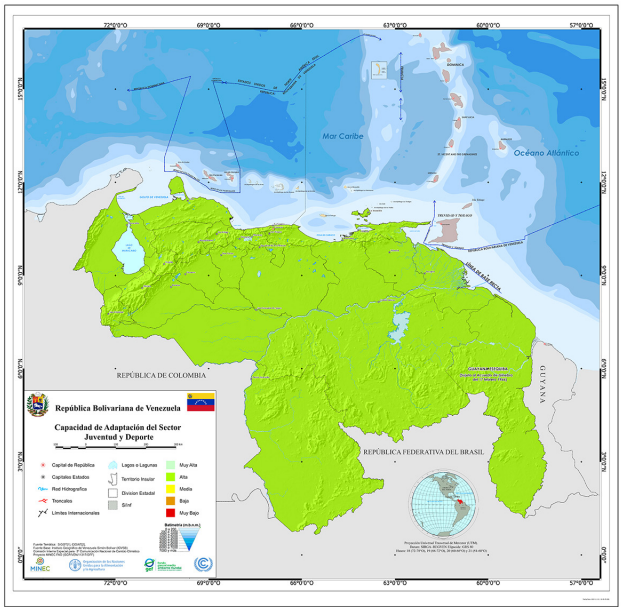


Figura 3.143: Capacidad de adaptación del sector juventud y deporte

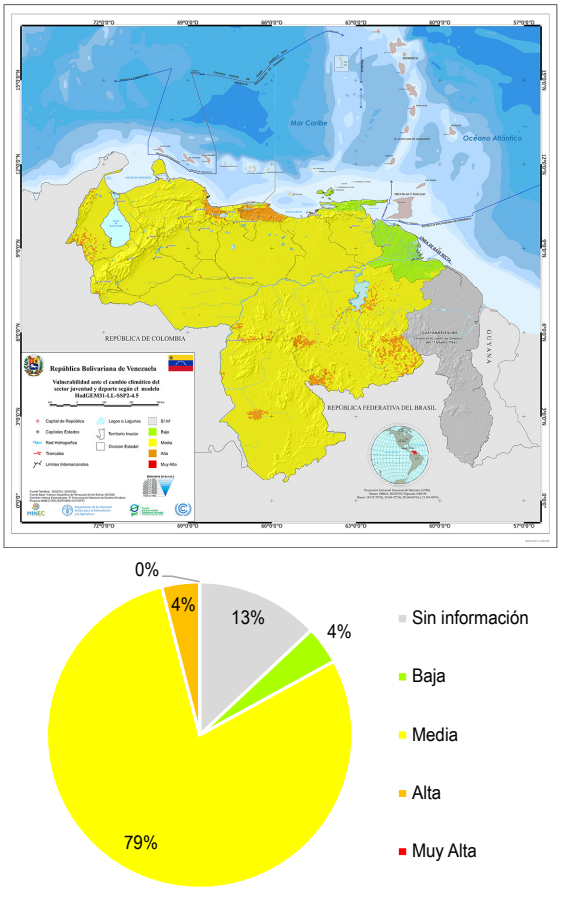
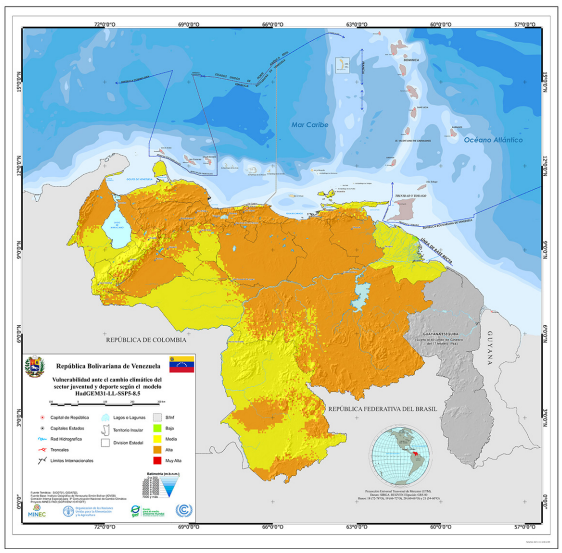


Figura 3.144: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte según el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5



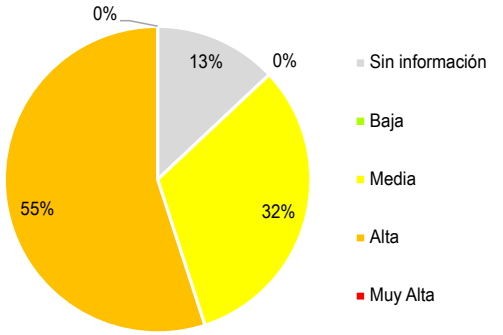


Figura 3.145: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector juventud y deporte según el modelo HadGEM31-LL-SSP5-8.5

3.3.11. Sector Minería

La República Bolivariana de Venezuela posee una extensa variedad de minerales, esto, debido a la formación geológica del precámbrico que comprende complejos geosinclinales y extensas cuencas sedentarias, caracterizando la historia geológica del país y originando cuantiosos depósitos de minerales de variada naturaleza; esta complejidad de depósitos posee minerales de hierro, aluminio, dolomita, manganeso, oro, diamante, bauxita, granitos, ocre, tierras raras, torio, cuarzo y caolín (Olivo, 2011). Dado a estas características geológicas, la República Bolivariana de Venezuela posee tres grandes provincias: La Región costa-montaña, compuesta por la cordillera de la Costa, la depresión del lago de Maracaibo, la cordillera de los Andes y la sierra de Perijá, la Región de los Llanos y Delta del río Orinoco, integrada por la depresión central llanera y el delta del río Orinoco, la Región de Guayana, constituida morfológicamente por el macizo guayanés, donde se encuentran las rocas más antiguas de Venezuela y el mundo, y la que contiene la mayor parte de la riqueza minera del país (Olivo, 2011).

Para el caso de la Región de Guayana el 24 de febrero de 2016, en Gaceta Oficial Nº 40.855, la presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, mediante el Decreto Nº 2.248 oficializó la creación de la Zona de Desarrollo Estratégico Nacional Arco Minero del Orinoco (AMO); el cual cuenta con 111.843,60 kilómetros cuadrados al sureste del país y está organizado internamente en cuatro áreas, a los fines de desarrollo y de organización administrativa: Área 1 denominada Juana La Avanzadora, ocupando el 23,93 % del territorio y con predominancia de bauxita, coltán, tierras raras y diamante; Área 2 denominada Manuela Sáenz, ocupando el 10,43 % y con predominancia de hierro y oro; Área 3 denominada Negra Hipólita, ocupando el 27,59 % y con predominancia de bauxita, cobre, caolín y dolomita y Área 4 denominada Josefa Camejo, ocupando 38,04 % y con predominancia de oro, bauxita, cobre, caolín y dolomita, establecido en el Plan Sectorial Minero (2011).

Bajo la regulación y control del Estado, esta zona especial tiene como propósito estimular las actividades sectoriales asociadas a la explotación de los recursos minerales, con la participación de empresas privadas, públicas y mixtas, así como, la participación de la pequeña minería, bajo criterios de soberanía y responsabilidad ambiental[38]. Considerando así que la minería es, después del petróleo, una de las fuentes más importantes de ingresos para el país se prevé que la variabilidad del clima, traducida en intensas sequías y prolongadas precipitaciones repercutirá no solo en las condiciones de los recursos y sitios mineros sino también en el aspecto socioeconómico del país.

3.3.11.1. Situación actual

El Arco Minero del Orinoco (AMO) es una Zona de Desarrollo Estratégico esencial del Motor Minería, correspondiendo a uno de los quince motores que conforman la Agenda Económica Bolivariana, lanzada en 2016 por el presidente de la República y dirigida por el Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico. El AMO está ubicado al sur del río Orinoco, en la parte norte del estado Bolívar con una superficie total de 111.843,70 km^2, organizada internamente en cuatro áreas, con fines de desarrollo y de organización administrativa (Figuras 3.146 y 3.147).

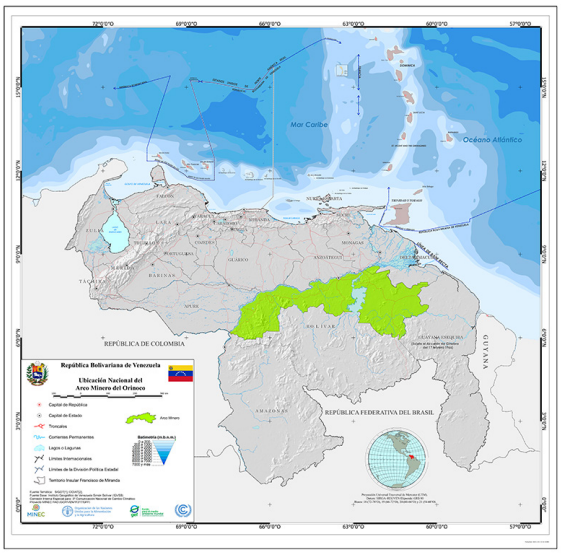


Figura 3.146: Ubicación Nacional del Arco Minero del Orinoco (AMO)

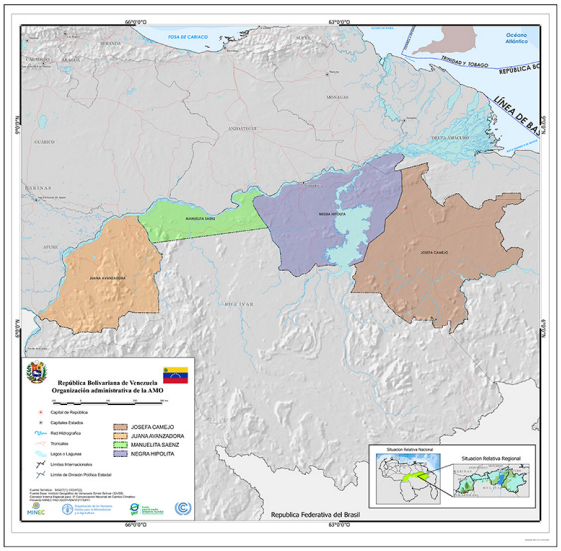


Figura 3.147: Organización administrativa del Arco Minero del Orinoco (AMO)

Venezuela posee un gran potencial minero, con importantes reservas distribuidas en todo el territorio del AMO. Estas reservas han contribuido a la sostenibilidad económica y a la transformación del país, produciendo diversos productos metálicos y no metálicos que son insumos esenciales para una amplia variedad de industrias manufactureras y de bienes intermedios, destinados a diferentes ramas manufactureras, de servicios y de atesoramiento. El cambio climático plantea una amenaza grave y creciente a la capacidad del mundo para producir productos básicos. Estas condiciones adversas generan dificultades para los recursos mineros y su entorno, afectando el suministro de los productos de los que dependen tanto las industrias como algunas comunidades. Es muy probable que las operaciones mineras se vean cada vez más perturbadas debido a la disminución de las precipitaciones, el avance de la desertificación y el aumento de la aridez, fenómenos que se intensifican con el paso de los años.

Durante el período 1971-2020, en el AMO, las temperaturas promedio variaban entre 23 y 34 °C, siendo la temperatura dominante de 31 °C. El menor registro de temperatura corresponde al Cerro Cerbatana, que se encuentra a una altitud de 2.071 metros sobre el nivel del mar y presenta una temperatura promedio de 23 °C (Tabla 3.50, Figura 3.148). En cuanto a las precipitaciones promedio, estas variaban entre 796 y 2.881 mm anuales, con una dominancia entre 1.500 y 1.750 mm anuales (Tabla 3.51, Figura 3.149).

Tabla 3.50: Temperatura media anual (°C) en el AMO. Período: 1971–2000

Temperatura media (˚C)	Porcentaje de la superficie total del AMO	Temperatura media (˚C)	Porcentaje de la superficie total del AMO
23	<0,01	29	2,48
24	<0,01	30	9,37
25	0,02	31	39,96
26	0,05	32	19,59
27	0,09	33	24,97
28	0,35	34	3,12

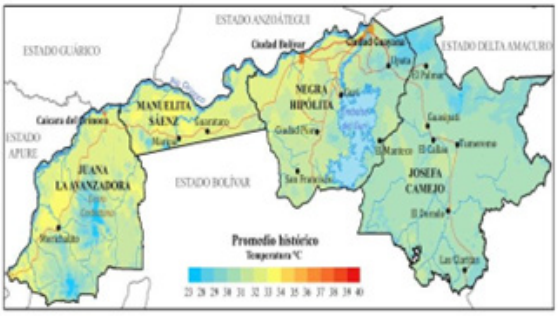


Figura 3.148: Temperatura media anual (°C) en el AMO. Período: 1971–2000

Tabla 3.51: Precipitación media anual (mm) en el AMO. Período: 1971 –2000

Rango de precipitación (mm anuales)	Porcentaje de la superficie total del AMO	Rango de precipitación (mm anuales)	Porcentaje de la superficie total del AMO
<1.000	0,27	1.750-2.000	23,49
1.000-1.250	3,57	2.000-2.250	13,95
1.250-1.500	20,42	2.250-2.500	2,27
1.500-1.750	35,83	2.500-2.881	0,20

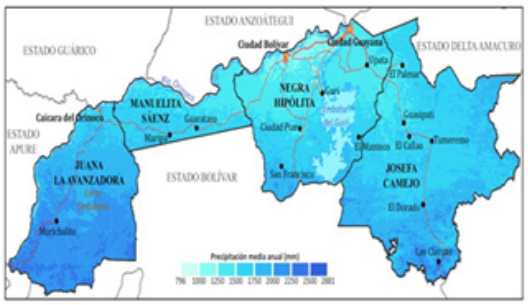


Figura 3.149: Precipitación media anual (mm) en el AMO. Período: 1971 – 2000

En cuanto a los valores de las cuatro áreas de desarrollo minero estratégico (Tablas 3.52 y 3.53), se presenta los siguiente:

• Josefa Camejo: La temperatura dominaba entre los 30-31 °C, con precipitaciones anuales entre 1.500 y 2.000 mm.

• Juana la Avanzadora y Manuelita Sáenz: La temperatura variaba entre los 32-33 °C, con precipitaciones anuales entre 1.750-2.250 mm para Juana la Avanzadora y 1.250 a 1.750 mm para Manuelita Sáenz.

• Negra Hipólita: La temperatura oscilaba entre los 30-32 °C, con precipitaciones anuales de 1.250 a 1.750 mm.

3.3.11.2. Situación futura

Como se ha mencionado, el cambio climático representa uno de los desafíos más inminentes a corto y mediano plazo. Para comprender plenamente este fenómeno complejo, es esencial analizar los datos históricos, ya que proporcionan un contexto útil para evaluar los cambios en los patrones climáticos, identificar las tendencias a largo plazo y así, distinguir la variabilidad existente. En este contexto de crisis climática, se realizó una evaluación del comportamiento de las precipitaciones y la temperatura para el AMO en los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080, utilizando los modelos de predicción climática global HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5.

Tabla 3.52: Temperatura media (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO. Período: 1971 – 2000

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Temperatura media (˚C)	Dominancia (%)	˚C
Josefa Camejo	30 a 31 ˚C	74	31
		16	30
		7	32
		3	29
Juana la Avanzadora	32 a 33 ˚C	45	33
		24	32
		12	31
		7	30
		6	34
		3	29
Manuelita Sáenz	32 a 33 ˚C	73	33
		15	34
		9	32
Negra Hipólita	30 a 32 ˚C	37	32
		32	31
		24	33
		5	30

Tabla 3.53: Precipitación anual (mm) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO. Período: 1971 – 2000

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Rango de precipitación (mm anuales)	Porcentaje por bloque
Josefa Camejo	1.000-1.250	<0,01
	1.250-1.500	6,92
	1.500-1.750	52,20
	1.750-2.000	33,90
	2.000-2.250	6,15
	2.250-2.500	0,45
	2.500-2.881	0,02
Juana la Avanzadora	1.250-1.500	0,48
	1.500-1.750	10,12
	1.750-2.000	32,42
	2.000-2.250	47,89
Manuelita Sáenz	1.000-1.250	0,66
	1.250-1.500	34,75
	1.500-1.750	59,29
	1.750-2.000	4,82
Negra Hipólita	<1.000	0,52
	1.000-1.250	12,71
	1.250-1.500	50,90
	1.500-1.750	26,69
	1.750-2.000	8,45
	2.000-2.250	0,53

Al evaluar el comportamiento de la precipitación a través de los escenarios derivados de HadGEM31-LL-SSP2-4.5 (Tabla 3.54), se advierte una tendencia muy leve en el aumento de las precipitaciones en algunas áreas para el período 2021-2040. No obstante, para los períodos 2041-2060 y 2061-2080, la tendencia cambia, presentándose una disminución apreciable en el aporte pluviométrico anual. Por ejemplo, en el área de Josefa Camejo, para el período 2021-2040, el 86 % del área que presentaba precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm/año aumenta su intervalo de precipitación a 88,68 %. En el período 2041-2060, las precipitaciones disminuyen a 80 %. Finalmente, en el período 2061-2080, se alcanza una disminución de la precipitación en 66 %.

Al analizar el intervalo inferior de 1.250-1.500 mm (Tabla 3.54), se observa una tendencia del 6,92 % para el período 1971-2020, que aumenta a 19,22 % para el período 2041-2060 y se agudiza en el período 2061-2080 alcanzando un 33,54 %. Esto evidencia el comportamiento dinámico y la disminución progresiva de la precipitación para esta área y las tres áreas restantes del AMO (Figuras 3.150 y 3.151).

Con el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, la tendencia a la disminución de la precipitación se vuelve más pronunciada a medida que avanzan los períodos analizados (Tabla 3.55). Tomando nuevamente como ejemplo el área de Josefa Camejo, donde el 86 % de las precipitaciones se encontraban entre 1.500 a 2.000 mm/año, se observa una disminución al 77,3 % en el período 2021-2040. Esta disminución continúa a un 53,9 % para el período 2041-2060 y culmina con un 32,26 % para el período 2061-2080.

Al analizar el intervalo inferior de 1.250-1.500 mm (Tabla 3.55), se observa que el 6,92 % del período 1971-2020 aumenta a 21,56 % para el período 2021-2040, elevándose a 46,02 % para el período 2041-2060 y a 67,73 % para el período 2061-2080. Esto revela una disminución más notable de la precipitación para este escenario, tanto en esta área como en el resto de las áreas del AMO (Figuras 3.152 y 3.153).

Variación de la Temperatura

En los registros de temperatura durante el período 1971-2020 en el AMO, se observa que el intervalo predominante está entre 30 y 31 °C, cubriendo el 40 % de la superficie del AMO. El siguiente intervalo dominante se encuentra entre 32 y 33 °C, ocupando un 24,8 % del área. Al ampliar los intervalos, se estima que el 93,87 % de la superficie del AMO tenía una variación de la temperatura media anual entre 29 y 33 °C (Tabla 3.56).

Tabla 3.54: Distribución de la precipitación (mm) por área de producción minera en el AMO (para SSP2-4.5)

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Intervalo de precipitación (mm anuales)	Porcentaje por bloque 1971-2020	Porcentaje por bloque 2021-2040	Porcentaje por bloque 2041-2060	Porcentaje por bloque 2061-2080
Josefa Camejo	2.881-2.500	0,02	0,01	0,00	0,00
	2.500-2.250	0,45	0,29	0,02	0,01
	2.250-2.000	6,15	6,26	0,67	0,51
	2.000-1.750	33,90	37,69	15,24	11,65
	1.750-1.500	52,20	50,99	64,85	54,29
	1.500-1.250	6,92	4,76	19,18	33,32
	1.250-1.000	<0,01	0,00	0,04	0,22
Juana La Avanzadora	2.881-2.500	0,00	0,04	0,00	0,00
	2.500-2.250	0,00	13,43	0,01	0,85
	2.250-2.000	47,89	44,63	15,16	32,70
	2.000-1.750	32,42	30,08	41,14	34,43
	1.750-1.500	10,12	10,78	31,58	25,24
	1.500-1.250	0,48	1,04	11,44	6,75
	1.250-1.000	0,00	0,00	0,67	0,03
Manuelita Sáenz	2.000-1.750	4,82	4,28	0,00	0,00
	1.750-1.500	59,29	61,88	4,85	19,57
	1.500-1.250	34,75	33,32	68,75	68,48
	1.250-1.000	0,66	0,52	26,24	11,94
	1.000-750	0,00	0,00	0,16	0,02
Negra Hipólita	2.250-2000	0,53	1,00	0,00	0,09
	2.000-1.750	8,45	10,41	1,37	4,76
	1.750-1.500	26,69	29,62	15,37	17,63
	1.500-1.250	50,90	48,85	46,66	42,59
	1.250-1.000	12,71	9,13	33,85	32,46
	1.000-750	0,52	0,98	2,74	2,47

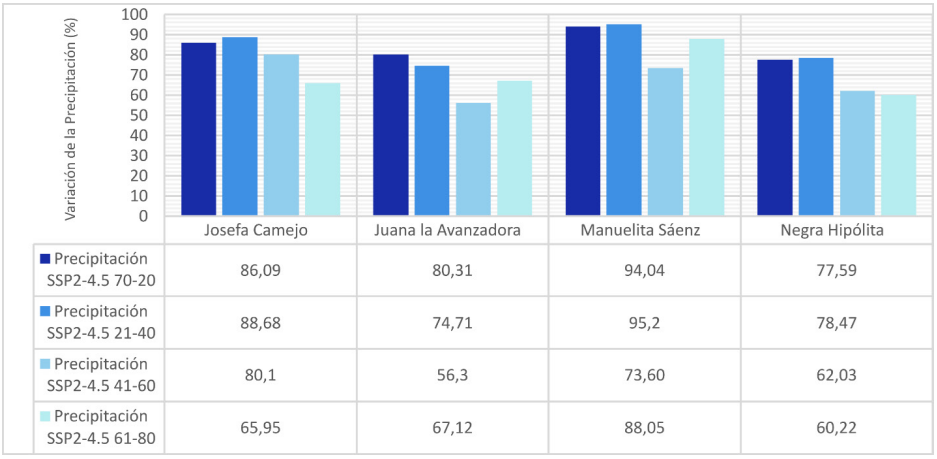


Figura 3.150: Variación porcentual de la precipitación por área de desarrollo minero estratégico del AMO según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5

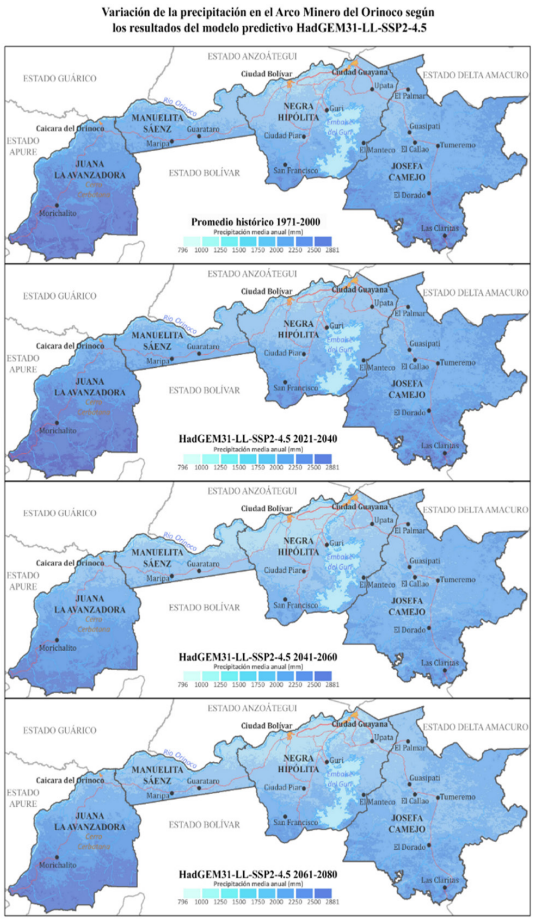


Figura 3.151: Variación de la precipitación expresada en mm en el AMO según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5.

Tabla 3.55: Distribución de la precipitación (mm) por área de producción minera del AMO (para HadGEM31-LL- SSP5-8.5)

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Rango de precipitación (mm anuales)	Porcentaje por bloque 1971-2020	Porcentaje por bloque 2021-2040	Porcentaje por bloque 2041-2060	Porcentaje por bloque 2061-2080
Josefa Camejo	2.881-2.500	0,02	0,01	0,00	0,00
	2.500-2.250	0,45	0,29	0,02	0,01
	2.250-2.000	6,15	6,26	0,67	0,51
	2.000-1.750	33,90	37,69	15,24	11,65
	1.750-1.500	52,20	50,99	64,85	54,29
	1.500-1.250	6,92	4,76	19,18	33,32
	1.250-1.000	<0,01	0,00	0,04	0,22
Juana La Avanzadora	2.881-2.500	0,00	0,04	0,00	0,00
	2.500-2.250	0,00	13,43	0,01	0,85
	2.250-2.000	47,89	44,63	15,16	32,70
	2.000-1.750	32,42	30,08	41,14	34,43
	1.750-1.500	10,12	10,78	31,58	25,24
	1.500-1.250	0,48	1,04	11,44	6,75
	1.250-1.000	0,00	0,00	0,67	0,03
Manuelita Sáenz	2.000-1.750	4,82	4,28	0,00	0,00
	1.750-1.500	59,29	61,88	4,85	19,57
	1.500-1.250	34,75	33,32	68,75	68,48
	1.250-1.000	0,66	0,52	26,24	11,94
	1.000-750	0,00	0,00	0,16	0,02
Negra Hipólita	2.250-2000	0,53	1,00	0,00	0,09
	2.000-1.750	8,45	10,41	1,37	4,76
	1.750-1.500	26,69	29,62	15,37	17,63
	1.500-1.250	50,90	48,85	46,66	42,59
	1.250-1.000	12,71	9,13	33,85	32,46
	1.000-750	0,52	0,98	2,74	2,47

Al desglosar las temperaturas por Área de Desarrollo Minero Estratégico, se observa lo siguiente:

- Josefa Camejo: El 73,82 % de la superficie tenía una temperatura media entre 30 y 31 °C.

- Juana La Avanzadora y Manuelita Sáenz: El 45 % del área de Juana La Avanzadora y el 72,62 % de ManuelitaSáenz tenían una temperatura media entre 32 y 33 °C.

- Negra Hipólita: El 69,11 % de la superficie ostentaba temperaturas entre 30 y 32 °C.

Los valores mínimos de temperatura se registraron en el Cerro Cerbatana, ubicado en el área de producción minera Juana La Avanzadora, influenciados por el gradiente térmico altitudinal. En los mapas, se puede observar que las zonas más cálidas se encuentran al noroeste del AMO y las más frescas hacia el noreste (Figura 3.154).

Al evaluar el comportamiento futuro de la temperatura mediante el escenario HadGEM 4.5 (Tabla 3.57, Figura 3.155), se observa un incremento continuo en todos los períodos. La temperatura dominante en el AMO, que era del 40 % entre 30 y 31 °C, se estima que para el período 2021-2040 será de 32-33 °C en un 34,29 % del AMO. Para el período 2041-2060, el intervalo predominante aumentará a 33-34 °C, ocupando un 31,74 % del AMO, mientras que en el siguiente período, 2061-2080, se tendrá el intervalo de temperatura de 33-34 °C, pero con un ligero aumento de la superficie al 34,44 %.

Al desglosar las proyecciones de temperatura por Área de Desarrollo Minero Estratégico, se observa lo siguiente:

Juana La Avanzadora:

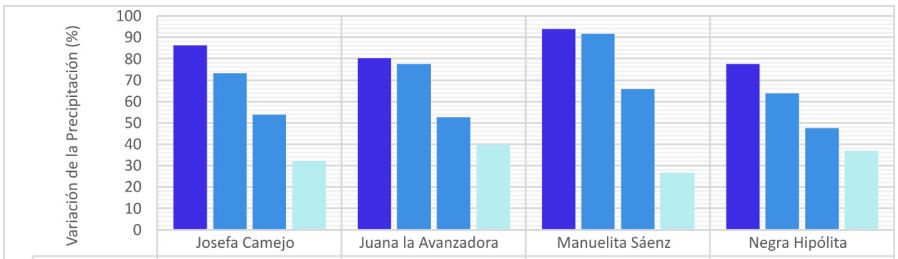
- 1971-2020: 45 % de la superficie tenía una temperatura predominante entre 32-33 °C.

- 2021-2040: 43 % del territorio tendrá temperaturas de 34-35 °C.

- 2041-2060: 34 % del área estará en el intervalo de 35-36 °C y 30 % en 36-37 °C.

- 2061-2080: 44 % del área tendrá una temperatura predominante de 35-36 °C. Manuelita Sáenz:

- 1971-2020: 73 % de la superficie tenía una temperatura predominante entre 32-33 °C.



	Josefa Camejo	Juana la Avanzadora	Manuelita Sáenz	Negra Hipólita
Precipitación SSP5-8.5 71-20	86,09	80,31	94,04	77,59
Precipitación SSP5-8.5 21-40	73,33	77,57	91,57	63,76
Precipitación SSP5-8.5 41-60	53,91	52,47	65,79	47,49
Precipitación SSP5-8.5 61-80	32,26	39,99	26,7	36,96

Figura 3.152: Variación porcentual de la precipitación por área de desarrollo minero estratégico del AMO, según el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5HadGEM31-LL-SSP2-4.5

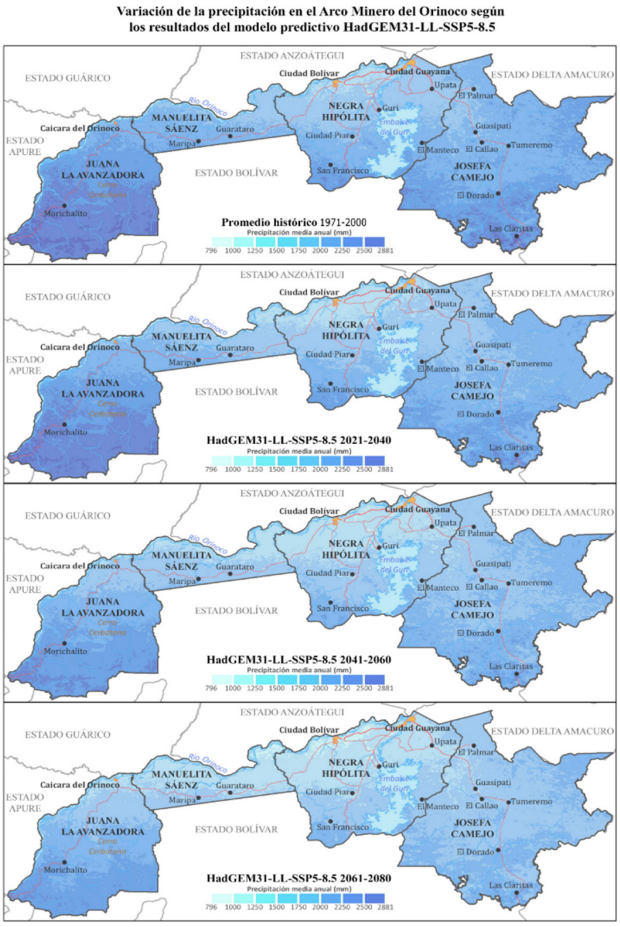


Figura 3.153: Variación de la precipitación (mm) en el Arco Minero del Orinoco según el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5

- 2021-2040: 68 % de la superficie tendrá temperaturas de 34-35 °C.
- 2041-2060: 56 % del área tendrá una temperatura predominante de 35-36 °C y 36 % entre 36-37 °C.
- 2061-2080: 69 % del área estará en el intervalo de 35-36 °C.

Negra Hipólita:

- 1971-2020: Dominancia de 29-30 °C con un 32 % del área y 30-31 °C con una dominancia del 36,70 %.
- 2021-2040: La temperatura dominante será de 33-34 °C en un 41 % del área.
- 2041-2060: La temperatura predominante será de 34-35 °C en un 41 % del área.

Tabla 3.56: Distribución de la temperatura media anual (°C) en el AMO (HadGEM SSP2-4.5)

Rango de temperatura (°C)	Porcentaje 1971-2020	Porcentaje 2021-2040	Porcentaje 2041-2060	Porcentaje 2061-2080
23-24	0,00			
24-25	0,02			
25-26	0,05	0,00		
26-27	0,09	0,01	0,00	0,00
27-28	0,35	0,04	0,01	0,02
28-29	2,48	0,08	0,03	0,05
29-30	9,37	0,49	0,06	0,09
30-31	40,00	2,44	0,86	1,15
31-32	19,63	10,50	2,51	2,81
32-33	24,87	34,29	14,31	16,77
33-34	3,13	24,34	31,74	34,44
34-35		22,67	20,79	22,98
35-36		5,13	18,68	18,46
36-37			11,00	3,07

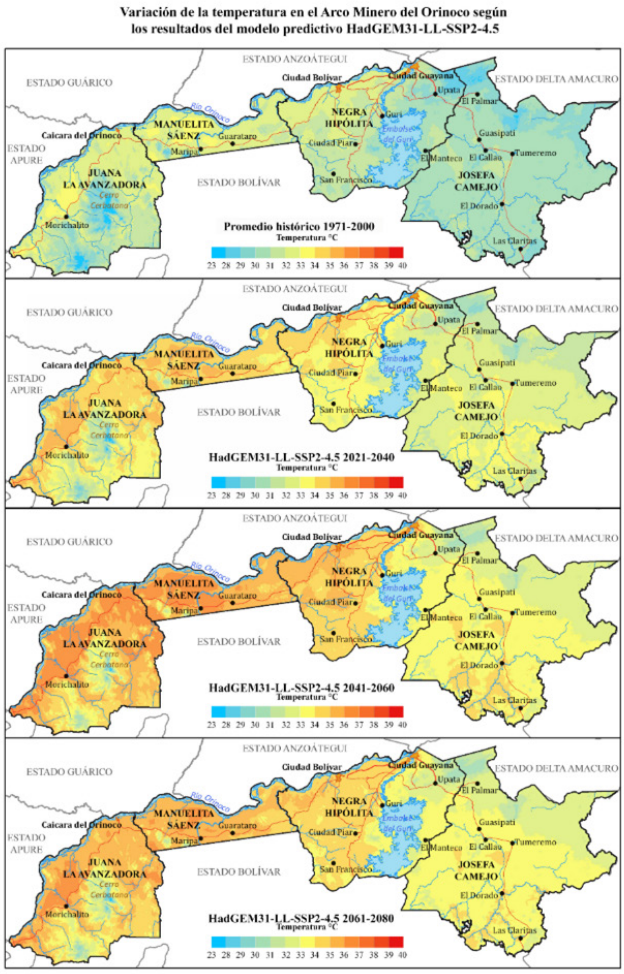


Figura 3.154: Variación de la temperatura media anual (°C) en el AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5)

- 2061-2080: La temperatura predominante será de 34-35 °C en un 46 % del área.

Estos datos sugieren una variación promedio de 3 a 4 °C. Evaluando el comportamiento futuro de la temperatura con el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Tablas 3.58 y 3.59, Figuras 3.156 y 3.157), se puede inferir un incremento más acentuado en todos los períodos comparado con el modelo HadGEM31-LL-SSP2-4.5.

Para el análisis comparativo, la temperatura dominante en el AMO (1971-2000) cubría el 40 % del área total con temperaturas entre 30-31 °C. Con el HadGEM31-LL-SSP5-8.5, se observa que la temperatura dominante para el período 2021-2040 es de 33-34 °C en un 32 % de la superficie del AMO. Luego, en el período 2041-2060, sube a 34-35 °C con una predominancia del 32 % del AMO y concluye en el intervalo de 36-37 °C con una superficie del 28 % del AMO. Cabe resaltar que los intervalos de temperatura de 37-38 °C y 38-39 °C

Tabla 3.57: Distribución de la temperatura media anual (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5).

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Rango de temperatura (°C)	Porcentaje por bloque 1971-2020	Porcentaje por bloque 2021-2040	Porcentaje por bloque 2041-2060	Porcentaje por bloque 2061-2080
Josefa Camejo	27-28	0,15			
	28-29	2,99			
	29-30	15,88	0,56		
	30-31	73,82	3,07	1,27	1,53
	31-32	7,16	17,87	3,71	3,79
	32-33		60,78	26,84	26,58
	33-34		17,71	56,48	61,87
	34-35			11,71	6,23
Juana la Avanzadora	23-34	0,01			
	24-25	0,09			
	25-26	0,20	0,01		
	26-27	0,39	0,05	0,00	0,01
	27-28	1,22	0,18	0,02	0,07
	28-29	2,81	0,34	0,14	0,20
	29-30	7,41	1,11	0,24	0,37
	30-31	11,97	2,22	0,79	1,18
	31-32	24,41	6,58	1,76	2,49
	32-33	45,00	10,72	4,55	6,97
	33-34	6,50	22,86	9,62	11,31
	34-35		43,05	18,89	23,61
	35-36		12,89	33,71	44,17
	36-37			30,26	9,64
Manuelita Sáenz	27-28	0,04			
	28-29	0,49			
	29-30	0,95	0,03		
	30-31	1,60	0,44		0,04
	31-32	9,10	0,83	0,25	0,51
	32-33	72,62	1,68	0,74	0,98
	33-34	15,20	8,77	1,41	1,95
	34-35		68,49	5,53	20,42
	35-36		19,75	55,82	68,71
	36-37			36,25	7,39
Negra Hipólita	28-29	2,23			
	29-30	5,10	0,04		
	30-31	32,42	2,50	0,71	1,03
	31-32	36,70	7,24	2,33	2,56
	32-33	23,56	30,74	10,51	17,60
	33-34		40,67	28,46	29,17
	34-35		18,81	40,75	46,45
	35-36			17,24	3,19

aumentan significativamente en el período 2061-2080.

Sumando los tres intervalos de temperatura dominante por período, se observa que:

- 1971-2020: El 84,5 % de la superficie estaba entre 30-33 °C.

- 2021-2040: El 82,6 % de la superficie se ubica entre 32-35 °C.

- 2041-2060: El 72,21 % de la superficie aumenta al intervalo de 34-37 °C.

- 2061-2080: La temperatura se mantiene en el intervalo de 35-38 °C, abarcando un 68 % del área.

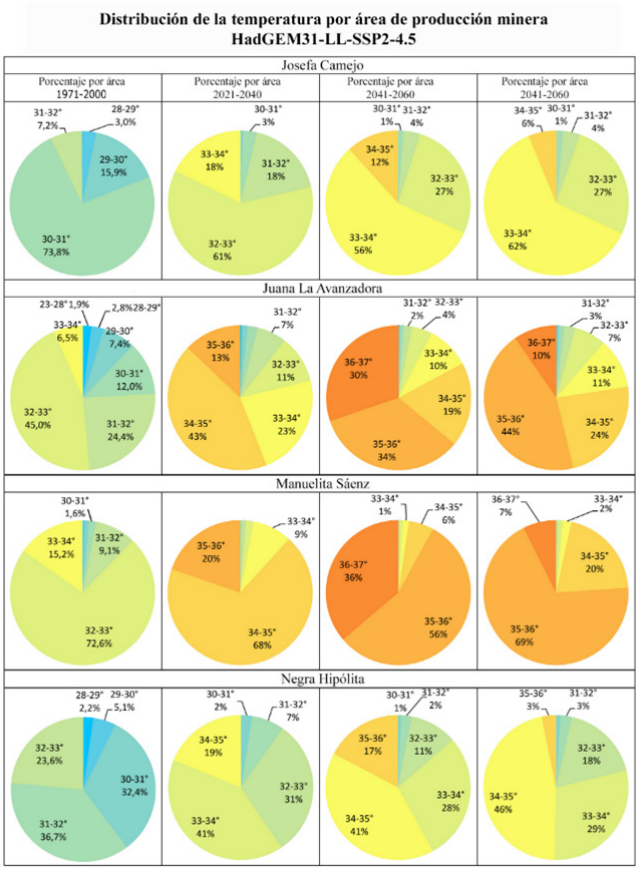


Figura 3.155: Distribución de la temperatura media anual (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5)

Tabla 3.58: Distribución de la temperatura media (°C) en el AMO (para HadGEM31-LL-SSP5-8.5)

Rango de temperatura (°C)	Porcentaje 1971-2020	Porcentaje 2021-2040	Porcentaje 2041-2060	Porcentaje 2061-2080
23-24	0,00			
24-25	0,02			
25-26	0,05	0,00		
26-27	0,09	0,01		
27-28	0,35	0,04	0,00	
28-29	2,48	0,07	0,01	
29-30	9,37	0,23	0,04	0,00
30-31	40,00	1,84	0,07	0,01
31-32	19,63	5,30	1,22	0,04
32-33	24,87	27,65	3,08	0,59
33-34	3,13	31,93	16,95	2,09
34-35		23,06	32,27	8,96
35-36		9,86	21,73	23,18
36-37			18,21	27,69
37-38			6,41	17,18
38-39				16,89
39-40				3,37

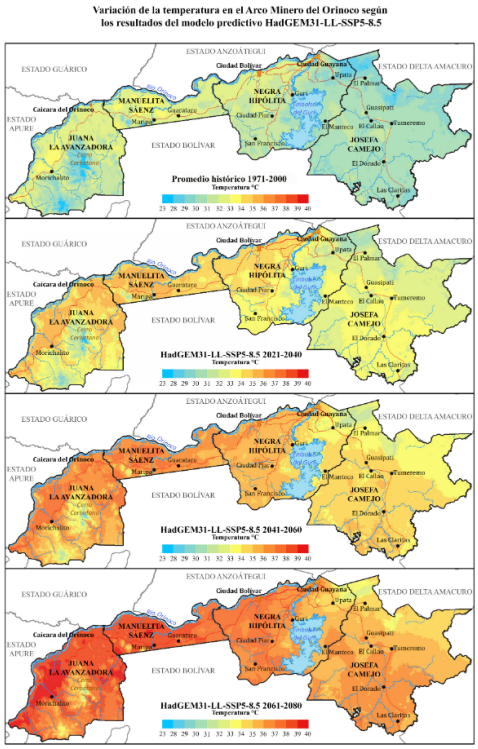


Figura 3.156: Variación de la temperatura media (°C) en el AMO (HadGEM31-LL-SSP5-8.5)

En la región de Josefa Camejo, la temperatura predominante entre 1971 y 2020 fue de 30-31 °C en el 74 % de la superficie. Para el período 2021-2040, se proyecta que el 48 % del territorio tendrá temperaturas entre 32-33 °C y el 42 % entre 33-34 °C. En el período 2041-2060, la temperatura dominante aumenta a 34-35 °C en el 58 % del área, y finalmente, para 2061-2080, se espera que la temperatura esté entre 36-37 °C en el 39,4 % del área, con un 38,8 % adicional entre 35-36 °C. Según estos datos, la temperatura predominante de Josefa Camejo podría pasar de los 30-31 °C históricos a 36-37 °C para el año 2080.

En el área de Juana La Avanzadora, la temperatura predominante entre 1971 y 2020 fue de 32-33 °C en el 45 % de su superficie. Para el período 2021-2040, se espera que el 35,47 % del territorio tenga temperaturas de 34-35 °C. En el período 2041-2060, la temperatura predominante será de 36-37 °C en el 40,23 % del área. Finalmente, para 2061-2080, la temperatura oscilará entre 38-39 °C en el 44 % del área. Según estos datos, la temperatura predominante podría pasar de los 32-33 °C históricos a 35-39 °C para el año 2080.

En el área de Manuelita Sáenz, la temperatura predominante se ubicaba entre 32-33 °C en el 73 % de su superficie durante el período 1971-2020. Para el período 2021-2040, se proyecta que el 56 % de la superficie

Tabla 3.59: Distribución de la temperatura media (°C) en las áreas de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP2-4.5)

Área de Desarrollo Minero Estratégico	Rango de Temperatura (°C)	Porcentaje por bloque 1971-2020	Porcentaje por bloque 2021-2040	Porcentaje por bloque 2041-2060	Porcentaje por bloque 2061-2080
Josefa Camejo	27-28	0,15			
	28-29	2,99			
	29-30	15,88	0,03		
	30-31	73,82	2,26		
	31-32	7,16	7,79	1,70	
	32-33		47,54	4,91	1,01
	33-34		42,39	28,57	3,12
	34-35			58,53	17,30
	35-36			6,30	38,83
	36-37				39,42
	37-38				0,31
Juana la Avanzadora	23-34	0,01			
	24-25	0,09			
	25-26	0,20	0,01		
	26-27	0,39	0,04		
	27-28	1,22	0,16	0,00	
	28-29	2,81	0,29	0,04	
	29-30	7,41	0,93	0,17	0,01
	30-31	11,97	1,79	0,30	0,05
	31-32	24,41	5,62	0,99	0,17
	32-33	45,00	10,09	1,94	0,31
	33-34	6,50	20,60	6,00	1,03
	34-35		35,47	10,42	2,03
	35-36		25,01	21,64	6,21
	36-37			40,23	10,64
	37-38			18,27	22,76
	38-39				43,94
	39-40				12,86
Manuelita Sáenz	27-28	0,04			
	28-29	0,49			
	29-30	0,95			
	30-31	1,60	0,27		
	31-32	9,10	0,75	0,03	
	32-33	72,62	1,37	0,41	
	33-34	15,20	3,96	0,76	0,06
	34-35		56,26	1,84	0,51
	35-36		37,38	12,25	1,01
	36-37			65,05	2,61
	37-38			19,66	31,98
	38-39				60,94
	39-40				2,89
Negra Hipólita	28-29	2,23			
	29-30	5,10			
	30-31	32,42	1,92		
	31-32	36,70	3,20	1,22	
	32-33	23,56	25,46	2,50	0,49
	33-34		38,03	16,50	2,32
	34-35		31,38	26,71	6,59
	35-36		0,01	46,68	24,78
	36-37			6,40	35,84
	37-38				29,96
	38-39				0,02

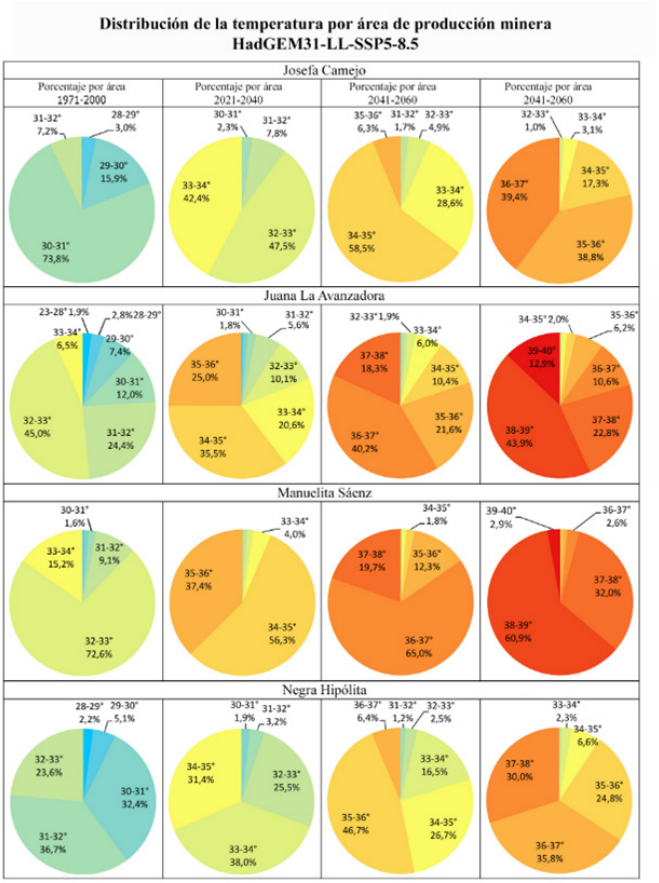


Figura 3.157: Distribución de la temperatura media (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO (HadGEM31-LL-SSP5-8.5)

oscilará entre los 34-35 °C, y el 38 % de la superficie estará entre los 35-36 °C. En el período 2041-2060, la temperatura dominante aumenta a 36-37 °C en el 65 % del área. Finalmente, para el período 2061-2080, se espera que las temperaturas toquen los 38-39 °C en el 61 % del área, seguidas por un 32 % entre los 37-38 °C. Basado en estos datos, se prevé que la temperatura predominante de Manuelita Sáenz podría pasar de los 32-33 °C históricos a 38-39 °C para el año 2080.

En el área Negra Hipólita, el registro histórico marcaba una dominancia de 31-32 °C en el 37 % de la superficie y 30-31 °C en el 32 % de la superficie durante el período 1971-2020. Para el período 2021-2040, la temperatura predominante es de 33-34 °C en el 38 % del área. En el período 2041-2060, la temperatura se elevará a 35-36 °C en el 47 % de la superficie. Finalmente, para el período 2061-2080, se espera una elevación a 36-37 °C en el 36 % de la superficie, y el 30 % del área esperan temperaturas de 37-38 °C. Estos datos sugieren una variación promedio de 5 a 6 °C.

3.3.11.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Al analizar conjuntamente la evolución de las proyecciones climáticas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5, se observa una disminución significativa en las tasas de precipitación y temperatura en el AMO. Estas transiciones climáticas proyectadas pueden reducir el potencial de aprovechamiento de los recursos mineros debido a la disminución en la disponibilidad de agua y al aumento de las temperaturas, lo que afectaría las actividades de extracción de minerales. Aunque las proyecciones de eventos extremos tienen asociada una incertidumbre, es evidente que se prevén cambios en la temperatura y la precipitación, que incrementará la vulnerabilidad de las áreas mineras frente al cambio climático. Sin embargo, esta vulnerabilidad puede ser mitigada mediante las acciones de adaptación previstas en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) para reducir la vulnerabilidad de los recursos mineros ante los impactos del cambio climático (Figura 3.158).

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, en la Tabla 3.60 se señalan los indicadores considerados para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector minería, considerando para ello, que:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación (Figuras 3.159 y 3.160) e incremento de la temperatura (Figuras 3.161 y 3.162), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con factores normalizados de superficie asignada para aprovechamiento de minerales en el AMO y valor de los minerales en el mercado (Figura 3.163).

El factor adaptación para este sector considera las acciones establecidas para: i) disposición de planes de reforestación para remediación de áreas afectadas por la minería, ii) disposición de proyectos para la remediación en áreas afectadas por la actividad minera disminuyendo la erosión y acarreamiento de sedimento a los cauces de ríos iii) cuantificación de la captura de carbono por año del período 2020 al 2030 por reforestación de bosques maduros y iv) estimación de las emisiones generadas por la actividad del período 2020 al 2030 para determinar el área a restaurar y acondicionar anualmente las hectáreas afectadas por la actividad minera.

Considerando entonces lo anterior, se estima que la adaptación en el AMO está en proceso, representando entonces una vulnerabilidad media por lo que se asume entonces un valor de 3 para este indicador (Figura 3.164).

Después de analizar los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector minería (considerando como unidad de exposición el AMO), las Figuras 3.165 y 3.166 presentan la distribución espacial de la vulnerabilidad en los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040, respectivamente. Los resultados muestran que para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 43,9 % del AMO presenta una vulnerabilidad media, el 41,7 % una vulnerabilidad baja y el 14,4 % una vulnerabilidad alta (Figura 3.167). Por otro lado, en el escenario

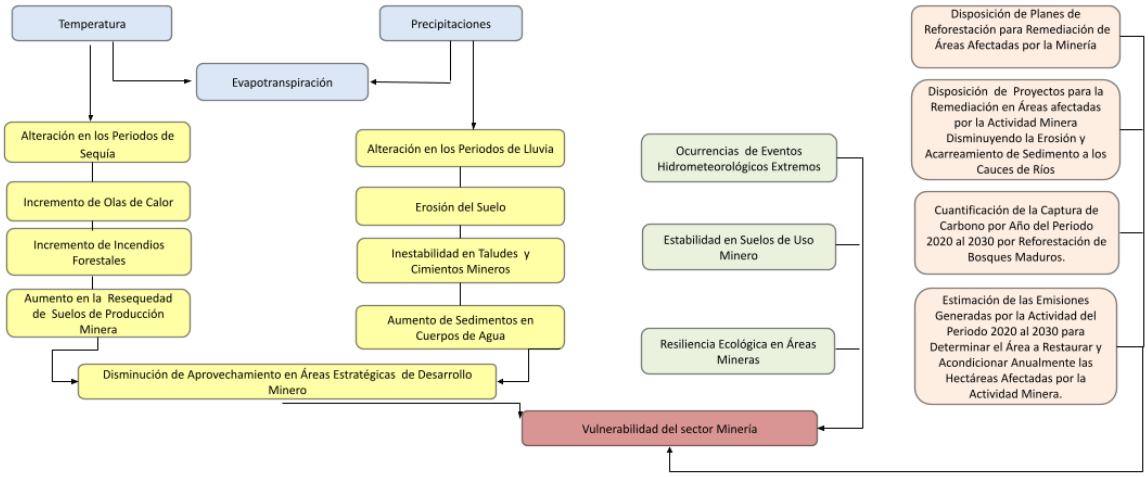


Figura 3.158: Cadena de impacto para el sector minería

HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 55,3 % del AMO presenta una vulnerabilidad media, el 38,9 % una vulnerabilidad alta, el 5,3 % una vulnerabilidad baja y el 0,5 % corresponde a una vulnerabilidad muy alta (Figura 3.168).

Tabla 3.60: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación de la precipitación media anual por región hidrográfica
	Temperatura	Variación de la temperatura máxima anual
Sensibilidad	Aprovechamiento minero	Factor normalizado de la superficie asignada para aprovechamiento de minerales
		Factor normalizado del valor de los minerales en el mercado
Capacidad de Adaptación	Disposición de planes de reforestación para remediación de áreas afectadas por la minería	Número de actividades de reforestación para remediación de áreas afectadas

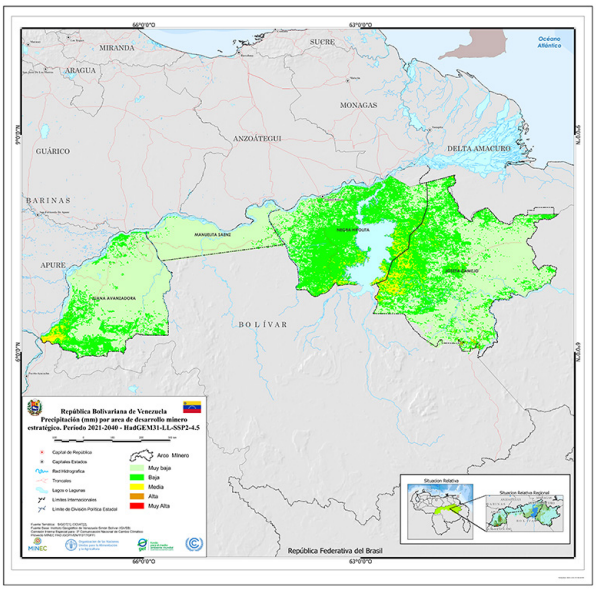


Figura 3.159: Exposición por variación de la precipitación (mm) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP2-4.5

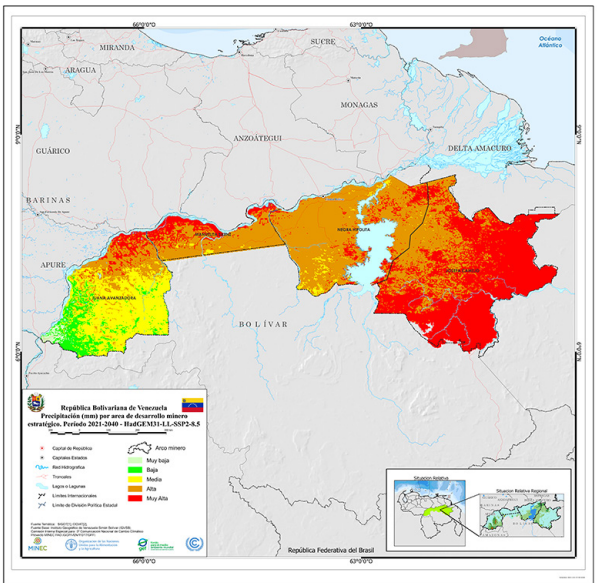


Figura 3.160: Exposición por variación de la precipitación (mm) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP5-8.5

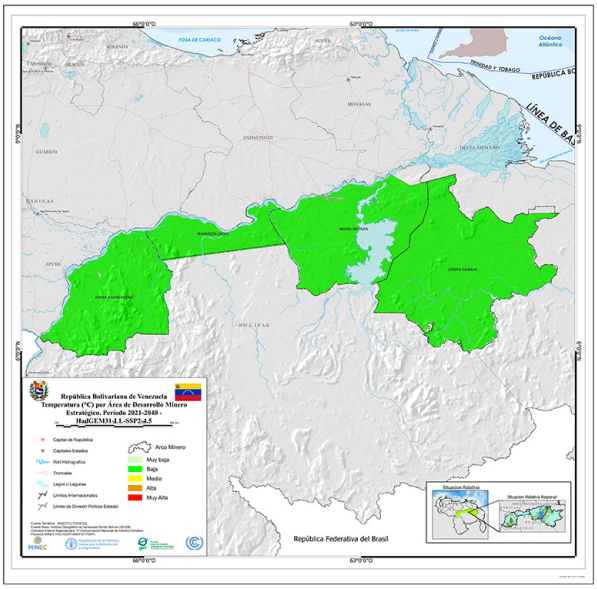


Figura 3.161: Exposición por variación de la temperatura (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP2-4.5

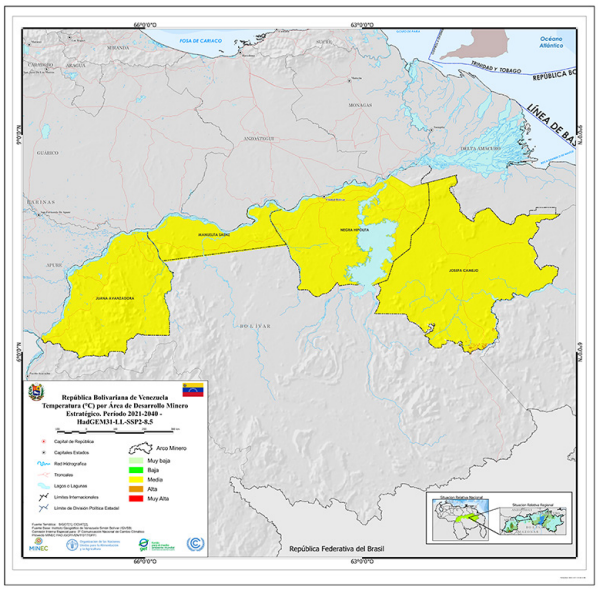
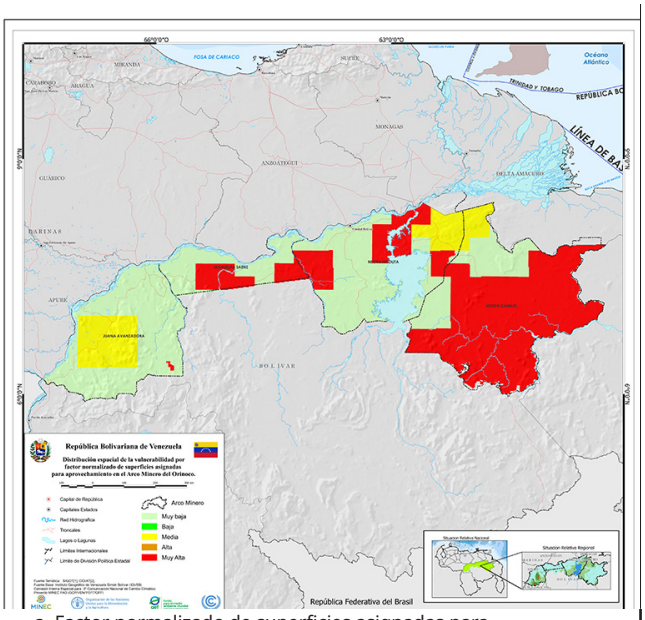
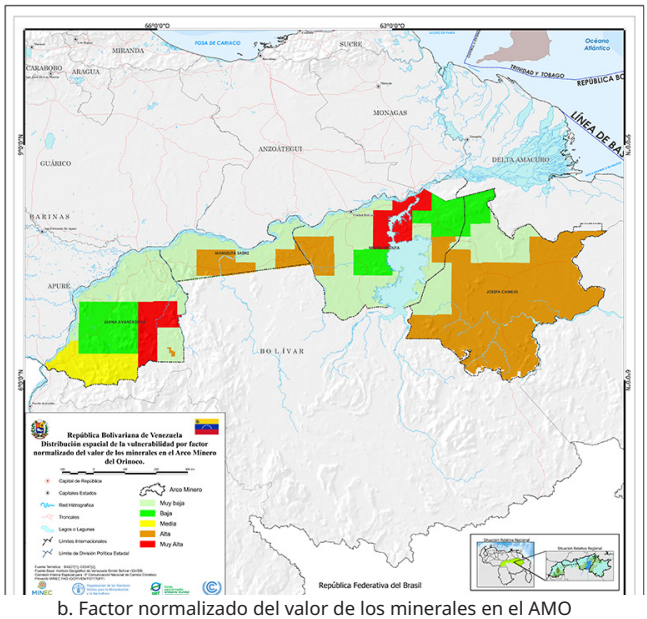


Figura 3.162: Exposición por variación de la temperatura (°C) por área de desarrollo minero estratégico del AMO. Período 2021-2040. HadGEM31-LL-SSP5-8.5



a. Factor normalizado de superficies asignadas para aprovechamiento en el AMO



b. Factor normalizado del valor de los minerales en el AMO

Figura 3.163: Factores de sensibilidad para el AMO

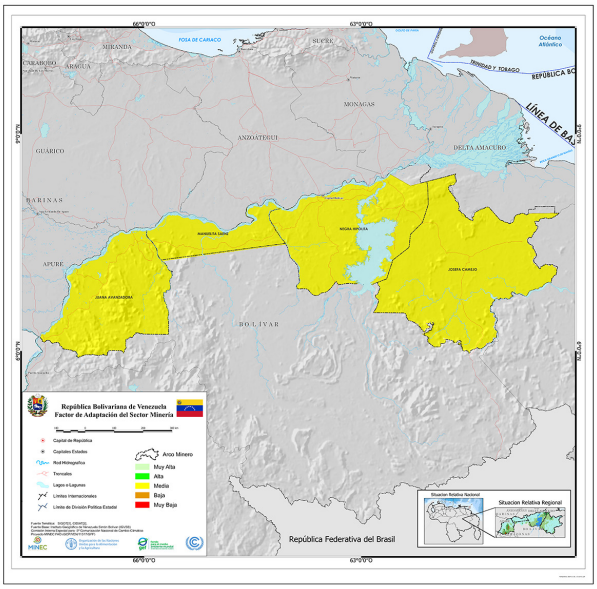


Figura 3.164. Capacidad de adaptación del AMO

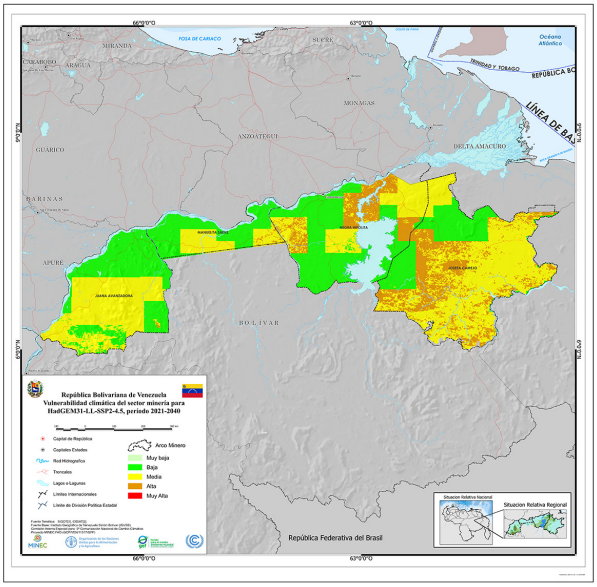


Figura 3.165: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

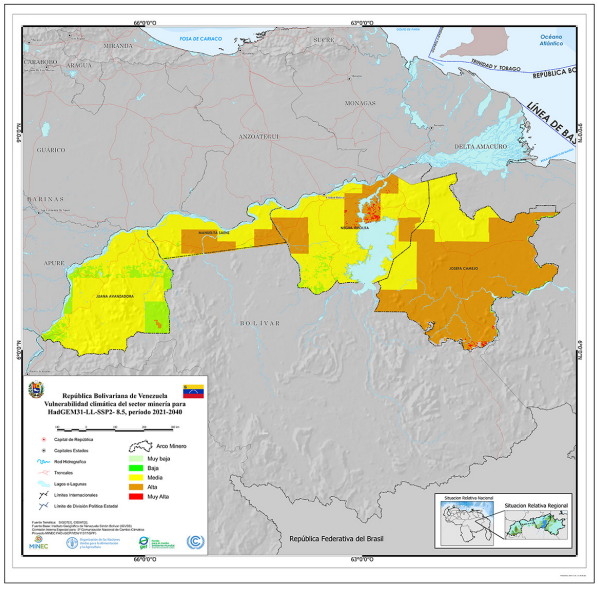


Figura 3.166: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5, período 2021-2040

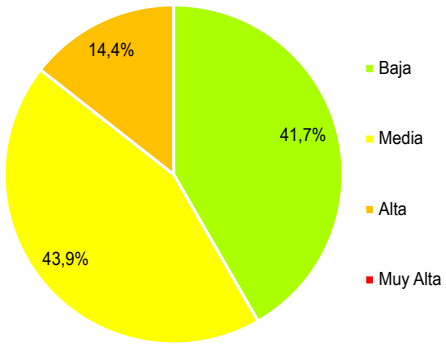


Figura 3.167: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

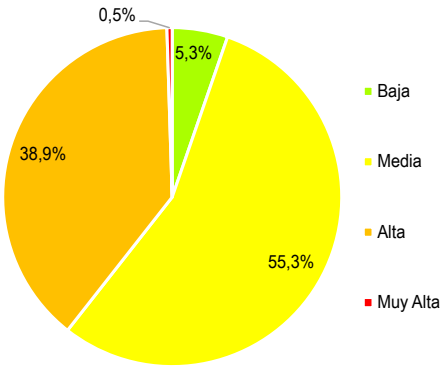


Figura 3.168: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector minería (en el AMO) para HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

3.3.12. Sector Pueblos Indígenas

Las comunidades indígenas son esenciales en la consecución de los objetivos de acción climática para alcanzar la meta de reducción de la deforestación y preservar y defender sus formas de vida adecuadas al territorio. Se caracterizan por ser los principales guardianes y defensores de la diversidad biológica debido a que poseen conocimientos ancestrales sobre sus territorios, las relaciones entre ellos y el equilibrio con la naturaleza. Considerando lo reportado por el Ministerio del Poder Popular de Planificación (2023)[39], en el país, la población indígena representa el 3,93 % de la población (Figura 3.169). En el territorio se identifican alrededor de 52 pueblos indígenas entre originarios y foráneos, concentrándose el 85 % entre el estado Zulia y la Región Amazónica. Las comunidades indígenas (Figura 3.170) se localizan en los estados Delta Amacuro, Amazonas, Bolívar, Anzoátegui, Zulia y otros grupos indígenas son itinerantes transfronterizos y se desplazan entre Venezuela, Brasil, Colombia y Guyana (MPPP, 2023).

Los pueblos indígenas basan su economía tradicional en los diversos saberes que permiten el uso y manejo de la biodiversidad, conservando varias estrategias económicas para la producción, recolección e intercambio con otras comunidades, incluyendo no indígenas. Si bien, estas comunidades representan una pequeña fracción de la población del territorio nacional, su diversidad cultural y dispersión espacial en un territorio que ocupa casi el 50 % de la superficie de la nación, le da a esta población una complejidad particular (MINEC & FAO, 2024)[40]. De allí que, en 2021, el Ministerio del Poder Popular de Planificación presentó el Plan Sectorial para los Pueblos Indígenas, que tuvo como objetivo brindar atención integral en salud y nutrición, centrándose también en la protección de los derechos relacionados con el reconocimiento, la identificación y la no discriminación. El Plan Sectorial para los Pueblos Indígenas enfatizó la inclusión social y buscó incluir a los pensionados indígenas según sus características. Además, tuvo como objetivo, fortalecer el poder de los pueblos indígenas dentro de sus comunidades y promover la inclusión educativa, incluyendo a los jóvenes indígenas en la educación universitaria. El instrumento también promovió la educación bilingüe intercultural y la preservación de los conocimientos ancestrales, así como la autosuficiencia de las comunidades, a través de la implementación de proyectos socioproductivos. Además, acentuó la construcción de viviendas adecuadas para las familias indígenas, considerando sus elementos culturales y su vulnerabilidad a los factores climáticos.

3.3.12.1. Situación actual

Conforme a los registros históricos, dependiendo de su ubicación geográfica, las comunidades indígenas están sometidas a tasas de precipitación, que oscilan entre los 393 mm y 3.520 mm, siendo las comunidades del norte de la Guajira, las que presentan la menor tasa de precipitación, con un promedio de 467 mm mientras que las comunidades del este del estado Amazonas están expuestas a las mayores tasas de precipitación, con valores promedio de 3.169 mm. Las comunidades de la Gran Sabana registran precipitaciones de 2.391

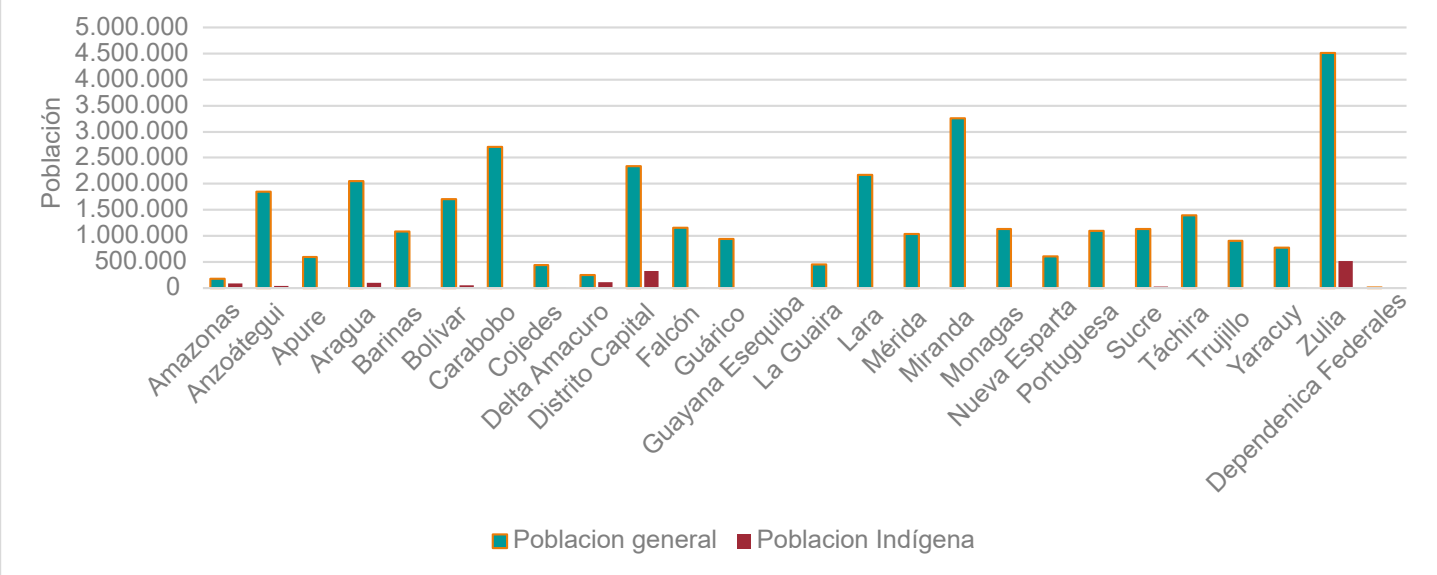


Figura 3.169: Población indígena desagregada por estado

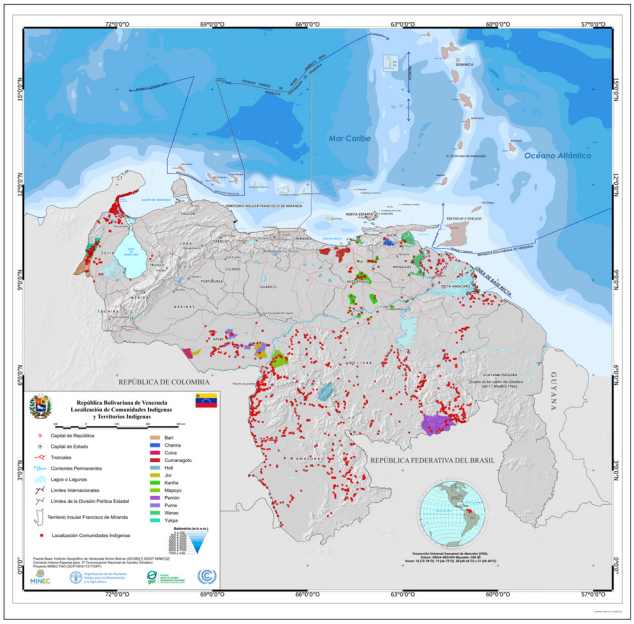


Figura 3.170: Distribución de las comunidades indígenas

mm, mientras que las del Delta del Orinoco asientan promedios de 1.861 mm y aquellas ubicadas en Perijá, promedian 1.521 mm. Haciendo un análisis de las precipitaciones promedio de la serie histórica, se tendría que el 26,81 % de las comunidades indígenas han registrado tasas de precipitación anuales que oscilan entre 1.500 mm a 2.000 mm, mientras que el 26,30 % y el 20,75 % presentan promedios entre 2.000 mm a 2.500 mm y 2.500 mm – 3.000 mm, respectivamente (Figura 3.171).

En el caso de la temperatura media anual, las comunidades indígenas del norte de la Guajira, presentan mayores registros de temperatura media anual con 29,34 °C, las comunidades del este del estado Amazonas reportan valores de 27,67 °C, las de la Gran Sabana 23,27 °C, las del Delta del Orinoco, reportan promedios de 26,49 °C y las de Perijá 26,24 °C.

3.3.12.2. Situación futura

Según los escenarios climáticos, se estima que las comunidades indígenas más vulnerables a las variaciones de precipitación, según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, son las ubicadas en la Gran Sabana, con disminuciones de hasta 83 mm en la precipitación anual, seguidas por las de la Gran Guajira con disminuciones de hasta 57 mm y las de Perijá con 25 mm. En contraste, se esperan aumentos de hasta 106 mm y 10 mm en las comunidades del este del estado Amazonas y del Delta del Orinoco, respectivamente. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el mismo período, todas las comunidades mostrarían una reducción de la precipitación anual, siendo las más afectadas las de la Gran Sabana con disminuciones de hasta 530 mm, seguidas por las de Perijá con 301 mm, las del este del estado Amazonas con 284 mm, las del Delta del Orinoco con 240 mm y las de la Gran Guajira con 231 mm.

En el caso de la temperatura, HadGEM31-LL-SSP2-4.5, para el período 2021-2040, predice anomalías de 2,20 °C para las comunidades de la Gran Sabana, 2,10 °C para las del este del estado Amazonas, 1,79 °C para las de Perijá, 1,59 °C para las del Delta del Orinoco y 1,57 °C para aquellas de la Gran Guajira. En HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (para el mismo período), los incrementos de temperatura alcanzarían los 2,5 °C para las comunidades de la Gran Sabana; para aquellas al este del estado Amazonas, predice un incremento de 2,20 °C, y para las ubicadas en Perijá, la Gran Guajira y el Delta del Orinoco, 2,18 °C, 1,8 °C y 1,79 °C, respectivamente (Figura 3.172).

3.3.12.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

La Figura 3.173 ilustra la concatenación de impactos resultantes de la evaluación de la vulnerabilidad del sector de pueblos indígenas, y cómo los impactos derivados de los eventos climáticos afectan sus modos de vida tradicionales, lo que representa una amenaza significativa para estas comunidades. Este sector se encuentra entre los más vulnerables debido a su estrecha relación con la naturaleza, su dependencia de los recursos naturales para la subsistencia y sus sistemas de conocimiento tradicionales, factores que los hacen particularmente susceptibles a los impactos negativos sobre el entorno. En consecuencia, resulta crucial implementar medidas para proteger sus derechos, fortalecer sus capacidades y garantizar su participación activa en la lucha contra el cambio climático.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el este sector (Tabla 3.61), se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación y la temperatura por estado según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (ver Figuras 3.84 y 3.85).

Los factores del componente de sensibilidad corresponden con los factores normalizados de población y comunidades indígenas por estado (Figuras 3.174 y 3.175).

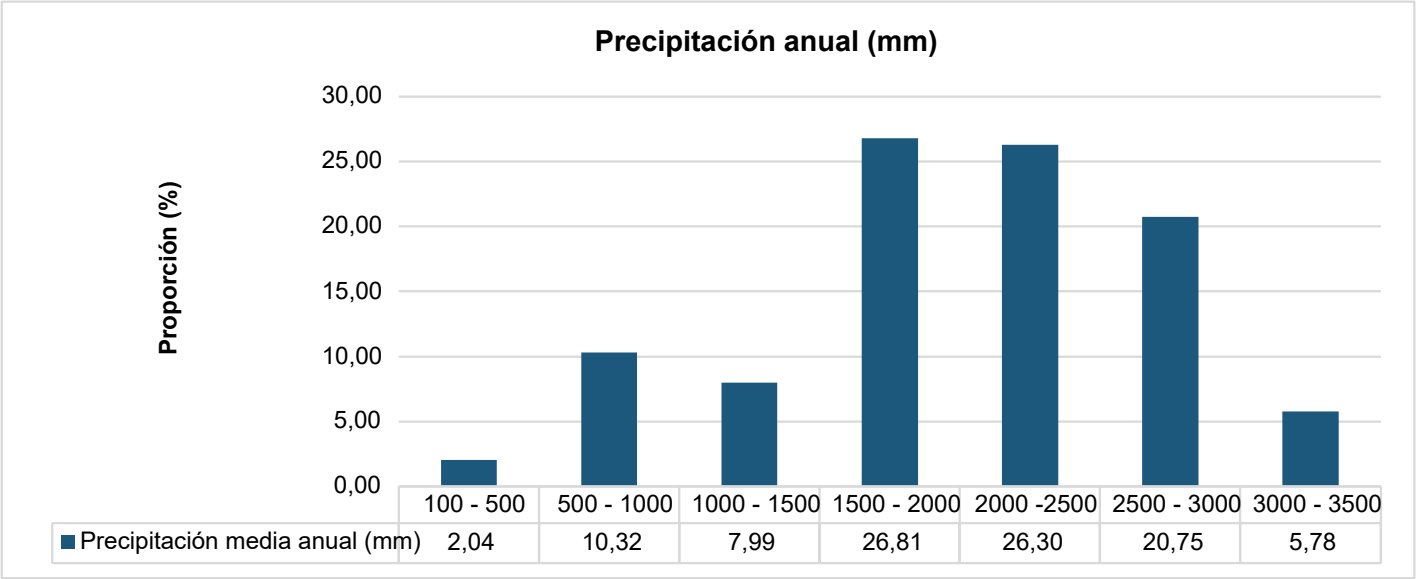


Figura 3.171. Tasas de precipitación media anual, por proporción de comunidades indígenas

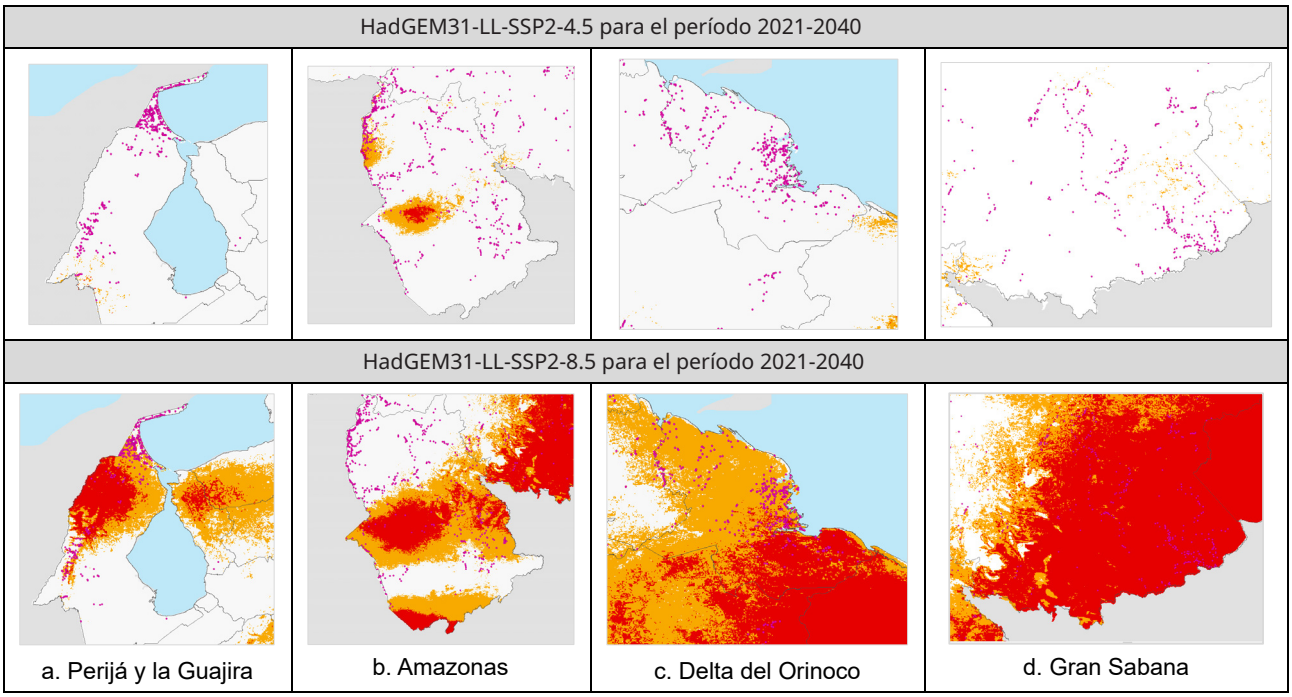


Figura 3.172: Comunidades indígenas afectadas por variaciones altas y muy altas de la precipitación

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector pueblos indígenas. Conforme a lo descrito en las CDN (2021), se ha fortalecido la atención integral a la población indígena asentada en el territorio, en condición de vulnerabilidad. Conforme a esto, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra consolidada, por lo cual el valor de vulnerabilidad se estima bajo (Figura 3.176).

Analizados los factores antes expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector pueblos indígenas, la Figura 3.177 muestra la distribución espacial y en proporción de la vulnerabilidad en el período 2021-2040. De los resultados obtenidos para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 35 % del país muestra una vulnerabilidad media, mientras que un 50 % de la superficie se corresponde a una vulnerabilidad baja y

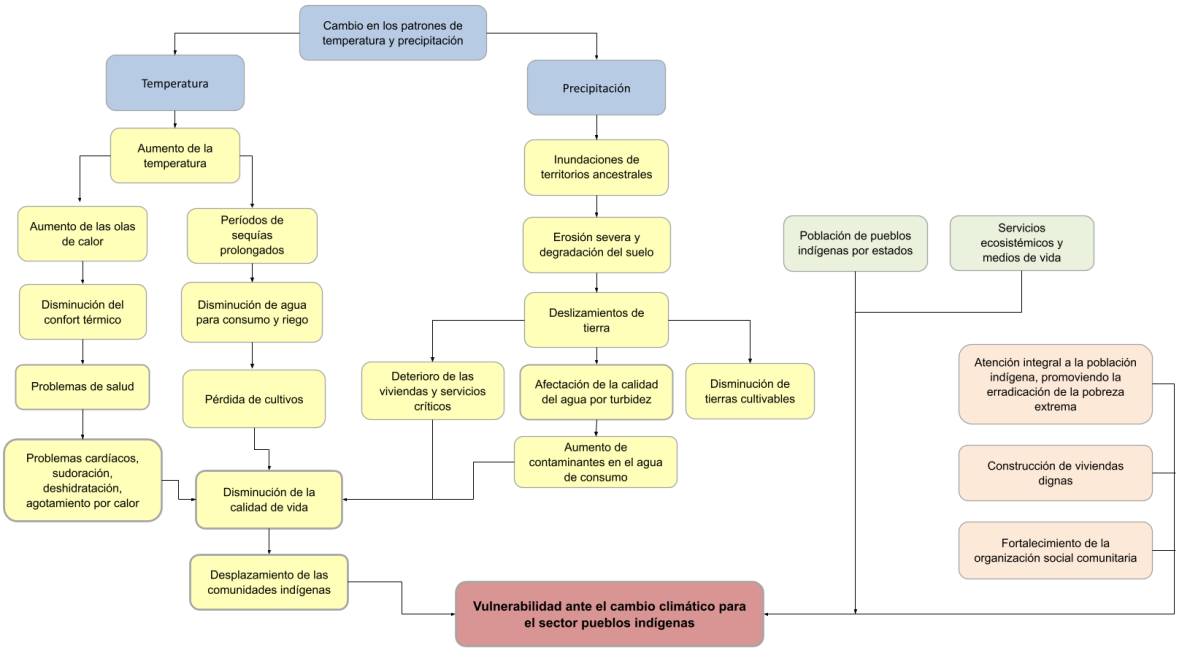


Figura 3.173: Cadena de impactos del sector Pueblos Indígenas

Tabla 3.61: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Población indígena	Factor normalizado de población indígena por estado
	Comunidades indígenas	Factor normalizado de comunidades indígenas por estado
Capacidad de Adaptación	Organización Popular y Participación	Factor de adaptación del sector pueblos indígenas

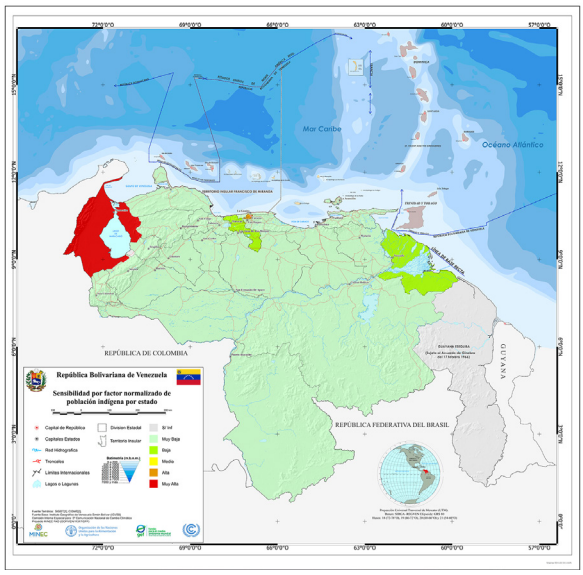


Figura 3.174: Sensibilidad por factor normalizado de población indígena por estado

el 2 % con vulnerabilidad alta (Figura 3.178). En cuanto al escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, en la Figura 3.179 y 3.180, se muestra que el 4 % del territorio exhibe una vulnerabilidad alta, un 61 % una vulnerabilidad media y un 22 una vulnerabilidad baja, para ambos escenarios un 13 % no cuenta con información para el análisis de vulnerabilidad.

En el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 63,51 % de las comunidades indígenas, exhiben una vulnerabilidad media y el 6,53 % una vulnerabilidad alta, la situación se acentúa en el HadGEM31-LL-SSP5-8.5, donde esta proporción de vulnerabilidad media se incrementa a 89 % y la alta a 11 % (Figura 3.181).

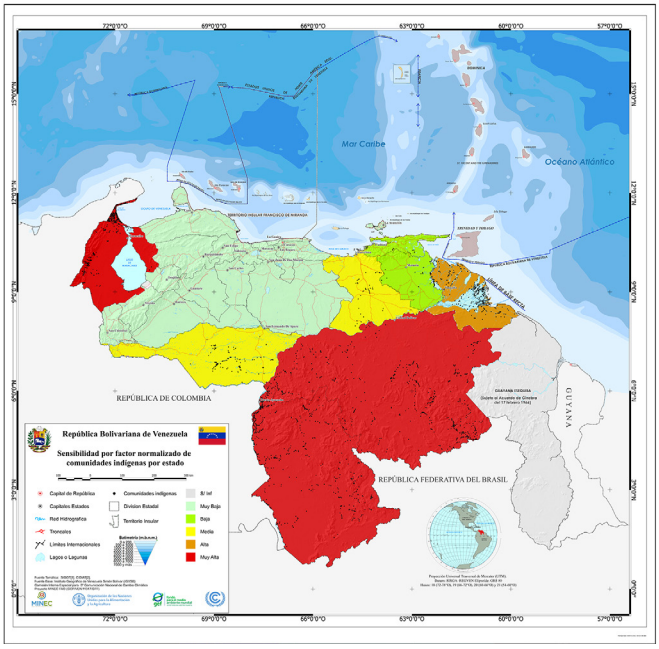


Figura 3.175: Sensibilidad por factor normalizado de comunidades indígenas por estado

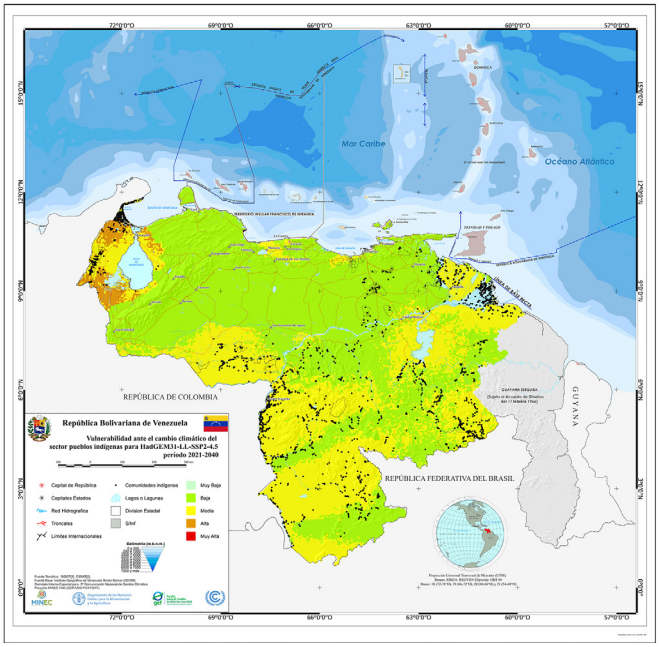


Figura 3.177: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

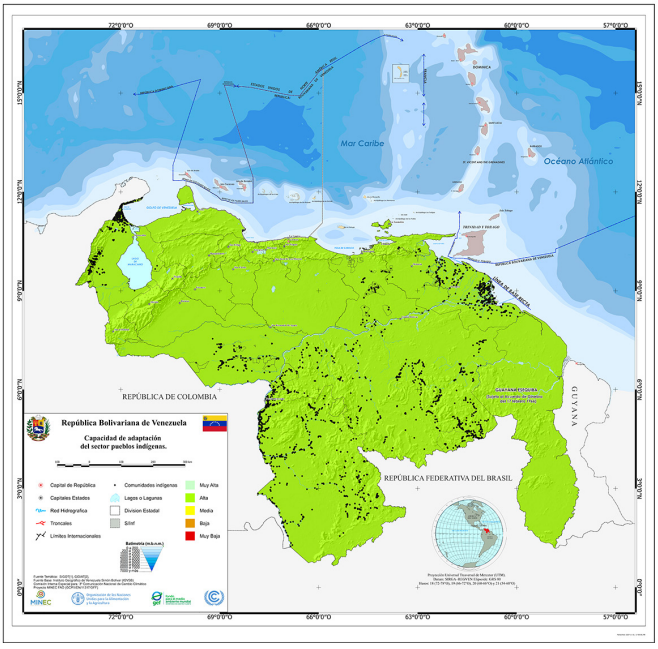


Figura 3.176: Capacidad de adaptación del sector pueblos indígenas

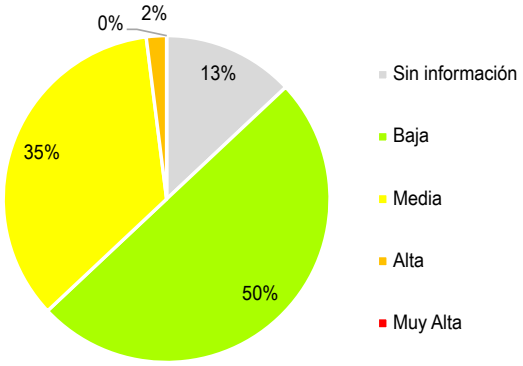


Figura 3.178: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

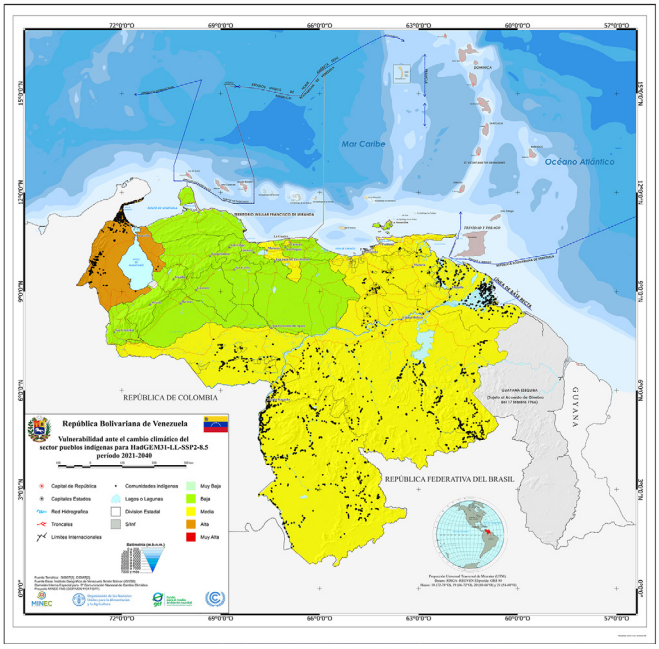


Figura 3.179: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

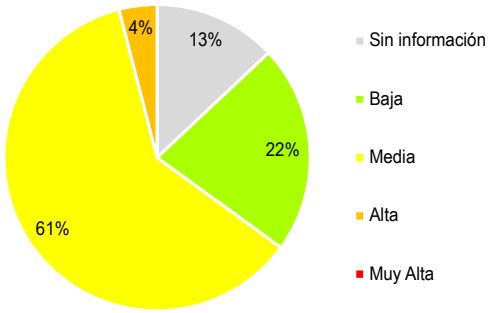


Figura 3.180: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector pueblos indígenas para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

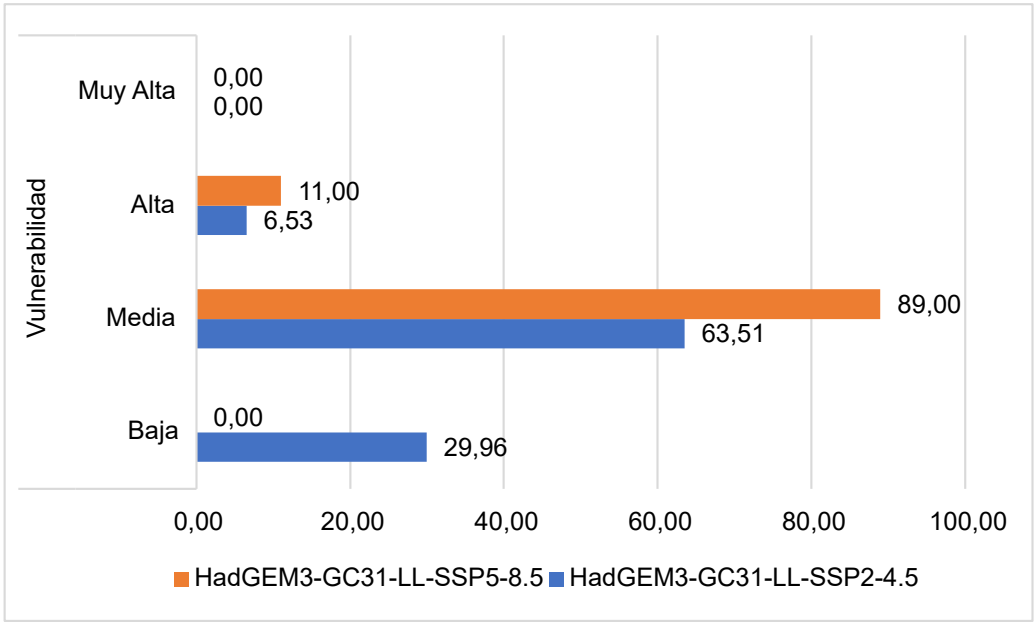


Figura 3.181: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en comunidades indígenas

3.3.13. Sector Riesgo y Desastre

3.3.13.1. Situación actual

En la actualización de las CDN en 2021, se propuso fortalecer la resiliencia de Venezuela ante desastres naturales y tecnológicos, promoviendo la gestión integral de riesgos y la adaptación al cambio climático. Actualmente, el sector lleva a cabo acciones estratégicas para reducir la vulnerabilidad del país y mejorar la respuesta a emergencias, centrándose en la evaluación del riesgo, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y comunitarias, y la coordinación interinstitucional. La meta principal es implementar el Plan Nacional de Gestión de Riesgo. Adicionalmente, el sector ha puesto en marcha varios planes como el Plan de Incendios Forestales, el Plan de Gestión Integral para Cuencas Hidrográficas, el Plan de Sostenibilidad ante Sequía e Inundaciones a Nivel Municipal, el Sistema Pluviométrico "AURORAS", el Monitor de Sequía, el fortalecimiento de la coordinación con UNASUR y MERCOSUR, entre otros.

Sin embargo, pese a los esfuerzos, los impactos negativos del cambio climático han puesto de manifiesto en el pasado reciente una serie de emergencias y desastres con graves consecuencias en el entorno físico-natural, sociocultural y económico-operacional, afectando particularmente a la población más vulnerable, la producción agrícola, la infraestructura, y servicios básicos. Al respecto, es importante resaltar los eventos extremos de precipitación ocurridos en los estados Aragua (El Limón 2020, Las Tejerías y El Castaño 2022), Mérida (Santa Cruz de Mora y Tovar 2021, zona sur del Lago de Maracaibo y Carretera Panamericana El Vigía - Tucaní 2022), Anzoátegui (cuenca del río Unare 2022)[41] y Sucre (Cumanacoa 2024). Analizando los valores mensuales promedio históricos de la precipitación y las temperaturas mínima y máxima de estas zonas recientemente afectadas, se tendrían que, de estos centros poblados, el que registra mayor precipitación media anual es Tucaní con 1.334 mm (Tabla 3.62).

La magnitud de estos eventos fue intensificada por la interrelación entre los impulsores climáticos, las características geodinámicas, el grado de conservación de las formaciones vegetales del entorno, la densidad de población y la capacidad de adaptación de los centros poblados.

3.3.13.2. Situación futura

Utilizando el modelo HadGEM3-GC31-LL bajo los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, se muestra un aumento significativo en las temperaturas mínima y máxima en todos los períodos analizados, especialmente en el escenario SSP5-8.5, con incrementos de hasta 2,43 °C en Tucaní. Además, se proyectan reducciones sustanciales en la precipitación, con disminuciones de hasta -132 % en El Castaño en el mismo período y escenario (Tabla 3.63). Estos cambios implican una mayor exposición al calor extremo y las sequías, lo que podría intensificar la frecuencia y severidad de desastres

Tabla 3.62: Características de los principales eventos extremos en el pasado reciente

Centro poblado	Período 1970 – 2000		Suelo		Geomorfología		Población afectada (familias)
	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media (°C)	Contenido de Arcilla (%)	Drenaje	Pendiente predominante (%)	Paisaje	
El Castaño	1.110	29,70	15-35	Bien drenado	Moderadamente empinada (30%)	Montañas de pendiente media	220
Tucaní	1.372	32,33	35-60	Bien drenado	Plana (<2%) con áreas moderadamente empinada (30%) al este	Plano con colinas de pendiente media al este	14.000
Santa Cruz de Mora	1.334	27,29	35-60	Moderadamente bien drenado	Empinada (30 - 60%)	Montañas de alto gradiente	500
Unare	1.025	31,73	35-60	Imperfectamente drenado	Moderadamente empinada (30%)	Colinas de pendiente media	1.500
Cumanacoa	1.045	30,54	15-35	Bien drenado	Empinada (30 - 60%)	Montañas de alto gradiente	101

Tabla 3.63: Proyección para la precipitación y la temperatura según los escenarios derivados de HadGEM3-GC31-LL SSP2-4.5 y SSP5-8.5 en el Período 2021-2040

Centro poblado	HadGEM3-GC31-LL SSP2-4.5 2021-2040		HadGEM3-GC31-LL SSP5-8.5 2021-2040	
	Variación de Precipitación media anual (mm)	Variación de la Temperatura media (°C)	Variación de Precipitación media anual (mm)	Variación de la Temperatura media (°C)
El Castaño	-60	1,70	-132	1,84
Tucaní	+21	1,98	-27	2,36
Santa Cruz de Mora	-21	2,04	-39	2,43
Unare	-6 mm	1,78	-92	1,96
Cumanacoa	-16 mm	1,52	-83 mm	1,61

climáticos como incendios forestales y estrés térmico, afectando gravemente a las comunidades locales y la infraestructura regional.

3.3.13.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

El sector riesgo y desastre estableció, en sus CDN de 2021, acciones e indicadores para realizar un seguimiento de sus avances en el abordaje de los impactos climáticos proyectados, tanto directos como indirectos. Estas acciones se fundamentan en la implementación del monitor nacional de sequía, el monitoreo integral de las precipitaciones extraordinarias, entre otras. La Figura 3.182 resume los posibles encadenamientos de impactos derivados de las variaciones de la precipitación y la temperatura sobre el sector riego y desastre. En general, las sequías,

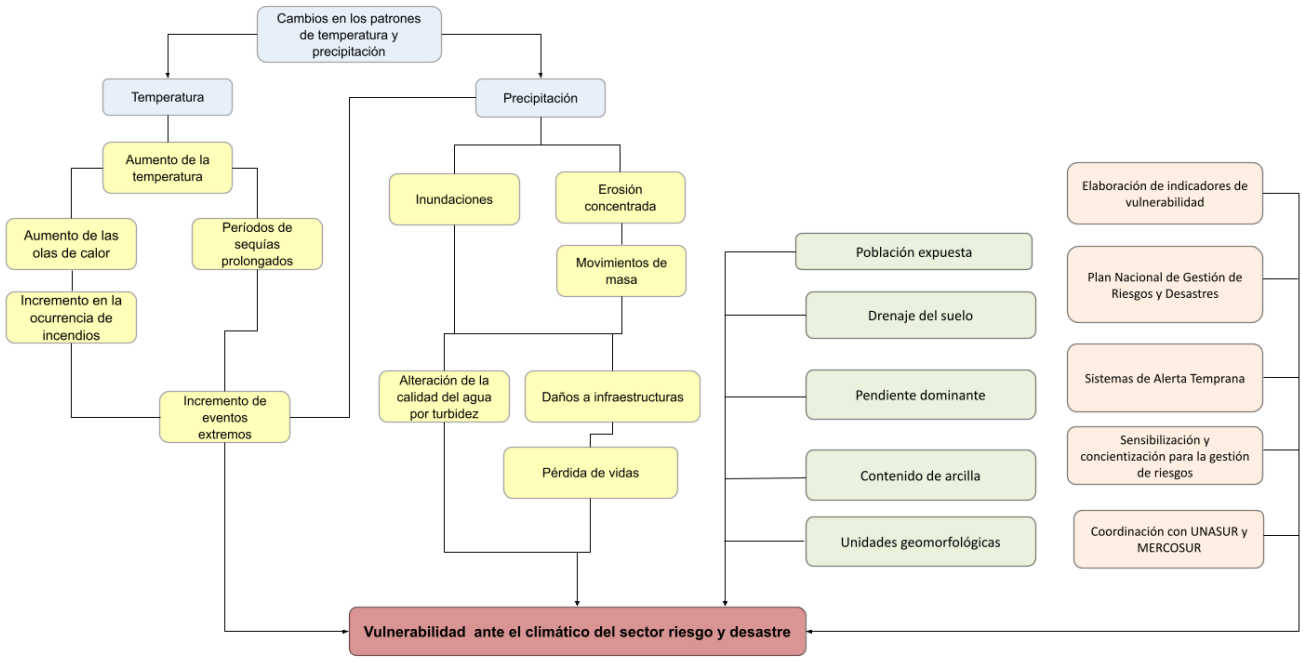


Figura 3.182: Cadena de impactos del sector riesgo y desastre

inundaciones, deslaves e incendios pueden volverse más frecuentes e intensos, impactando la infraestructura, los servicios y la seguridad de la población. Por otro lado, la combinación de factores climáticos y socioeconómicos pudiesen aumentar la vulnerabilidad de las comunidades ante los desastres socionaturales, especialmente en zonas con alta densidad poblacional, infraestructura deficiente o escasos recursos. Estos desastres generan pérdidas económicas significativas debido a daños a la infraestructura, interrupción de actividades productivas y costos de reconstrucción. Otro impacto menos evidente, es que estos eventos extremos pueden forzar el desplazamiento de personas, generando presión sobre otros asentamientos y aumentando la vulnerabilidad de la población afectada.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector riesgo y desastre. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en este sector (Tabla 3.64), se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

El factor del componente de exposición es la variación de la precipitación por estado, según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040 (Figuras 3.84 y 3.85).

Los factores del componente de sensibilidad corresponden a los factores normalizados de población expuesta por estado, drenaje del suelo y pendiente dominante[42] (Figuras 3.183 a 3.185).

Tabla 3.64: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector riesgo y desastre

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
Sensibilidad	Población expuesta	Factor normalizado de la población total por estado
	Drenaje del suelo	Factor normalizado de drenaje del suelo
	Pendiente Dominante	Factor normalizado de la pendiente dominante
Capacidad de Adaptación	Plan Nacional de Gestión de Riesgos	Factor de adaptación del sector riesgo y desastre

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector riesgo y desastre. Conforme a lo descrito en las CDN (2021), en la actualidad se han elaborado instrumentos clave como el Atlas de Exposición y el Registro Nacional de Información; también se ha

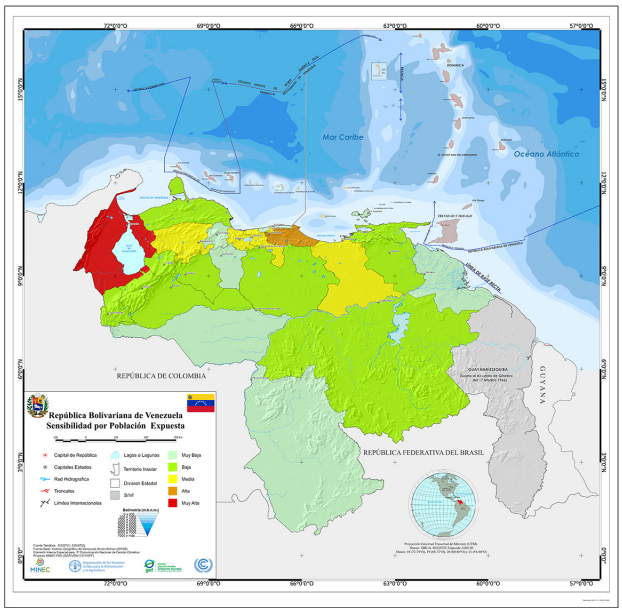


Figura 3.183: Sensibilidad por población expuesta

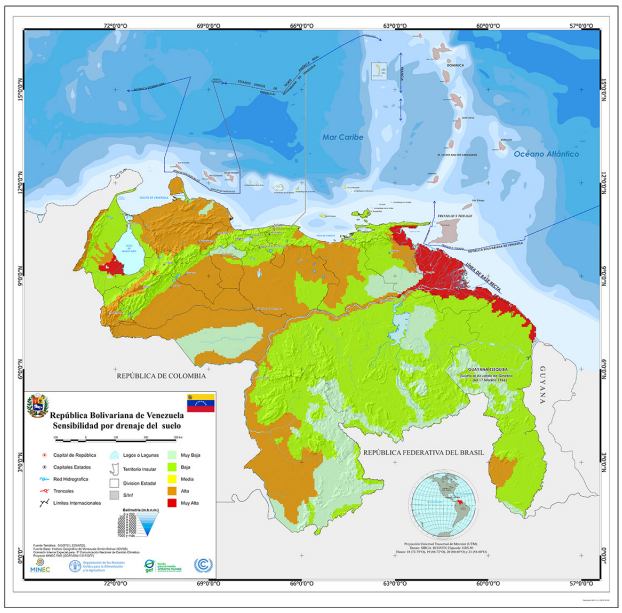


Figura 3.184: Sensibilidad por drenaje del suelo

diseñado el Plan Nacional de Gestión de Riesgo, del cual se espera su aprobación, por lo cual se estima que el factor de adaptación se encuentra en consolidación y se califica como de un efecto moderado en la vulnerabilidad ante el cambio climático (Figura 186).

Analizados los factores antes expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector riesgo y desastre, las Figuras 3.187 y 3.188 muestran la distribución espacial y en proporción de la vulnerabilidad en el período 2021-2040. De los resultados obtenidos para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el

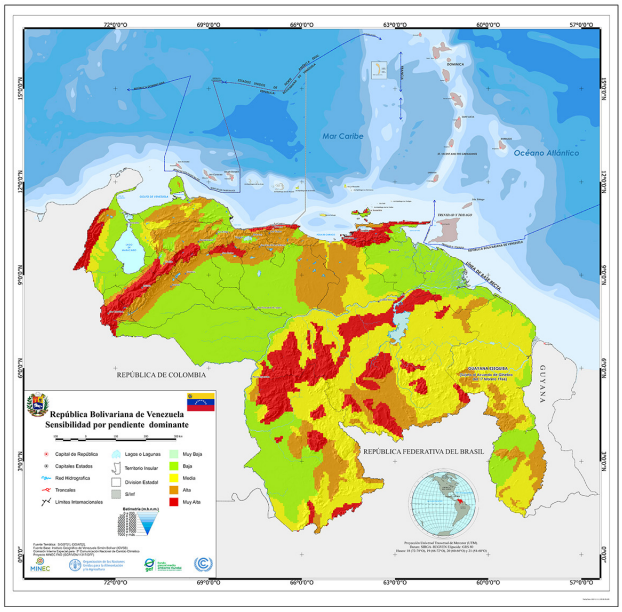


Figura 3.185: Sensibilidad por pendiente dominante

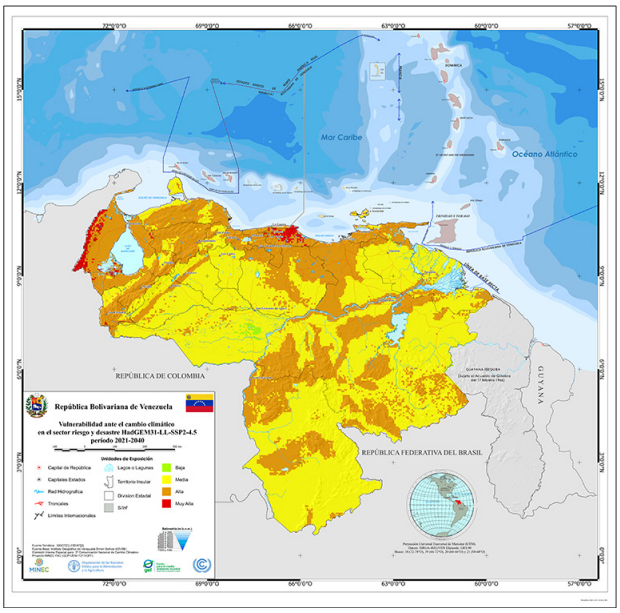


Figura 3.187: Vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

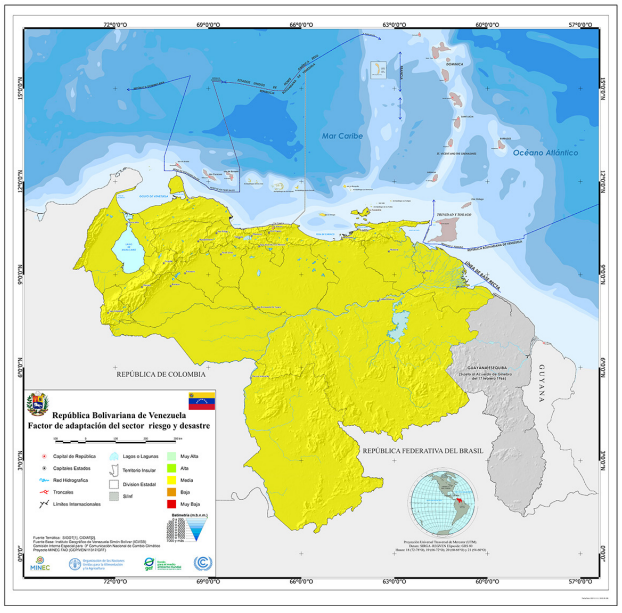


Figura 3.186: Capacidad de adaptación del sector riesgo y desastre

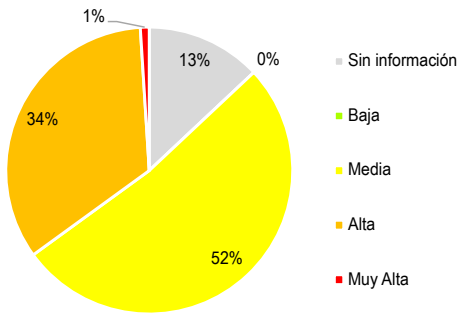


Figura 3.188: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

52 % del territorio nacional presenta una vulnerabilidad media, manifestada en las zonas de pendiente plana, mientras que, las zonas con pendiente más pronunciadas constituyen el 34 % de sensibilidad alta. La vulnerabilidad muy alta representada en este escenario se corresponde con el 1 % del territorio y se distribuye en la mayor proporción del estado Miranda (uno de los estados con mayor ocupación) y también, se manifiesta en las tierras con mal drenaje y altas pendientes del estado Zulia.

El 13 % del territorio no cuenta con información para el cálculo de la vulnerabilidad.

El escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 muestra que el 59 % del país contará con una vulnerabilidad alta, el 2 % presenta problemas de vulnerabilidad baja y es constituida en su mayor proporción por áreas sin problemas de drenaje, las áreas de vulnerabilidad media representan el 17 % del territorio, y se corresponde a zonas con menos variación climática.

En cuanto a la vulnerabilidad muy alta, esta representa el 9 % del territorio nacional y es distribuida en los estados con mayor densidad de población, como Miranda, La Guaira y Carabobo y en las pendientes pronunciadas de Anzoátegui y Zulia (Figuras 3.189 y 3.190). Para ambos escenarios, el 13 % no cuenta con información para el análisis de vulnerabilidad.

3.3.13.4. Desplazamiento humano por efecto del cambio climático

De la anterior evaluación de vulnerabilidad, se tendría que, para el sector de riesgo y desastre, en el período 2021-2040 y bajo el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el

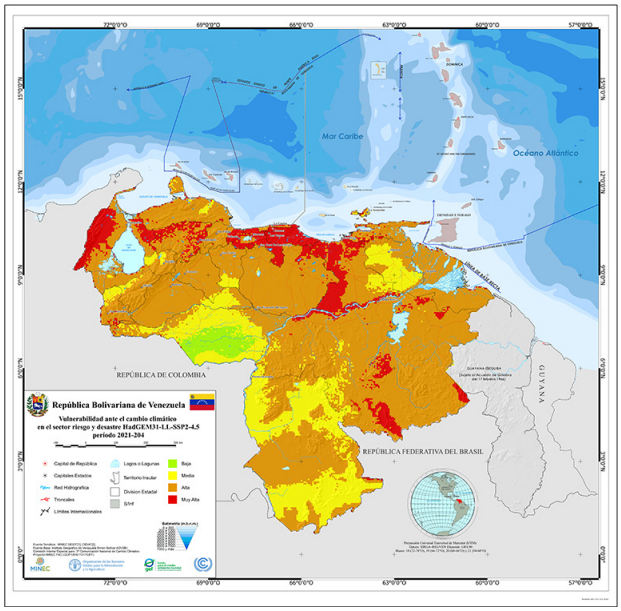


Figura 3.189: Vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre HadGEM31-LL-SSP2-8.5 período 2021-2040

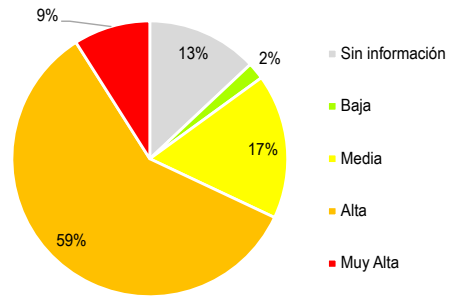


Figura 3.190: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre para HadGEM31-LL-SSP2-8.5 período 2021-2040

66,55 % de los municipios del país están expuestos a una alta vulnerabilidad ante cambio climático, mientras que el 31,27 % estaría afectado por una media vulnerabilidad; esta situación se agrava para el HadGEM31-LL-SSP5-8.5 en la que el 69,54 % de los municipios reflejan una alta vulnerabilidad y el 20 % una muy alta vulnerabilidad (Figura 3.191 y Tabla 3.65). Los habitantes de estos 54 municipios se considerarían entonces, poblaciones con potencial de desplazamiento humano, sin embargo, es necesario destacar, que este análisis debe ser complementado con otros factores propios de la ocupación y uso del territorio, uso y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos y medios de vida, así como las capacidades institucionales y de las propias comunidades que definen la resiliencia climática.

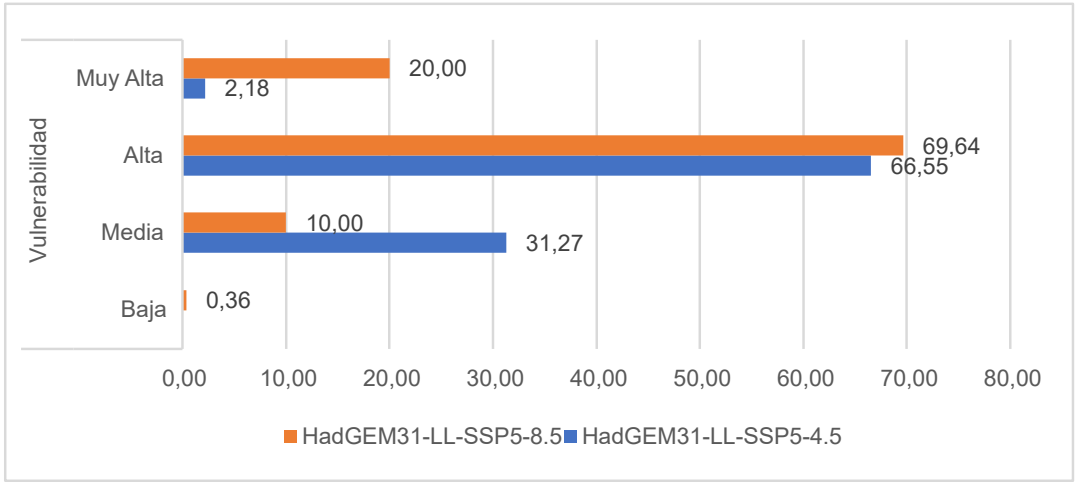


Figura 3.191: Proporción de la distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector riesgo y desastre, por municipio

Tabla 3.65: Municipios con mayor vulnerabilidad climática y mayor potencial de desplazamiento humano en el sector riesgo y desastre, en HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040

Estado	Municipio	Capital de Municipio	Estado	Municipio	Capital de Municipio
Anzoátegui	San Juan de Capistrano	Boca de Uchire	Aragua	Urdaneta	Barbacoas
	Manuel Ezequiel Bruzual	Clarines		Sucre	Cagua
	Guanta	Guanta		José Rafael Revenga	El Consejo
	Francisco de Miranda	Pariaguán		Mario Briceño Iragorry	El Limón
	Juan Antonio Sotillo	Puerto La Cruz		Tovar	La Colonia Tovar
	Fernando Peñalver	Puerto Píritu		José Félix Ribas	La Victoria
	Francisco del Carmen Carvajal	Valle de Guanape		Santos Michelena	Las Tejerías
Bolívar	Cedeño	Caicara del Orinoco		San Casimiro	San Casimiro
	Carrizal	Carrizal		Bolívar	San Mateo
	Acevedo	Caucagua		San Sebastián	San Sebastián
	Chacao	Chacao		Santiago Marino	Turmero
	Cristóbal Rojas	Charallave		Zamora	Villa de Cura
Miranda	Urdaneta	Cúa	Carabobo	Bejuma	Bejuma
	Pedro Gual	Cúpira		Miranda	Miranda
	El Hatillo	El Hatillo		Montalbán	Montalbán
	Plaza	Guarenas		Juan José Mora	Morón
	Zamora	Guatire		Naguanagua	Naguanagua
	Buroz	Mamporal		Puerto Cabello	Puerto Cabello
	Baruta	Nuestra Señora del Rosario de Baruta	Delta Amacuro	Pedernales	Pedernales
	Lander	Ocumare del Tuy	Guárico	San José de Guaribe	San José de Guaribe
	Sucre	Petare	Lara	Moran	El Tocuyo
	Páez	Río Chico		Jiménez	Quibor
	Los Salías	San Antonio de Los Altos	Sucre	Cruz Salmerón Acosta	Araya
	Simón Bolívar	San Francisco de Yare	Táchira	Fernández Feo	San Rafael del Pinal
	Andrés Bello	San José de Barlovento	Zulia	Lagunillas	Ciudad Ojeda
	Paz Castillo	Santa Lucia		Rosario de Perijá	La Villa del Rosario
	Independencia	Santa Teresa del Tuy		Machiques de Perijá	Machiques

3.3.14. Sector Salud

El cambio climático está afectando negativamente la salud humana, con evidencia científica que muestra cómo las poblaciones de todo el mundo se han visto perjudicadas por el aumento de la temperatura, los cambios en los patrones de precipitación, las lluvias torrenciales, los incendios y otros fenómenos extremos. Estos eventos generan una serie de riesgos para la salud humana al crear condiciones más favorables para la propagación y transmisión de enfermedades infecciosas[43]. Los riesgos para la salud son sensibles al clima y son percibidos de forma más aguda por las poblaciones más vulnerables, como los niños, los adultos mayores, las mujeres embarazadas, los trabajadores al aire libre y aquellos con condiciones de salud crónicas o preexistentes (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2024).

Los fenómenos climáticos provocan efectos secundarios en cascada que pueden alterar la vía de transmisión de enfermedades por vectores. Estas vías de riesgo en cascada son complejas, están interconectadas y se basan en el nexo entre peligro, exposición y vulnerabilidad, por ejemplo, el agua estancada, que deja las inundaciones (debido a fuertes precipitaciones), proporciona condiciones ideales para la reproducción de vectores y puede provocar brotes localizados de enfermedades. Por el contrario, la sequía puede atraer a las aves a fuentes de agua escasas donde el ciclo de transmisión por vectores se ve acelerado por mosquitos que también pican a los humanos, repercutiendo gravemente en la salud humana (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2024).

El territorio venezolano no escapa de los efectos que tiene el cambio climático sobre la salud humana. Se estima que muchas enfermedades presentan una estacionalidad acentuada debido a estos cambios. Las principales enfermedades infecciosas en Venezuela incluyen la malaria, enfermedad de Chagas, dengue, leishmaniasis, parasitosis intestinales, esquistosomiasis, oncocercosis y lepra. Con excepción de la enfermedad de Chagas, estas afecciones son las principales causas de morbilidad en la población y, dependiendo de la gravedad del caso, también pueden ser causa de mortalidad (Chacín-Bonilla, 2017).

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, para realizar el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud se consideraron diecinueve variables bioclimáticas derivadas del modelo HadGEM3-GC31-LL para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5[44], utilizando como línea base el Período 1971-2000 y como ventana temporal, el período 2021-2040. De acuerdo con la información obtenida de los Boletines Epidemiológicos Nacionales del Ministerio del Poder Popular para la Salud, correspondientes al período 2010-2016, se analizó cuáles de las enfermedades anteriormente mencionadas contaban con un reporte completo para dicho Período[45]. Una vez identificadas las enfermedades, se consideró evaluar para este sector una enfermedad relacionada con el cambio climático: la malaria, una enfermedad transmitida por vector.

En este sentido, se tomó en consideración la población proyectada oficial por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2040. Cabe destacar que los datos de proyección de población para el territorio venezolano están publicados oficialmente hasta el año 2050 por parte del INE[46]. Se procedió a definir la cadena de impacto con la finalidad de identificar los impactos potenciales que ayuden a entender la relación de causa y efecto en el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático. A partir de esta cadena de impacto, se identificaron los factores relevantes de cada componente y los indicadores a utilizar para la situación futura, con el objetivo de categorizar la vulnerabilidad ante el cambio climático en el territorio nacional, analizada a través del modelo climático HadGEM3-GC31-LL para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 del período 2021-2040.

3.3.16.1. Situación actual

Para contextualizar el comportamiento de la malaria en el territorio venezolano, se realizó una búsqueda de información, tomando como situación actual el período reportado por los boletines epidemiológicos 2010-2016. No obstante, también se hace referencia a algunas estadísticas que reportan el incremento o disminución de la enfermedad hasta el año 2023, descritas a continuación. El aumento de la temperatura, la frecuencia y la intensidad de fenómenos extremos, como olas de calor, inundaciones y sequías, pueden acelerar la transmisión de diversas enfermedades infecciosas, al mejorar la supervivencia, reproducción y distribución de patógenos y sus vectores[47].

El informe mundial, llevado a cabo por la Organización Mundial de Salud (OMS), sobre la malaria para el año 2023 analiza el nexo entre el cambio climático y la malaria. Los cambios de temperatura, humedad y precipitaciones pueden influir en el comportamiento y la supervivencia del mosquito *Anopheles* spp., portador de esta enfermedad[48]. Las precipitaciones proporcionan posibles criaderos de incubación del vector y las temperaturas elevadas aumentan las tasas de crecimiento de las poblaciones del vector, aumentando las ingestas de sangre y acelerando la tasa de evolución del virus (Semenza y Paz, 2021). Por lo que, estos cambios tienen un impacto directo en la expansión geográfica del vector, incrementando así, la trasmisión y la carga de la enfermedad, con serios daños en la salud humana.

El informe mundial sobre la malaria en 2023 estimó que, en 2021, 619.000 personas murieron de esta enfermedad en todo el mundo, una cifra considerablemente elevada si se compara con las 625.000 víctimas en el primer año de la pandemia de COVID-19. En 2019, antes de la pandemia, el número de defunciones fue de 568.000. Durante los años 2020 y 2021, los casos de malaria aumentaron, pero no a un ritmo acelerado en comparación con las cifras de 2019 y 2020. A nivel mundial, los casos de malaria, en 2019, fueron de 232 millones, incrementándose a 245 millones en 2020, alcanzando 247 millones en 2021 y estimándose en 249 millones para 2022 (Organización Mundial de la Salud, 2023).

En Venezuela, la malaria se ha convertido en un problema de salud pública debido a la facilidad de infestación por transmisión del vector. Una de las actividades de mayor riesgo es la deforestación de los bosques al sur del estado Bolívar. Aunque este es un foco de infección puntual, la enfermedad se ha distribuido en al menos cinco entidades. En 2009, se registraron 36.448 casos, de los cuales solo 723 fueron importados del exterior. Los estados con mayor incidencia fueron Bolívar, Amazonas, Anzoátegui, Sucre, Delta Amacuro y Monagas, con una tasa de contagio de 7 por cada 1.000 habitantes en los 65 municipios involucrados. La Tabla 3.66 resume los casos de malaria reportados por año por el Ministerio del Poder Popular para la Salud.

La Figura 3.192 ilustra los registros reportados por los Boletines Epidemiológicos de malaria desde 2010 hasta 2016. Los datos muestran que los estados Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro, que conforman la región de Guayana, presentan el mayor número de casos de malaria en Venezuela. Además, se observa un aumento en los casos en los estados Portuguesa y Miranda.

Según el registro histórico de precipitaciones medias anuales y de temperaturas medias, el estado Amazonas sería el estado más húmedo y con mayores temperaturas máximas registradas (Tabla 3.67).

Tabla 3.66: Casos de malaria en Venezuela2021-2040

Enfermedad	2014	2015	2016
Malaria-Paludismo	91.918	137.996	242.561

Tabla 3.67: Precipitación media anual (mm) y temperatura media (°C) de los estados con más reportes de malaria, en el período 1971 - 2000 2021-2040

Estado	Precipitación media anual (mm)	Temperatura (°C)		
		Máxima	Media	Mínima
Amazonas	2.870	33,8	31,3	19,7
Bolívar	1.936	33,5	30,3	20,6
Delta Amacuro	1.755	31,7	30,4	28,4
Miranda	1.212	32,7	29,4	17,7
Portuguesa	1.439	32,7	31,8	20,7

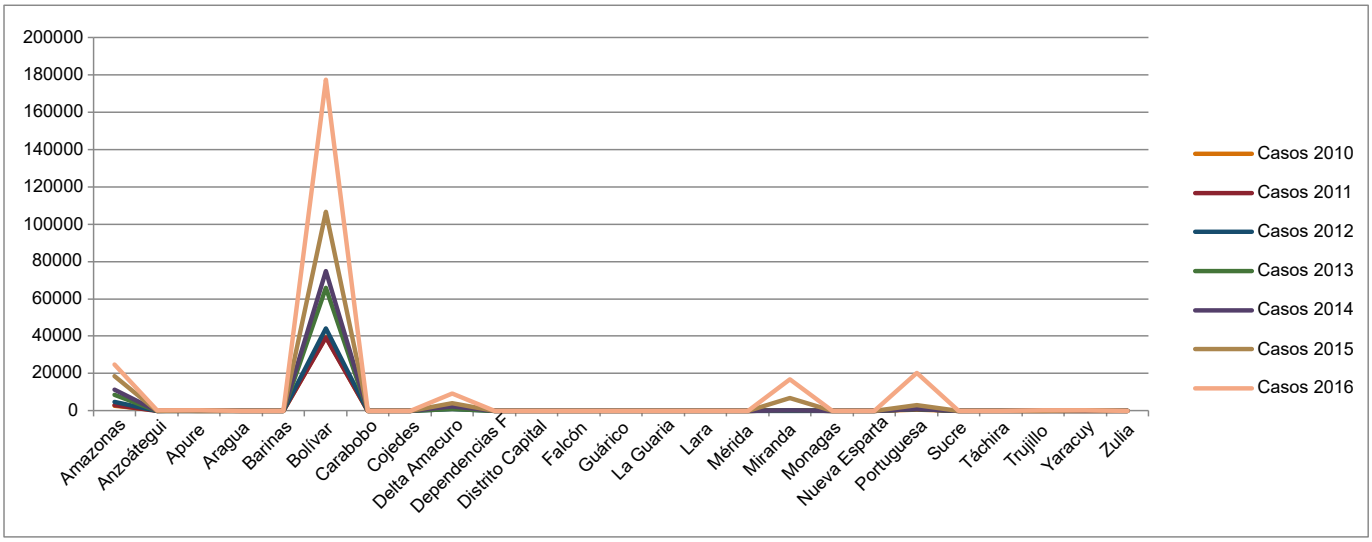


Figura 3.192: Número de casos de malaria por estado del año 2010 al año 2016.

Fuente: basado en boletines epidemiológicos nacionales del Ministerio del Poder Popular para la Salud.
No incluye el estado Guayana Esequiba

3.3.14.2. Situación futura

Cambios en la distribución del vector: Anopheles ssp.

Para analizar los cambios en la distribución del vector *Anopheles* spp., se inició con la recopilación de datos, utilizando la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Se descargaron datos de 175 registros georreferenciados, los cuales fueron analizados digitalmente mediante el uso del sistema de información geográfica (SIG) y comparados con la investigación realizada por Osborn *et al.* (2004), titulada "Caracterización ecoregional de los vectores de malaria en Venezuela". Esta investigación presenta la distribución fisiográfica de los vectores anophelinos en Venezuela, con registros desde 1910 hasta 2004 de la especie *Anopheles* spp. (Osborn *et al.*, 2004).

Seguidamente, se utilizó el software Maxent, una herramienta de predicción basada en la distribución de Máxima Entropía para la modelización de la distribución geográfica de las especies (Phillips *et al.*, 2006). Con los datos de 175 registros de ocurrencia del vector Anopheles spp. y los 19 datos bioclimáticos[49] para los escenarios considerados, a una resolución de 1 km x 1 km, se realizó la modelación para cada cuadrícula generada por el modelo HadGEM3-GC31-LL, y para los escenarios climáticos SSP2-4.5 y SSP5-8.5. Se introdujeron el 10 % de los datos y se obtuvieron las curvas AUC[50] para ambos escenarios, permitiendo validar y aceptar el modelo. A continuación, se presentan los resultados.

HadGEM3-GC31-LL. SSP 2-4.5

Análisis de omisión/comisión

En cuanto al modelo generado para la especie y el escenario SSP2-4.5, se encuentraron valores AUC entre 0,925 y 0,846 para la distribución de la especie, demostrando que el modelo es válido y aceptable para el 10 % de la especie, siendo bueno para los datos de prueba y excelente para los datos de entrenamiento.

Análisis de contribuciones variables

Las estimaciones de las contribuciones relativas de las variables climáticas al modelo Maxent se muestran en la Tabla 3.68. Para determinar la primera estimación, en cada iteración del algoritmo de entrenamiento, se incrementó la ganancia regularizada, sumando la contribución de la variable correspondiente y restando de ella, si el cambio en el valor absoluto de lambda era negativo. Para la segunda estimación de cada variable climática, se tomaron los valores de esa variable en los datos de presencia y antecedentes de entrenamiento y se permutaron aleatoriamente.

Los resultados muestran que la variable que tiene la mayor contribución es la BIO17, con un 17 % del total, correspondiente a la precipitación del trimestre más seco. Le siguen las variables BIO4 (estacionalidad de la temperatura) con un 16 % y BIO9 (temperatura media del trimestre más seco) con un 15,7 %. Por el contrario, las variables con menor contribución a la ocurrencia de la distribución del vector son BIO1, que corresponde a la temperatura media anual, con un 0,1 %, y BIO18, que indica la precipitación del trimestre más cálido para el período en estudio, también con un 0,1 %.

Tabla 3.68: Análisis de contribuciones para las variables bioclimática (HadGEM3-GC31-LL. SSP 2-4.5)

Variable	Nombre de la variable	Contribución porcentual	Importancia de la permutación
BIO17	Precipitación del trimestre más seco	17,0	3,7
BIO4	Estacionalidad de la temperatura	16,0	8,4
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco	15,7	0
BIO19	Precipitación del trimestre más frío	9,9	2,2
BIO3	Isotermalidad	8,4	7,4
BIO2	Rango medio diurno	7,6	4,5
BIO14	Precipitación del mes más seco	5,7	3,4
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo	5,2	5,6
BIO15	Estacionalidad de la precipitación	3,6	3,8
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido	2,2	0
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido	2,0	1,7
BIO12	Precipitación anual	1,8	29,4
BIO7	Rango anual de temperatura	1,3	3,4
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo	1,1	1,6
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío	1,1	11,1
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío	0,7	7
BIO13	Precipitación del mes más lluvioso	0,6	6,6
BIO1	Temperatura media anual	0,1	0,2
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido	0,1	0,2

HadGEM3-GC31-LL. SSP5-8.5.

Análisis de omisión/comisión

En cuanto al modelo generado para la especie en el escenario SSP5-8.5, los valores AUC se encontraron entre los intervalos de 0,928 y 0,845. Esto demuestra que el modelo es válido y aceptable para el 10 % de la distribución de la especie, siendo bueno para los datos de prueba y excelente para los datos de entrenamiento.

Análisis de contribuciones variables

La Tabla 3.69 muestra las estimaciones de las contribuciones relativas de las variables climáticas en la herramienta de predicción. La variable que tiene mayor contribución para la especie es BIO4 con un 25,8 %, que corresponde a la estacionalidad de la temperatura.

Tabla 3.69: Análisis de contribuciones para las variables bioclimática (HadGEM3-GC31-LL. SSP5-8.5

Variable	Nombre de la variable	Contribución porcentual	Importancia de la permutación
BIO4	Estacionalidad de la temperatura	25,8	10,3
BIO17	Precipitación del trimestre más seco	17,0	1,3
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco	13,1	0,0
BIO14	Precipitación del mes más seco	7,7	7,5
BIO2	Rango medio diurno	6,7	2,9
BIO3	Isotermalidad	5,8	3,2
BIO19	Precipitación del trimestre más frío	5,0	9,3
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo	4,2	3,3
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo	2,7	1,6
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido	2,5	0,3
BIO12	Precipitación anual	2,4	36,7
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío	1,7	6,4
BIO7	Rango anual de temperatura	1,5	2,1
BIO13	Precipitación del mes más lluvioso	1,3	6,6
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido	1,0	1,6
BIO15	Estacionalidad de la precipitación	0,7	0,9
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío	0,6	4,1
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido	0,2	0,6
BIO1	Temperatura media anual	0,2	1,3

Le sigue la variable BIO17 con un 17 %, que representa la precipitación del trimestre más seco, y la variable BIO9 con un 13,1 %, que corresponde a la temperatura media del trimestre más seco. Las variables que casi no contribuyen a la ocurrencia y distribución del vector fueron BIO5, que indica la temperatura máxima del mes más cálido, con un 0,2 %, y BIO1, que corresponde a la temperatura media anual, también con un 0,2 % para el período en estudio.

La Figura 3.193 muestra la representación espacial resultante de la simulación del modelo Maxent para ambos escenarios, con una probabilidad de distribución que varía de 0 a 1. En esta representación, el color rojo indica áreas con alta probabilidad de condiciones favorables para la especie *Anopheles* spp., el color verde señala condiciones típicas de lugares donde la especie ha sido muestreada, y los tonos claros de azul indican una baja probabilidad de condiciones ambientales favorables para el vector. Los resultados muestran que, para ambos escenarios, los estados Distrito Capital, Monagas, Anzoátegui, Sucre, Bolívar, Aragua, La Guaira, Carabobo, Miranda, Yaracuy, Lara y Mérida tendrían condiciones ambientales más favorables para la presencia y propagación del vector *Anopheles* spp.

3.3.14.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Partiendo de la predicción del comportamiento de las 19 variables bioclimáticas, se puede observar la disminución de la precipitación en algunos estados, lo que provocará efectos en la población. Al disminuir la precipitación y aumentar la temperatura, se reducirá la disponibilidad de los recursos hídricos, lo que aumentará el uso inadecuado de contenedores para el almacenamiento del agua. Esto, a su vez, potenciará la expansión del vector *Anopheles* spp. No obstante, la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector puede ser mitigada mediante las acciones de adaptación previstas en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) para el sector salud, reduciendo así, la vulnerabilidad de la salud humana frente a los impactos del cambio climático (Figura 3.194).

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, se identificaron los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes del análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector salud. Seleccionados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector (Tabla 3.70) y la información oficial disponible, cada componente se aborda de la siguiente manera. Para el análisis de la vulnerabilidad por malaria, los indicadores a utilizar son:

• Los factores del componente de exposición están integrado por 19 variables bioclimáticas con potencial de afectación sobre la distribución de la especie *Anopheles* spp.

• Sensibilidad: El factor normalizado del número de casos de malaria por estado (Figura 3.195), el factor normalizado de la población proyectada para el año 2040 por estados (Figura 3.196) y el factor de ocurrencia del vector *Anopheles* spp. por estados (Figura 3.197).

• El factor de adaptación para este sector considera las acciones establecidas para el fortalecimiento de la vigilancia entomológica y el control de vectores. A pesar de que las acciones planteadas para el sector tienen un alcance nacional, no se ha logrado el control

de estas enfermedades, lo cual sugiere un cambio transformacional improbable, que representa un avance incipiente en la adaptación y una alta vulnerabilidad (Figura 3.198).

Analizados los factores previamente expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático en el sector salud, específicamente para malaria, las Figuras 3.199 a 3.202 muestran la distribución espacial y proporcional de la vulnerabilidad en el período 2021-2040.

Los resultados derivados del escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, sugieren que la vulnerabilidad media cubre el

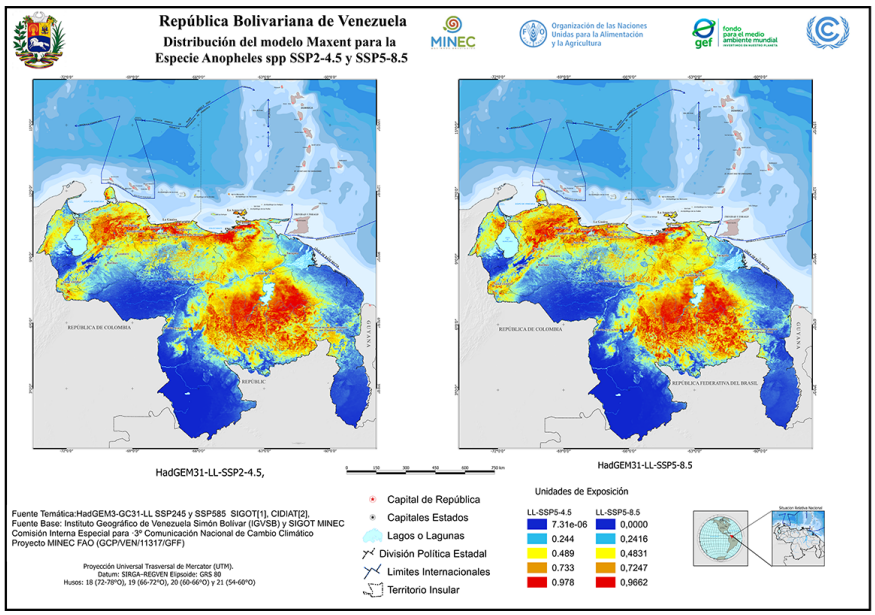


Figura 3.193: Distribución de la especie *Anopheles* spp según los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 bajo el modelo Maxent

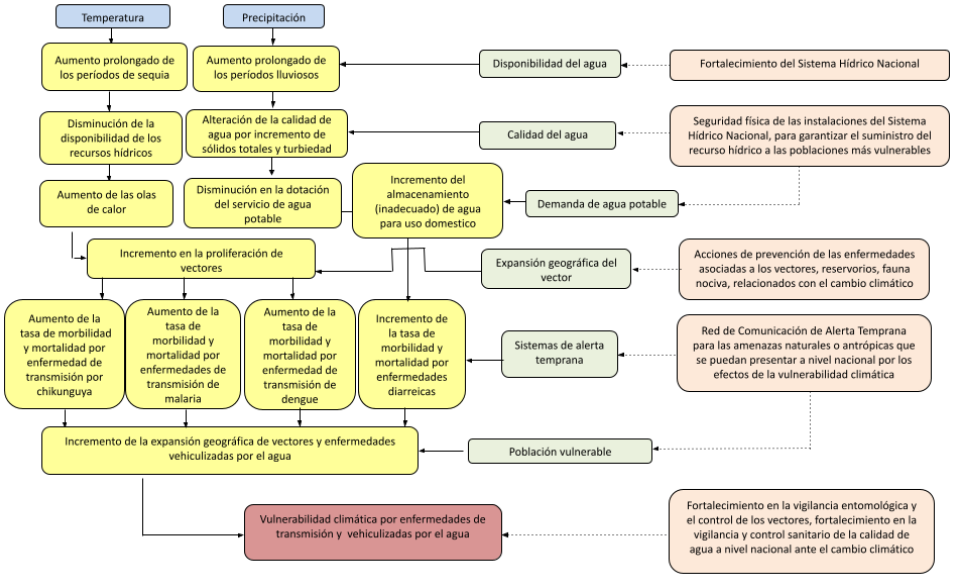


Figura 3.194: Esquema de la cadena de impacto relacionada con la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector salud

Tabla 3.70: Indicadores de la evaluación de Vulnerabilidad de la salud humana por enfermedades de transmisión por vector. Caso: malaria

Componentes	Factor relevante	Indicador
Exposición	Variables Bioclimáticas	Predicción del comportamiento de 19 variables bioclimáticas
Sensibilidad	Expansión geográfica del vector Anophles spp.	Factor normalizado de población al año 2040, por estado. Factor normalizado de número de casos de malaria por estado. Factor de ocurrencia del vector: *Anopheles* spp. por estados
Capacidad de Adaptación	Fortalecimiento en la vigilancia entomológica y el control de los vectores, fortalecimiento en la vigilancia y control sanitario de la calidad de agua a nivel nacional ante el cambio climático	Factor de adaptación del sector salud

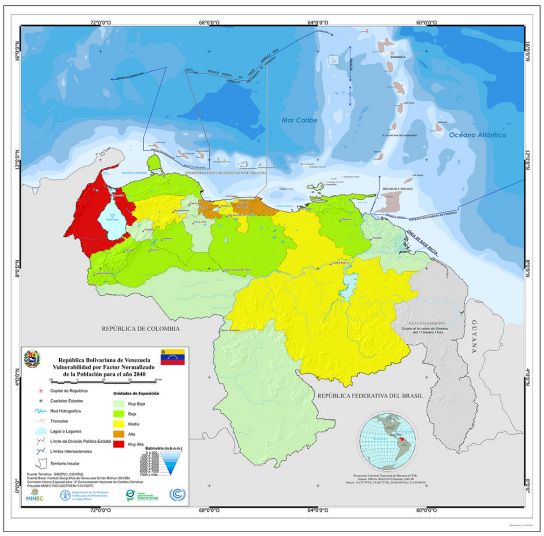


Figura 3.195: Sensibilidad por factor normalizado de la población para el año 2040

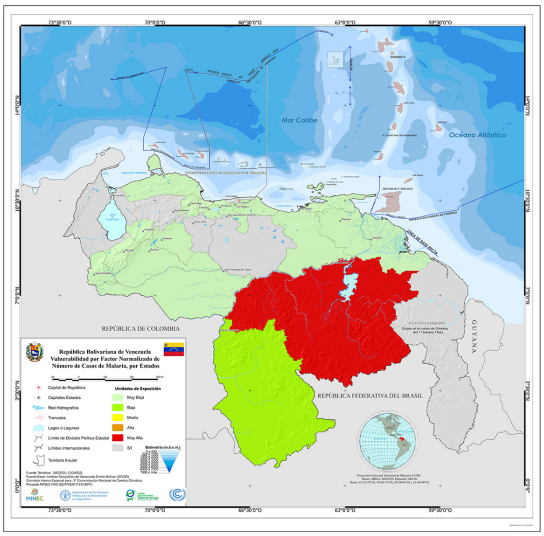


Figura 3.196: Sensibilidad por factor normalizado de número de casos de malaria por estados

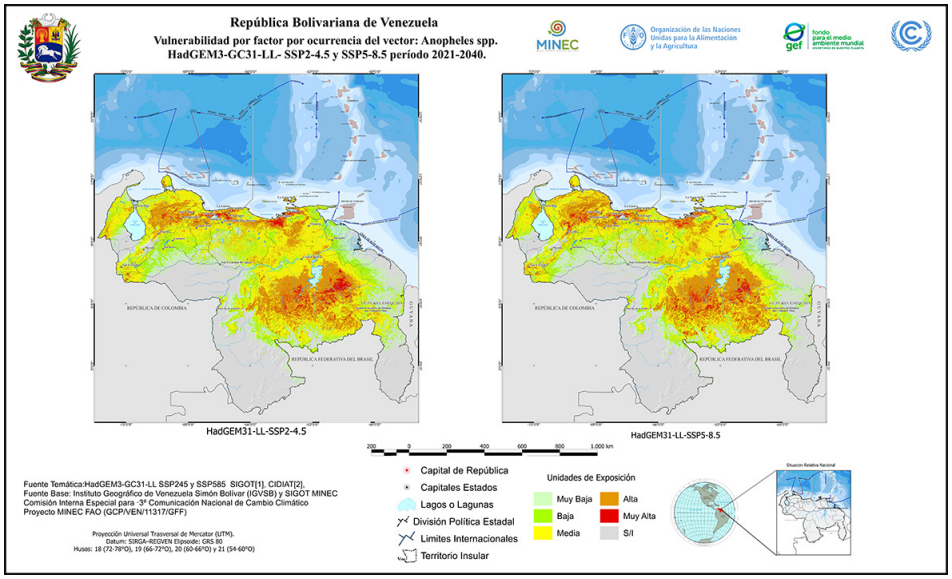


Figura 3.197: Sensibilidad por factor por ocurrencia del vector *Anopheles* spp. Según los escenarios HadGEM3-GC31-LL SSP2- 4.5 y HadGEM3-GC31-LL SSP5- 8.5, período 2021-2040

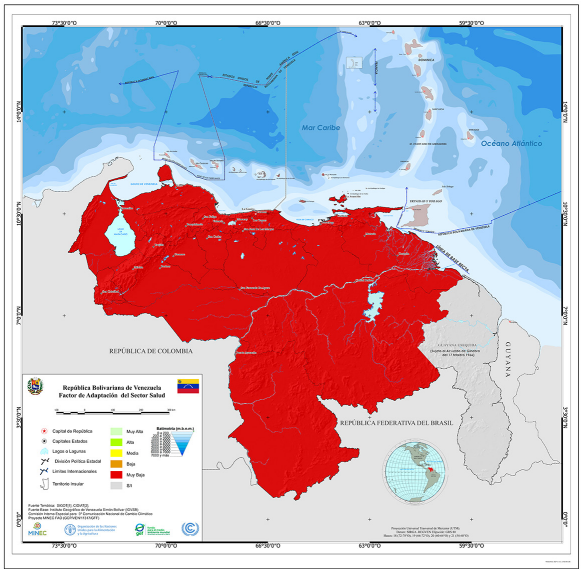


Figura 3.198: Capacidad de adaptación del sector salud

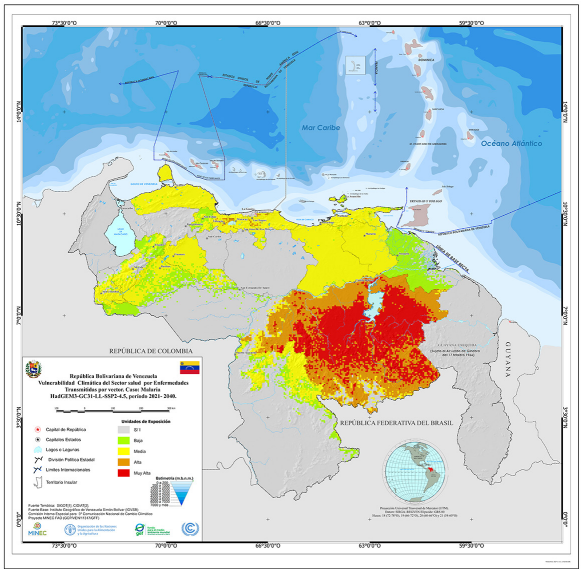


Figura 3.199: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-4.5, período 2021- 2040

44 % del territorio nacional, la vulnerabilidad baja un 24 % del territorio, mientras que la vulnerabilidad alta un 8 % y la vulnerabilidad muy alta un 4 % (concentrada en el estado Bolívar). En el caso del escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, la vulnerabilidad media aumenta a 48 %, con mayor presencia en los estados Anzoátegui, Falcón,Portuguesa, Carabobo, Aragua, Miranda y Monagas, la vulnerabilidad baja desciende a 20 %, distribuida en los estados Barinas, Mérida, Táchira, Trujillo, Bolívar, Apure, Amazonas, Delta Amacuro, Lara,

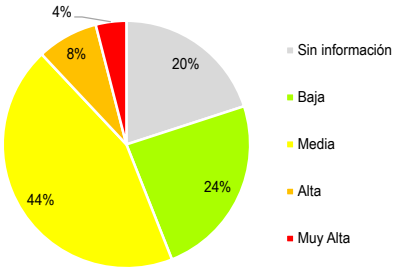


Figura 3.200: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-ssp2-4.5, período 2021- 2040

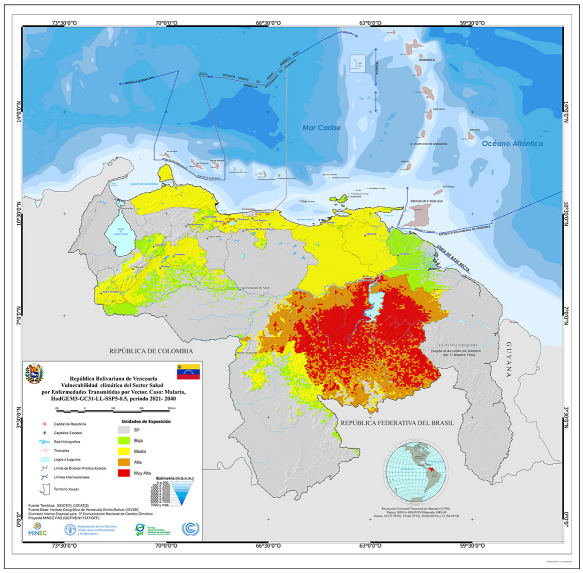


Figura 3.201: Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, período 2021- 2040

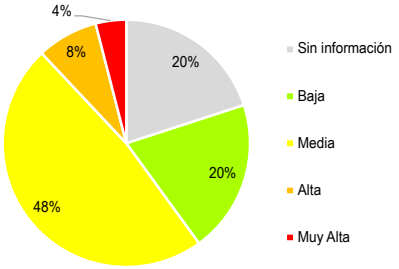


Figura 3.202 Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector salud por enfermedades transmitidas por vector. Caso: Malaria, HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, período 2021- 2040

parte de Yaracuy, Anzoátegui, Monagas y Nueva Esparta. Mientras que la vulnerabilidad alta se mantiene en 8 %, en los estados Bolívar, Carabobo y Miranda, al igual que la vulnerabilidad muy alta en 4 %, nuevamente reflejada en el estado Bolívar.

3.3.15. Sector Trabajo

El cambio climático es uno de los desafíos más importantes que debe ser abordado en los próximos años en el ámbito laboral, a nivel mundial y por ende en Venezuela. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) advierte que el fenómeno está produciendo, a corto, medio o largo plazo, un grave trastorno de la actividad económica y social en muchos sectores en todos los continentes (CDN, 2021). Todas las entidades de trabajo, independientemente de su actividad económica, están expuestas a los efectos del cambio climático, donde se evidencian graves consecuencias en términos de pérdidas de empleo directos e indirectos.

3.3.15.1. Situación actual

Considerando lo reportado por el Ministerio del Poder Popular de Planificación (2023)[51], la población económicamente activa (PEA) ocupada se registraba para el primer semestre del 2023 en 13.177.154 habitantes a nivel nacional, de estos, el 35,03 % se desempeñaba como fuerza de trabajo en el subsector servicios comunales, sociales y personales, mientras que el 27,48 % trabajaba en comercio, restaurantes y hoteles y el 8,32 % en la industria manufacturera. Se estima que tan solo el 0,74 de la PEA ocupada se vincula con la explotación de hidrocarburos, minas y canteras, aunque esta fuerza de trabajo representa la principal actividad económica del país (Tabla 3.71; Figuras 3.203 y 3.204)

Dada la importancia estratégica del sector petrolero, se adoptó la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) como unidad de exposición a analizar. A nivel nacional, las principales instalaciones petroleras se encuentran en la línea de costa. Las tasas medias de precipitación anual, según registros históricos, son de 813 mm, con máximas de 1.277 mm y mínimas de 371 mm. La temperatura media anual es de 27,34 °C, con máximas de 28,84 °C y mínimas de 22,27 °C. La mayor asignación de seguridad petrolera está en la FPO, un área de 55.314 km^2 al norte del río Orinoco, que se extiende por los estados Guárico, Anzoátegui, Monagas, Delta Amacuro y el norte de Bolívar[52]. En esta faja, la precipitación anual es de 1.271 mm, con máximas de 1.924 mm y mínimas de 892 mm, siendo el Bloque Boyacá, el que registra las mayores precipitaciones, con tasas medias de 1.357 mm. La temperatura media en la Faja Petrolífera del Orinoco, es de 27,79 °C, con máximas y mínimas de 28,66 °C y 26,65 °C, registrándose la mayor temperatura en el Bloque Boyacá con 28,03 °C (Figuras 3.205 y 3.206).

En lo que respecta a la industria manufacturera, según la PEA ocupada en este subsector de la fuerza de trabajo (Tabla 3.71), los principales centros industriales se ubican en Miranda, Carabobo, Zulia y Aragua, sin embargo, por la ubicación geográfica dentro de la cuenca del Lago de Valencia, Carabobo y Aragua se puede visualizar como un solo polo industrial (Figura 3.207) que concentra el 23,56 % de la PEA ocupada a nivel nacional en la industria. En esta región, las tasas medias de precipitación anual (conforme a los registros históricos) se estiman en 1.067 mm, con máximas y mínimas de 1.305 mm y 373 mm, respectivamente, mientras que la temperatura media anual se reporta en 24,17 °C, con máximas y mínimas de 25,73 °C y 17,04 °C, respectivamente.

3.3.15.2. Situación futura

La defensa de la actividad y producción petrolera se presenta como el objetivo esencial de la estrategia energética y económica de Venezuela. En una coyuntura de precios estables, combinada con incertidumbre sobre los suministros, la defensa es indispensable para asegurar los niveles de ingreso del Estado venezolano, así como la reactivación del aparato productivo y el mejoramiento de la calidad de vida de toda la población, por tratarse del eslabón clave del entramado económico nacional[53]. Desde el punto de vista ambiental, esto incluye la protección de los efectos del cambio climático, sobre este subsector de la fuerza de trabajo.

Conforme a los escenarios climáticos, se puede estimar que en las grandes instalaciones petroleras y eléctricas, la mayor variación de la precipitación, según el HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, la sufrirá el área de emplazamiento de la Planta de Distribución Carenero, con disminuciones de hasta 85 mm en la precipitación anual, seguida la Planta de Distribución Catia La Mar con disminuciones de hasta 82 mm y la Planta Termoeléctrica Tacoa con 79 mm. Para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (en el mismo período), las disminuciones de la precipitación anual se proyectan en 142 mm, 132 mm y 127 mm, para las mismas instalaciones. En el caso de la temperatura, el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 sugiere anomalías de 1,69 °C en el Complejo Petroquímico El Tablazo y de 1,65 °C para el Complejo Petroquímico Morón y la Refinería El Palito. El escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (para el mismo período), muestra incrementos de temperatura de 4,4 °C en el Complejo Petroquímico El Tablazo, 3,96 °C en Planta Termoeléctrica Planta Centro y 3,95 °C en el Complejo Industrial José Antonio Anzoátegui (Tabla 3.72).

Analizando las variaciones para la Faja Petrolífera del Orinoco, según el HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, se prevén disminuciones medias de 6 mm en la precipitación y un aumento medio de 1,95 °C. En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (para el mismo período), los cambios se intensifican, las precipitaciones medias descienden -99 mm y las temperaturas medias aumentan 2,22 °C. Estudiando de manera específica las variaciones por Bloque de la Faja para este período, el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 revela que las precipitaciones disminuirían en el Bloque Boyacá,

mientras que en Carabobo, Ayacucho y Junín tienden a aumentar levemente, sin embargo, bajo la trayectoria SSP5-8.5, en los cuatro bloques las precipitaciones disminuirían. En el caso de la temperatura, Boyacá también se muestra como el Bloque con mayor variación térmica (Tabla 3.73).

En relación con los cambios esperados en las industrias manufactureras de la cuenca del Lago de Valencia, según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040, se estiman disminuciones en la precipitación anual de 55,69 mm y aumentos de temperatura de 1,71 °C. Mientras que para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 en el mismo período, las disminuciones en la precipitación serían de 120 mm anuales y la temperatura aumentaría 1,84 °C (Tabla 3.74).

Tabla 3.71: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo

Estado	PEA ocupada [trabajadores]	Actividades agrícolas, pecuarias y caza	Explotación de hidrocarburos, minas y canteras	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción
Amazonas	46.370	6,90%	0,20%	3,80%	0,60%	4,20%
Anzoátegui	768.068	1,80%	1,80%	8,00%	0,50%	7,90%
Apure	214.467	7,80%	0,00%	5,60%	1,00%	3,70%
Aragua	835.832	1,50%	0,20%	14,90%	0,90%	3,60%
Barinas	335.116	8,70%	0,50%	5,70%	0,10%	5,50%
Bolívar	681.016	4,30%	2,90%	9,90%	1,00%	6,80%
Carabobo	1.106.448	1,00%	0,40%	12,10%	1,40%	6,60%
Cojedes	133.857	8,10%	2,00%	5,30%	1,30%	5,90%
Delta Amacuro	49.243	4,20%	0,20%	1,40%	0,20%	4,00%
Distrito Capital	1.070.341	0,20%	0,20%	5,60%	0,50%	2,80%
Falcon	431.010	5,40%	0,90%	6,10%	0,90%	6,80%
Guárico	359.705	8,40%	0,00%	5,70%	0,40%	4,40%
Guayana Esequiba	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
La Guaira	165.541	2,10%	0,20%	3,90%	2,00%	4,80%
Lara	833.030	5,10%	0,10%	9,30%	0,60%	4,30%
Mérida	392.144	8,30%	0,10%	7,10%	0,70%	3,20%
Miranda	1.505.049	1,40%	0,30%	9,10%	0,60%	4,70%
Monagas	364.683	5,10%	3,10%	5,40%	0,70%	7,00%
Nueva Esparta	216.110	2,90%	0,20%	4,00%	0,40%	6,30%
Portuguesa	371.299	10,20%	0,10%	7,40%	0,40%	5,40%
Sucre	366.286	10,60%	0,60%	8,30%	0,30%	6,60%
Táchira	597.625	5,20%	0,10%	9,80%	1,00%	4,20%
Trujillo	329.954	13,90%	0,20%	6,00%	0,00%	5,10%
Yaracuy	266.944	7,20%	0,30%	8,40%	0,70%	4,30%
Zulia	1.728.374	2,70%	1,40%	7,30%	0,40%	4,80%

Tabla 3.71: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo (Cont...)

Estado	PEA ocupada [trabajadores]	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros y bienes inmuebles	Servicios comunales, sociales y personales	Actividades no bien especificadas y/o no declaradas
Amazonas	46.370	16,30%	4,80%	1,30%	55,00%	6,90%
Anzoátegui	768.068	31,20%	6,40%	5,60%	31%	5,80%
Apure	214.467	29,20%	4,90%	2,20%	42,80%	2,80%
Aragua	835.832	29,20%	5,70%	7,10%	33,70%	3,20%
Barinas	335.116	25,60%	5,50%	5,20%	40,70%	2,50%
Bolívar	681.016	29,10%	6,90%	4,80%	33,80%	0,50%
Carabobo	1.106.448	26,00%	8,70%	7,30%	29,60%	6,90%
Cojedes	133.857	23,40%	4,30%	3,00%	46,70%	0,00%
Delta Amacuro	49.243	13,90%	3,80%	1,30%	64,10%	6,90%
Distrito Capital	1.070.341	19,40%	5,00%	10,70%	33%	22,9%
Falcon	431.010	31,10%	6,60%	3,80%	38,40%	0,00%
Guárico	359.705	32,30%	6,70%	4,60%	37,00%	0,50%
Guayana Esequiba	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
La Guaira	165.541	27,30%	11,00%	7,90%	34,20%	6,60%
Lara	833.030	28,70%	5,70%	5,10%	32,30%	8,80%
Mérida	392.144	23,50%	5,90%	5,40%	36,80%	9,00%
Miranda	1.505.049	25,00%	5,80%	14,00%	34,50%	4,60%
Monagas	364.683	27,30%	6,70%	5,20%	34,00%	5,50%
Nueva Esparta	216.110	38,10%	6,50%	5,10%	36,50%	0,00%
Portuguesa	371.299	22,80%	5,30%	3,80%	37,50%	7,10%
Sucre	366.286	21,40%	5,60%	3,10%	43,50%	0,00%
Táchira	597.625	29,80%	6,90%	5,50%	36,50%	1,00%
Trujillo	329.954	24,00%	3,80%	3,00%	42,60%	1,40%
Yaracuy	266.944	24,50%	5,80%	4,20%	42,00%	2,60%
Zulia	1.728.374	33,50%	6,90%	5,40%	33,60%	4,50%

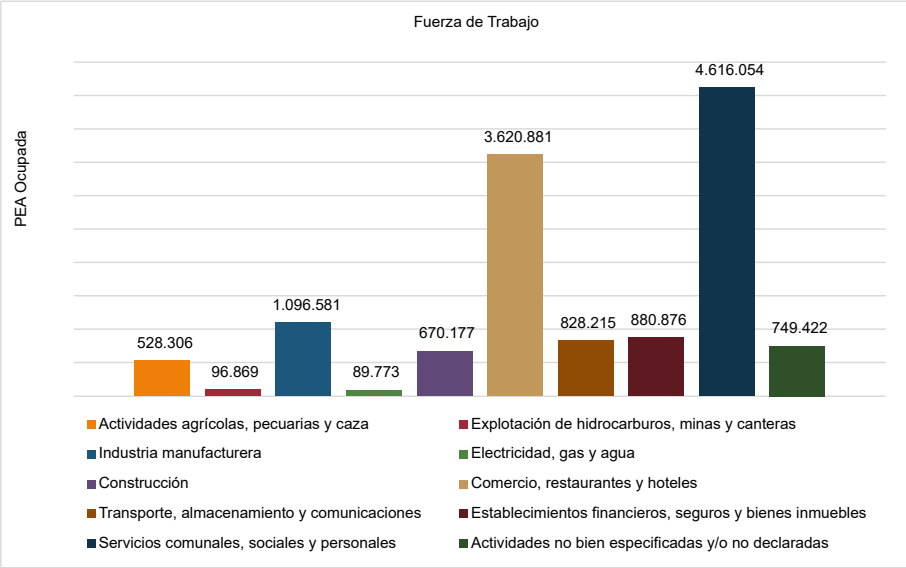


Figura 3.203: Población económicamente activa ocupada, por fuerza de trabajo

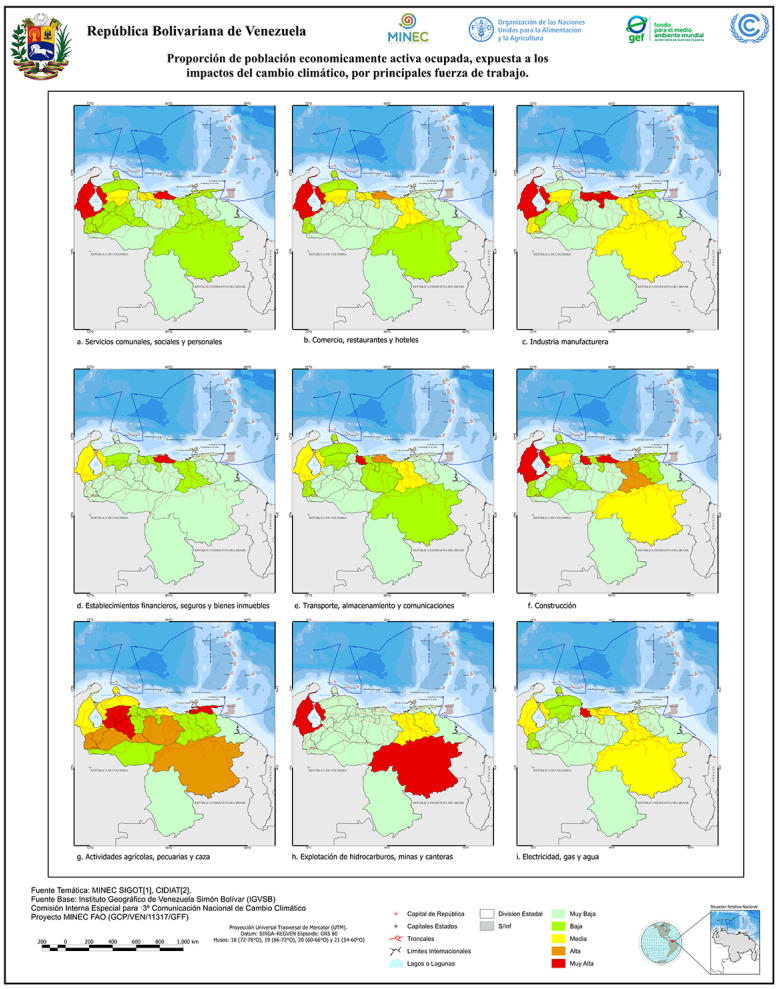


Figura 3.204: Proporción de población económicamente activa ocupada, expuesta a los impactos del cambio climático, por principales fuerzas de trabajo

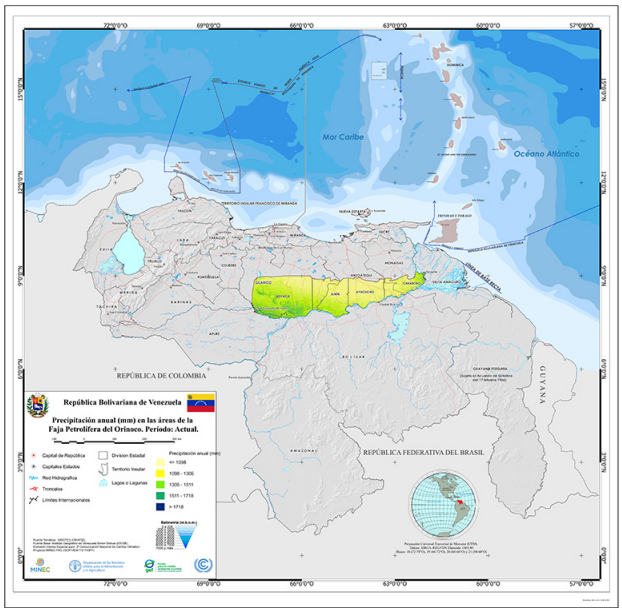


Figura 3.205: Precipitación anual (mm) en las áreas de la FPO. Período: 1971–2000

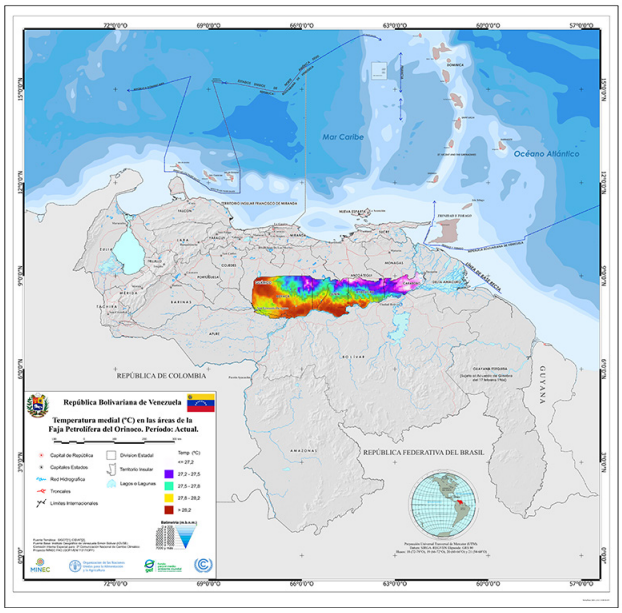


Figura 3.206: Temperatura media (°C) en las áreas de la FPO. Período: 1971–2000

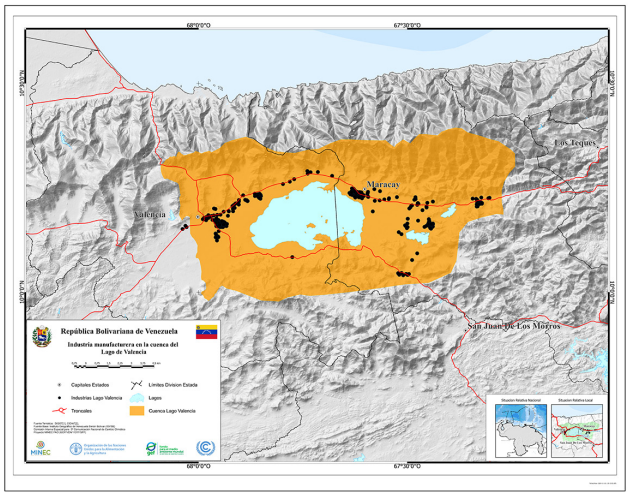


Figura 3.207: Industria manufacturera en la cuenca del Lago de Valencia

Tabla 3.72: Cambios proyectados en las principales instalaciones petroleras y eléctricas del país

Instalación	Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
	Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Complejo Refinador Paraguaná	476	-44	-59	28,66	1,31	2,90
Planta de Distribución Catia La Mar	938	-82	-142	27,39	1,48	3,38
Refinería El Palito	1085	-75	-121	27,67	1,65	3,93
Planta Termoeléctrica Tacoa	806	-79	-127	25,66	1,51	3,47
Planta de Distribución Carenero	917	-85	-132	28,00	1,44	3,28
Refinería Puerto La Cruz	877	-28	-86	26,74	1,57	3,73
Complejo Petroquímico Morón	1.080	-73	-121	27,88	1,65	3,90
Complejo Petroquímico El Tablazo	696	-25	-77	28,53	1,69	4,44
Planta de Distribución El Guamache	550	-18	-52	27,82	1,00	3,18
Complejo Industrial de Jose	867	-39	-90	27,22	1,60	3,95
Planta Termoeléctrica Planta Centro	1.084	-72	-121	27,38	1,67	3,96

Tabla 3.73: Cambios proyectados en los Bloques de la Faja Petrolífera del Orinoco

Bloque	Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
	Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Ayacucho	1.134	19	-84	27,59	1,85	2,13
Boyacá	1.357	-28	-109	28,03	2,05	2,32
Junín	1.236	1	-104	27,91	1,93	2,22
Carabobo	1.221	26	-73	27,05	1,80	2,02

Tabla 3.74: Cambios proyectados en las industrias manufactureras de la cuenca del Lago de Valencia

Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040		Período 1971–2000	HadGEM31-LL, período 2021-2040	
Precipitación anual (mm)	SSP2-4.5	SSP5-8.5	Temperatura media (°C)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
1.070	-55,69	-120,48	24,18	1,71	1,84

3.3.15.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Tanto las disminuciones en las tasas de precipitación como el aumento de la temperatura afectarán al Sector Trabajo (Justicia Social), perjudicando especialmente a la población económicamente activa de los subsectores de la fuerza de trabajo: comunas, servicios sociales y personales, comercio, restaurantes y hoteles e industria manufacturera, debido a que los efectos podrían generar daños potenciales tanto a los trabajadores como en las instalaciones e infraestructuras asociadas a estos subsectores. Las afectaciones pueden ser causadas por eventos climáticos tales como eventos de calor extremo, inundaciones o deslizamientos, que afectan directamente la economía del país por la disminución de la productividad laboral y a su vez, por la afectación en la producción de bienes y servicios. En el caso de subsector explotación de hidrocarburos, minas y canteras, cualquier afectación generaría severas consecuencias en la seguridad económica de la nación y de toda la población. Para proteger este sector, en las CDN están diseñadas una serie de estrategias para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático de la población económicamente activa ocupada y los distintos subsectores de la fuerza de trabajo (Figura 3.208).

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, se señalan los indicadores que permiten medir cada uno de los componentes para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector Trabajo (Justicia Social) (Tabla 3.75) y se determinó que cada componente se abordará de la siguiente manera:

Los factores del componente de exposición son la variación de la precipitación e incremento de la temperatura (ver Figuras 3.84 y 3.85), según el modelo HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2021-2040.

Los factores del componente de sensibilidad se corresponden con factores normalizados por distribución de la población económicamente activa total ocupada (Figura 3.209).

La capacidad de adaptación se medirá a través del factor de adaptación del sector Trabajo (Justicia Social). Conforme a lo reseñado en las CDN (2021), se planteó la implementación de un Plan de Acción con el objetivo de informar y orientar a los trabajadores y trabajadoras, sobre su participación en la mitigación y adaptación al cambio climático como sujetos multiplicadores en el proceso social de trabajo. Actualmente, el plan ha sido diseñado y se prevé su implementación en el corto plazo. Conforme a esto, se puede considerar que la adaptación en este sector se encuentra en proceso, por lo cual el valor del factor de adaptación representa una vulnerabilidad media (Figura 3.210).

Analizados los factores antes expuestos para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector trabajo (justicia social) por distribución de la población económicamente activa ocupada, las Figuras 3.211 y 3.212 muestran la distribución espacial y en proporción

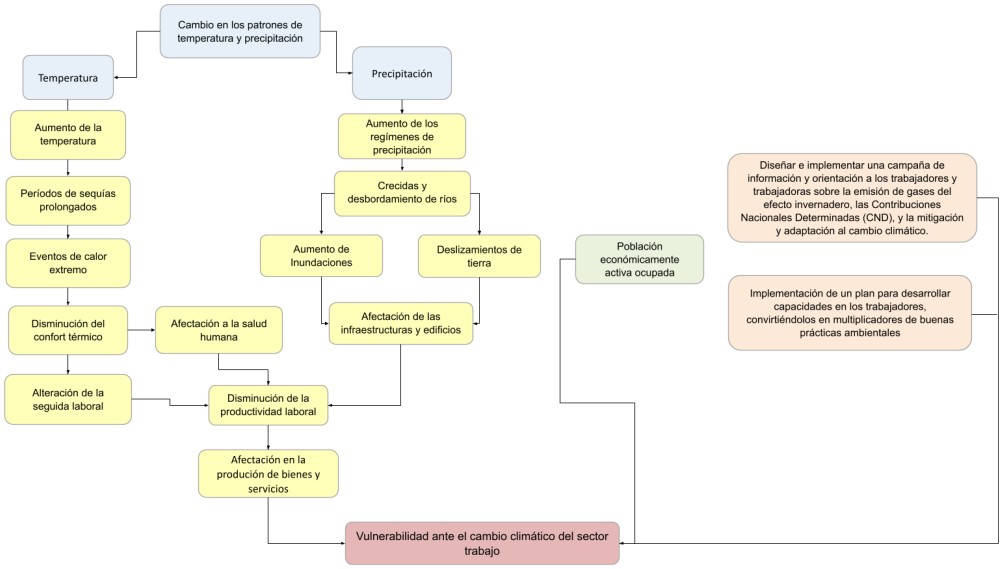


Figura 3.208: Cadena de impactos para el sector Trabajo (Justicia Social)

Tabla 3.75: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector Trabajo (Justicia Social)

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Temperatura	Incremento de la temperatura máxima
Sensibilidad	Población económicamente activa ocupada	Factor normalizado por distribución de la población económicamente activa ocupada
Capacidad de Adaptación	Implementación de un plan para desarrollar capacidades en los trabajadores, convirtiéndolos en multiplicadores de buenas prácticas ambientales	Factor de adaptación del sector trabajo (Justicia Social)

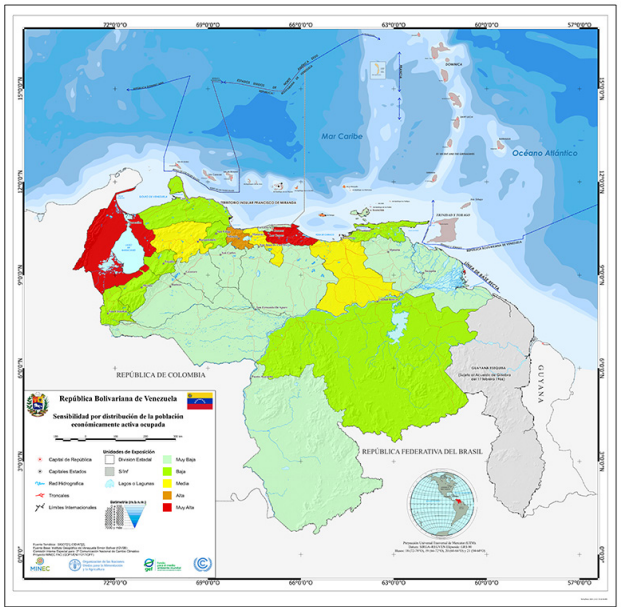


Figura 3.209: Sensibilidad por distribución de la población económicamente activa ocupada

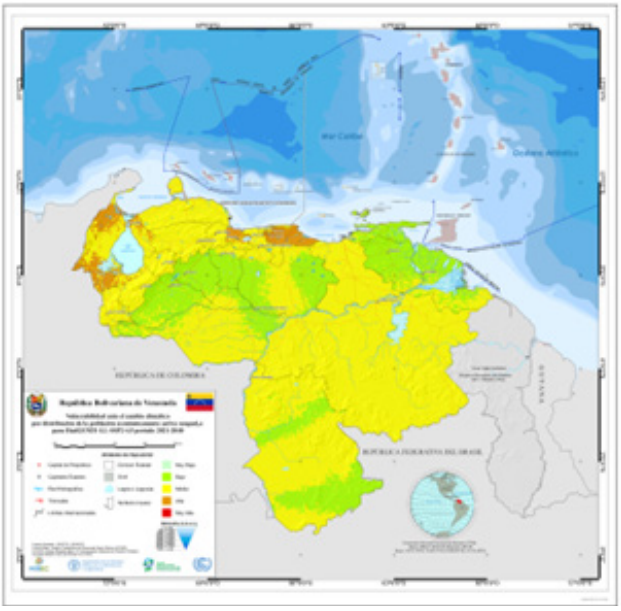


Figura 3.211: Vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

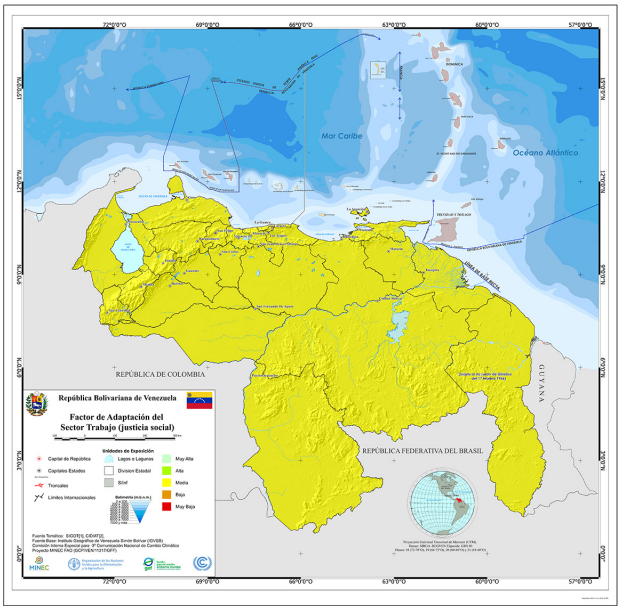


Figura 3.210: Capacidad de adaptación del sector trabajo (Justicia social)

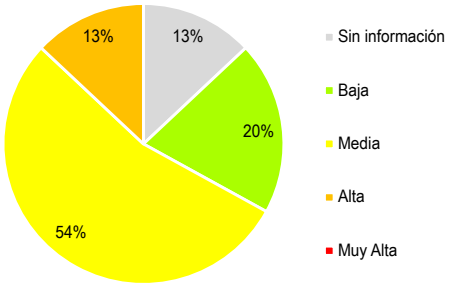


Figura 3.212: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada por estados para HadGEM31-LL-SSP2-4.5 período 2021-2040

de la vulnerabilidad en el período 2021-2040. De los resultados obtenidos para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 54 % del territorio nacional presenta una vulnerabilidad media distribuida en los estados Bolívar, Amazonas, Apure, Anzoátegui, Falcón, Mérida, Trujillo, Trujillo, Aragua, La Guaria y Distrito Capital. La vulnerabilidad baja se extiende en 20 %, sobre los estados Guárico, Cojedes, Portuguesa, Barinas, Nueva Esparta, Sucre y Delta Amacuro y el 13 % del territorio refleja valores de alta vulnerabilidad, para los estados Zulia, Miranda y Carabobo.

El escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 sugiere que el 69 % del país tendrá una vulnerabilidad media, mientras que el 14 % del territorio presentará una vulnerabilidad alta, distribuida en los estados Bolívar, Lara, Anzoátegui, Carabobo, Miranda y Aragua. Un 4 % del territorio se clasifica con una vulnerabilidad baja, principalmente en los estados Amazonas y Apure (Figuras 3.213 y 3.214). Además, el 13 % del territorio no cuenta con información suficiente para el análisis de vulnerabilidad en ambos escenarios.

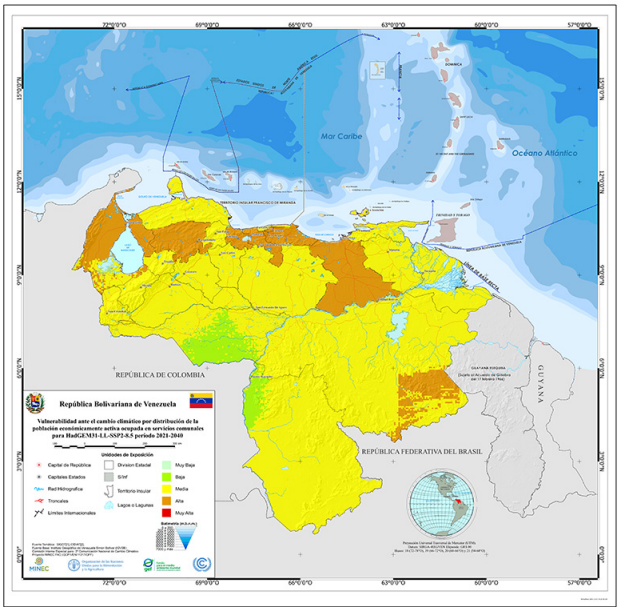


Figura 3.213: Vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada en servicios comunales para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

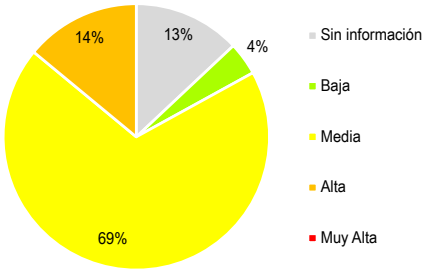


Figura 3.214: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático por distribución de la población económicamente activa ocupada para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 período 2021-2040

3.3.16. Sector Calidad Ambiental

3.3.16.1. Situación actual

El sector calidad ambiental, en la actualización de las CDN del año 2021, prioriza el fortalecimiento de la capacidad técnica y operativa de los laboratorios ambientales en Venezuela para monitorear y evaluar la calidad del agua en las principales cuencas hidrográficas, generando datos confiables para el desarrollo de políticas de adaptación al cambio climático. Este proceso incluye la capacitación del personal, la mejora de la infraestructura científica y la sensibilización pública sobre la conservación de los recursos hídricos.

La calidad del agua también se ve afectada por el cambio climático, ya que se prevé que las temperaturas más altas del agua, las inundaciones y sequías más frecuentes agraven muchas formas de contaminación del agua, desde sedimentos hasta patógenos y pesticidas (IPCC)[54]. Los cambios en las temperaturas mínimas (anteriormente estimadas) afectarán directamente a la cuenca, impactando los ciclos biológicos y la capacidad de recuperación de los ecosistemas. Un aumento en las temperaturas mínimas podría modificar las condiciones de humedad del suelo y aumentar la evaporación nocturna, lo que repercutiría en la disponibilidad de agua y en la capacidad de almacenamiento natural de las cuencas hidrográficas. Además, el aumento sostenido de las temperaturas mínimas puede facilitar la proliferación de especies invasoras o patógenas, al modificar los intervalos de temperatura a los que están adaptadas las especies nativas (Figura 3.215). Estos cambios refuerzan la necesidad de implementar acciones de adaptación, en el sector calidad ambiental (calidad del agua).

El país cuenta con 32 laboratorios certificados distribuidos en 11 de los estados del país y que prestan servicios de para la caracterización de efluentes líquidos, emisiones atmosféricas, suelos, materiales y desechos peligrosos (Figura 3.216).

Del mismo modo, la Dirección General de Gestión de la Calidad Ambiental del MINEC monitorea los vertidos líquidos domésticos e industriales en las cuencas del Lago de Valencia y los ríos Tocuyo, Yaracuy, Tuy y Santo Domingo. La cuenca del río Tocuyo (Tabla 3.76) es crucial para el abastecimiento de agua y la regulación ambiental en la región central de Venezuela, tiene un clima cálido. Durante el período de la normal climática (1971-2000), las temperaturas mínima y máxima promedio fueron de 18,40 °C y 28,30 °C, respectivamente, con una precipitación anual de 1.316,13 mm.

3.3.16.2. Situación futura

El análisis de las proyecciones climáticas para la cuenca del río Tuy, basado en los escenarios del modelo HadGEM3-GC31-LL con SSP2-4.5 y SSP5-8.5, revela un aumento significativo en las temperaturas mínima y máxima, especialmente en el escenario SSP5-8.5. Además, se proyectan reducciones sustanciales en la precipitación, hasta un -31,05 %, y aumentos en la temperatura de hasta 3,7 °C para las mínimas y 3,84 °C para las máximas en el período 2061-2080 (Figuras 3.217, 3.218 y 3.219). Estos cambios climáticos incrementan la vulnerabilidad de la cuenca en términos de calidad del agua, puesto que una disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas afectarían la capacidad de dilución de los contaminantes en los cuerpos de agua.

Considerando que este sector se encuentra fortaleciendo sus capacidades para el estudio de la relación cambio climático – calidad del agua, el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático del sector será reportado en el próximo BTR en el año 2026.

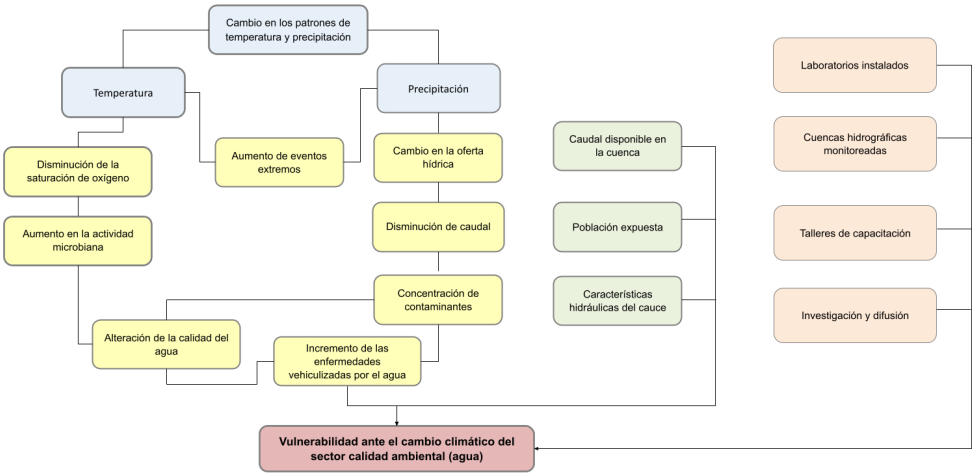


Figura 3.215: Cadena de impactos para el sector calidad ambiental, considerando calidad de agua

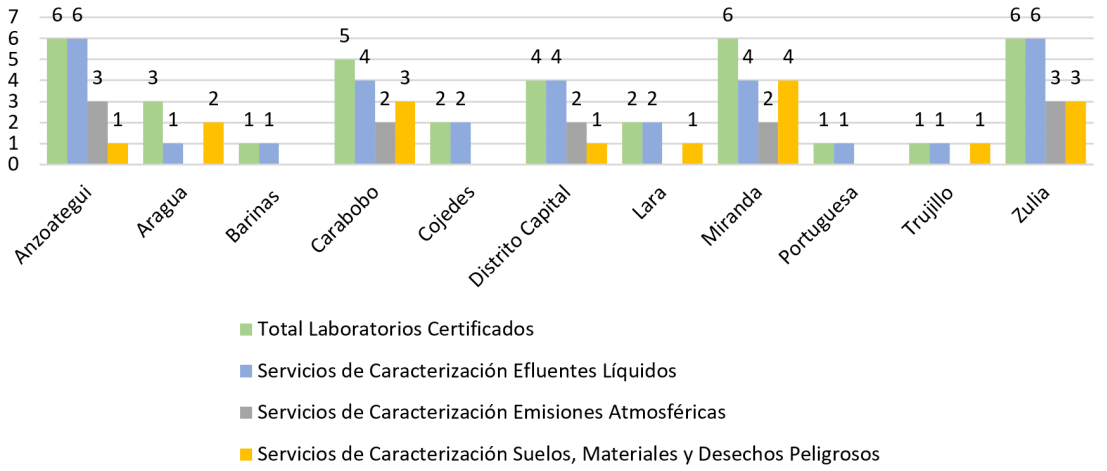


Figura 3.216 Total de laboratorios de calidad ambiental certificados en el país

Tabla 3.76: Parámetros de calidad de agua de la cuenca del río Tuy

Parámetro	Río Tuy en Puente Tejerías	Río Tuy en Puente Vía Tiara	Río Tuy en Puente Ocumare	Río Tuy en Toma de agua de Hidrocapital
pH	8,09	7,89	7,93	7,88
Oxígeno disuelto (mg/L)	1,3	1,5	4,1	3,4
DBO (mg/L)	61	85	30	21
Aceites y grasas (mg/L)	10	22,2	2,8	3,8
DQO (mg/L)	163	255	39	55
Coliformes totales (NMP/100mL)	900.000	1.600.000	500.000	900.000
Fósforo total (mg/L)	2,71	4,68	1,72	1,58
Nitrógeno total (mg/L)	7	42	4	4
Sólidos totales (mg/L)	882	915	513	508
Sólidos totales disueltos (mg/L)	545	485	378	640

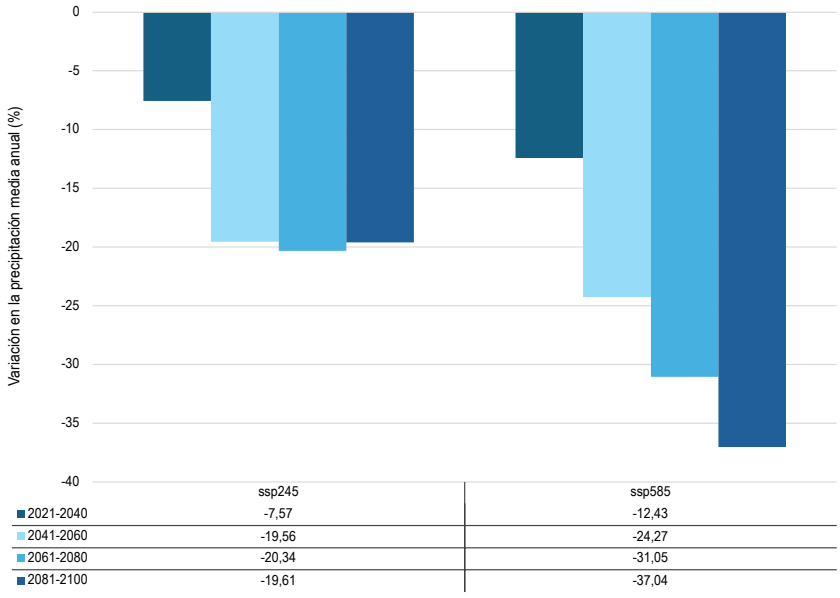
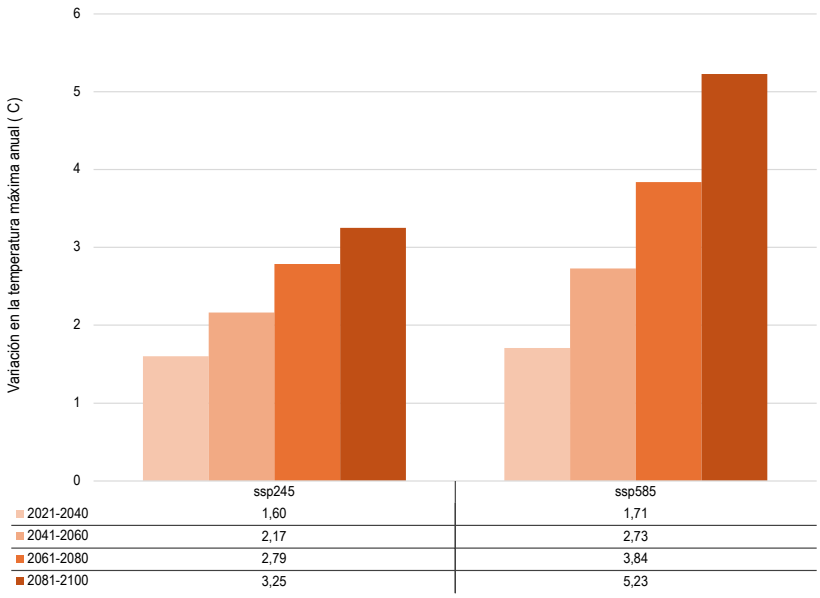
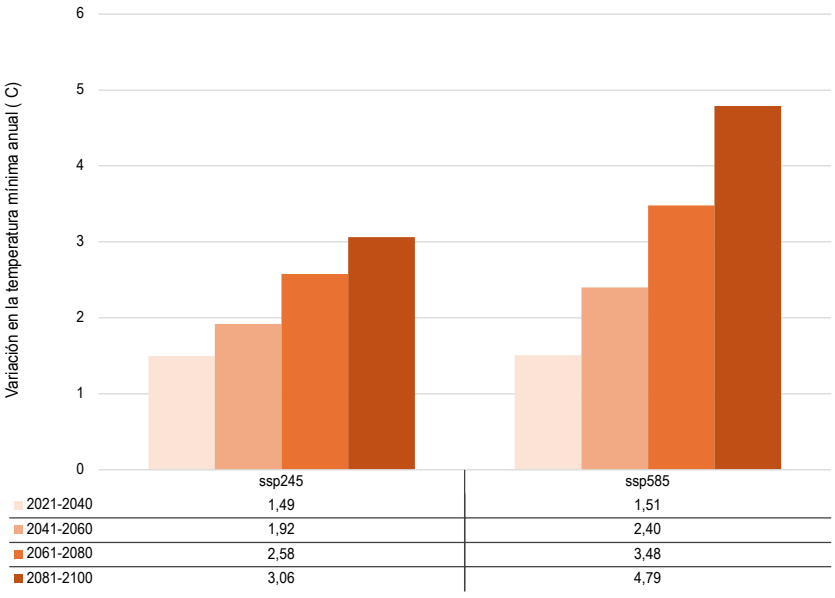


Figura 3.217: Exposición por variación porcentual en la precipitación media anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 en los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000



	ssp245	ssp585
2021-2040	1,60	1,71
2041-2060	2,17	2,73
2061-2080	2,79	3,84
2081-2100	3,25	5,23

Figura 3.218: Exposición por variación en la temperatura máxima anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000



	ssp245	ssp585
2021-2040	1,49	1,51
2041-2060	1,92	2,40
2061-2080	2,58	3,48
2081-2100	3,06	4,79

Figura 3.219: Exposición por variación en la temperatura mínima anual en la cuenca del río Tuy según el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080. Período base: 1971-2000

3.3.17. Sector Ecosistemas Zonas Costeras–Humedales

Por su posición geográfica privilegiada, la República Bolivariana de Venezuela es considerada como un país en gran medida marítimo. Cuenta con aproximadamente 6.000 km lineales de costa y fachadas marítimas bien definidas y con características diferentes (Méndez, 2007). La fachada caribeña, de 2.468 km se extiende en el extremo occidental del país desde Punta Castilletes en la frontera con Colombia hasta Punta Peñas en la Península de Paria en su extremo oriental. La fachada Atlántica, se extiende desde Punta Peñas a Punta de Playa; y, al incluir la línea de costa de Territorio Esequibo, esta fachada llega hasta la desembocadura del río Esequibo en el océano Atlántico con 1.220 km de longitud. 770 km corresponden al espacio del Lago de Maracaibo. En su región insular, Venezuela tiene más de 311 islas, islotes y cayos, que junto al estado Nueva Esparta (Islas de Margarita, Coche y Cubagua) conforman la fachada insular del país con líneas de costa de aproximadamente 1.413 km (RBV–MINAMB, 2010; Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2011).

El espacio acuático comprende más de 500.000 km^2 distribuidos entre el Mar Caribe y el océano Atlántico (27,2 % de la superficie total del Mar Caribe). El mar Caribe representa un eje de comunicación de importancia mundial, en sus costas existen asentamientos urbanos de 25 estados independientes y 13 territorios afiliados, posee muchas de las zonas turísticas y de esparcimiento más acogedoras en el mundo debido a su clima tropical y posee, además, algunos de los ecosistemas coralinos más importantes del planeta (Méndez, 2007). El relieve de las costas venezolanas incluye altas costas rocosas interrumpidas por pequeñas bahías y playas, llanuras costeras planas de origen sedimentario, deltas con extensas áreas de inundación, playas de arena, lagunas costeras, acantilados, islas de coral y manglares. Sólo 385 km, o el 13 % de la costa total, están altamente desarrollados como centros urbanos, áreas industriales y puertos (Arismendi y Volonté, 1992).

El conocimiento actual sobre los impactos observados del cambio climático en entornos naturales y humanos basados principalmente en conjuntos de datos que cubren el Período a partir de 1970 y con niveles de confianza muy altos, dan cuenta de múltiples riesgos en los sistemas costeros y zonas bajas. Estos riesgos incluyen entre otros, la subida del nivel del mar y el aumento de la temperatura de la superficie marina. Los impactos potenciales generales de estos dos grandes riesgos incluyen cambios en la estructura de los ecosistemas marinos y costeros, en la distribución y fenología de las especies, en el rendimiento de la producción pesquera, en el desplazamiento de la población y en afectación de las ciudades costeras y de su infraestructura de servicios y producción (IPCC, 2022).

El aumento de la temperatura de la superficie marina ocasiona impactos potenciales directos como el deshielo de los casquetes polares y el aumento del nivel del mar, desequilibrios en el funcionamiento de los ecosistemas marino-costeros, particularmente al plancton y los peces que viven en las capas más superficiales de los océanos, migración de especies hacia corrientes más frías y decoloración y muerte de los arrecifes coralinos (IPCC, 2022). En cuanto al aumento del nivel del mar y sus impactos potenciales directos, se prevé que afecte negativamente a los humedales costeros, incluidos marismas de agua salada y manglares, principalmente donde existe contención del lado que da a la tierra o privación de sedimentos y en el aumento en la frecuencia de decoloración de corales y la extensión de su mortalidad. Se prevé igualmente que, millones de personas se vean afectadas directamente por inundaciones cada año, a raíz del aumento del nivel del mar para la década de 2080 (IPCC, 2022; IPCC, 2019; MARNR, 1996).

3.3.17.1. Situación actual

En Venezuela, el inicio de las investigaciones sobre cambio climático se remonta al año 1986, en respuesta al interés de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) por tener un reporte sobre potenciales efectos del calentamiento global y el incremento del nivel del mar (INM) en la región del Caribe. El estudio fue realizado a través de una asociación entre la Universidad de Oriente (UDO) y la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, del Departamento de Estado de los EE.UU.). Esta primera investigación buscó indagar los siguientes aspectos: temperatura de la superficie del mar (TSM), INM (hasta 20 cm), cambios a gran escala en variables como temperatura del aire, precipitación, evaporación, velocidad del viento y frecuencia de tormentas, con sus implicaciones, especialmente en zonas costeras (Aparicio, 1990).

En el año 1992, Arismendi y Volonté realizaron un estudio sobre el aumento del nivel del mar en la línea de costa de Venezuela. El retroceso de la línea de costa fue estimado, aplicando la regla de Bruun. En áreas bajas, el concepto de pérdida por inundación directa se estimó asumiendo un INM de 1 metro para el año 2100, utilizando la técnica de "video mapping". Los resultados indicaron que un aumento de 1 metro en el nivel del mar podría provocar la pérdida de casi 6.000 kilómetros de tierra a lo largo de la costa venezolana. Los autores citan que, el efecto más grave sería la posible inundación de las planicies y deltas costeros sedimentarios y bajos de Venezuela, incluido el delta del Orinoco. La creciente erosión también podría ser muy costosa para la infraestructura petrolera de

Venezuela a lo largo de la costa y para las diversas áreas urbanas, que son particularmente vulnerables. Igualmente, los ecosistemas sensibles relacionados con la industria pesquera, como los manglares y los arrecifes de coral, podrían verse gravemente degradados.

En el año 1996, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARNR, 1996), empleó la información generada por Arismendi y Volonté (1992), sobre las áreas inundadas y la pérdida de costas por erosión, para incrementos de 0,5 y 1,0 metro sobre el nivel del mar para el año 2100, mejorando la investigación en cuánto a la caracterización física, natural, social y económica de las zonas analizadas. Diversos autores han evaluado el efecto del aumento del nivel del mar en los ecosistemas costeros venezolanos. Olivo y Perdomo (1996), MARNR (1996), Olivo *et al.* (2010), Olivo *et al.* (2012), Villamizar y Cervigon (2017), entre otros han investigado cómo este fenómeno afecta a ecosistemas como manglares, arrecifes de coral y playas arenosas. Asimismo, han analizado el impacto en áreas urbanas y en actividades socioeconómicas tradicionales, como la pesca y la agricultura, que son cruciales para la seguridad alimentaria y las economías de las poblaciones rurales costeras del país.

El Reporte Especial del IPCC del 2019 sobre los océanos y la criosfera, advierte que el aumento del nivel mar "no es uniforme a nivel mundial y varía a nivel regional". Por su parte, Maitland *et al.* (2024), sostienen que el aumento actual del nivel del mar en el Caribe es de 3,40 ± 0,3 mm/año (1993-2019), que es similar al aumento de 3,25 ± 0,4 mm/año del nivel medio mundial del mar (1993-2018). Según estos autores, el nivel del mar de la región del Caribe revela un cambio a fines de 2003 y principios de 2004, que separa dos períodos distintos de aumento del nivel del mar. La expansión térmica domina la tendencia del nivel del mar entre 1993 y 2003.

Después de este período, se observa una tendencia creciente en el aumento del nivel del mar, con un predominio de los cambios de masa entre 2004 y 2019, como lo confirman los datos de GRACE[55]. Durante este período, la tendencia del nivel del mar es de 6,15 ± 0,5 mm/año, lo que es un 67 % más rápido que las estimaciones más recientes del aumento medio del nivel del mar a nivel mundial, proporcionadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (3,69 ± 0,5 mm/año para el período 2006-2018).

Para Venezuela, Almeida en los años 1990 y 1992 recopiló toda la información de mareógrafos existente hasta la fecha, estimando las funciones de regresión lineal para cinco estaciones mareográficas evaluadas (Naveda, 2011). Los resultados indican un aumento progresivo del nivel del mar de 1,4 mm promedio anuales (Amuay: 0,9 mm/año; La Guaira: 2,2 mm/año; Cumaná: 2,0 mm/año; Carúpano: -2,1 mm/año y Maracaibo: 3,8 mm/año). Villamizar (2020) indicó un aumento progresivo del nivel del mar de 3 mm/año en la costa del Humedal Hueque para el Período 1962-1985.

En la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático (CNCC) de Venezuela en el año 2005 (MARN, 2005), los incrementos del nivel del mar fueron obtenidos de simulaciones con el modelo MAGICC/SCENGEN, bajo el escenario de emisión de gases de efecto invernadero SRESA2 y sensitividad climática media. Los valores de INM para los años 2015, 2040, 2060 y 2090 fueron de 6,26; 16,10; 28,01 y 51,74 cm, respectivamente. Dado que la metodología del estudio no permitía determinar alturas en las cotas sobre las playas menores a 0,5 metros, se aceptó que la mejor precisión medible era de 0,5 metros, aunque este incremento según el modelo se alcanzaría en el año 2090. Se evaluaron 5 zonas que incluyeron la Costa oriental del estado Falcón, Cabo Codera-Parque Nacional Laguna de Tacarigua, la conurbación Barcelona - Puerto La Cruz - Guanta y la Isla de Margarita. Los resultados en estas zonas estudiadas indicaron un total de área inundada de 3.184,33 ha.

En la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (MINEA, 2017), se presentaron mapas de áreas bajo el nivel del mar, considerando el valor de 0,517 m obtenido con el modelo MAGICC/SCENGEN para el año 2090. Asimismo, se presentaron mapas de amenazas naturales por inundación en las zonas costeras, con base en mapas topográficos, de torrencialidad de las lluvias y de isolíneas de escurrimiento. Se presentaron los porcentajes estimados de inundaciones, incluyendo "penetración del mar" de los eventos de lluvia extrema del año 2010 para las regiones norte y sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia; la costa occidental y Península de Paraguaná, estado Falcón; estado Miranda y estado Anzoátegui.

Además de ello, también se evaluó en la Segunda Comunicación de Cambio Climático, el efecto potencial del cambio climático sobre los principales recursos pesqueros ícticos de Venezuela, limitando la evaluación a la región nororiental venezolana. Se calculó la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para dos especies: *Sardinella aurita* (sardina, pesquería artesanal) y *Thunnus albacares* (atún aleta amarilla, pesquería industrial de palangre) como un indicativo estimado de la posible abundancia de un recurso pesquero. Los resultados, aun cuando están sujetos a un alto grado de incertidumbre; representan un primer paso en la visualización de riesgos potenciales asociados al recurso pesquero.

3.3.18.2. Situación futura

A continuación, se analiza el impacto potencial del incremento del nivel del mar para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 en tres Períodos temporales (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080), considerando directamente las proyecciones del IPCC-AR6 (sexto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). Como indicador de esta amenaza, se cuantifica la pérdida de superficie y afectación para los estados costeros; se analizan las ciudades de Tucacas, Chichiriviche, Carenero-Higuerote, la conurbación Lecherías - Barcelona - Pto. La Cruz y Cumaná y los sitios RAMSAR de Venezuela. La evaluación del impacto del cambio climático en la temperatura de la superficie del mar (TSM) se basó en las proyecciones de dos modelos: IPCC-AR6, HadGEM3-GC31-LL y Miroc 6, considerando los escenarios climáticos SSP2-4.5 y SSP5-8.5 en tres Períodos temporales (2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080).

Metodología

Área de estudio

La zona costera de Venezuela (para el año 2010) ocupa 143.587 km^2, 58.507 km^2 en su franja terrestre y 85.080 km^2 en su espacio acuático y constituye el 10 % del territorio nacional (RBV - MINAMB, 2010), (Figura 3.220). Dentro de ella, se emplazan aproximadamente 4,2 millones de habitantes, representando el 18,20 % del total de la población a nivel nacional.

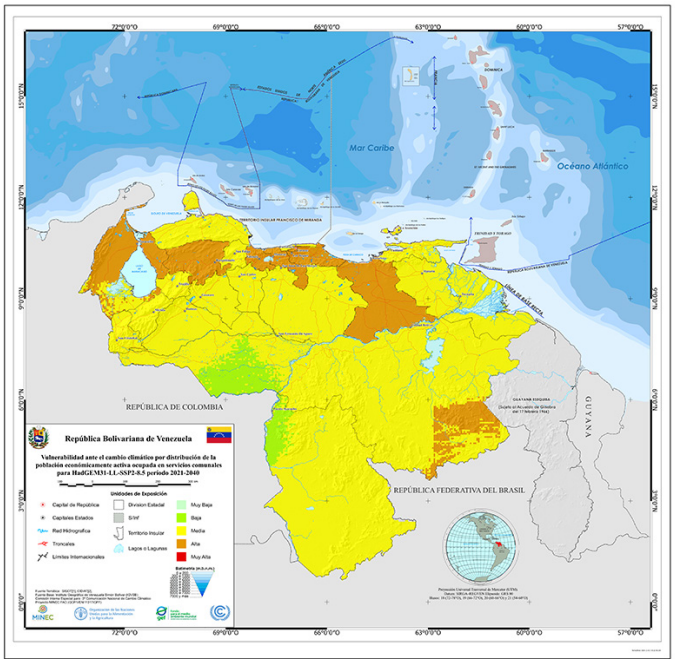


Figura 3.220: Zona costera oficial de Venezuela

Información básica topográfica

Dada la necesaria precisión topográfica del terreno, se utilizó DeltaDTM (Figura 3.221), un modelo digital de terreno costero, global, disponible en el dominio público, con una resolución espacial horizontal de 1 segundo de arco (~30 m) y un error absoluto medio vertical de 0,45 m en general (Pronk *et al.* 2024).

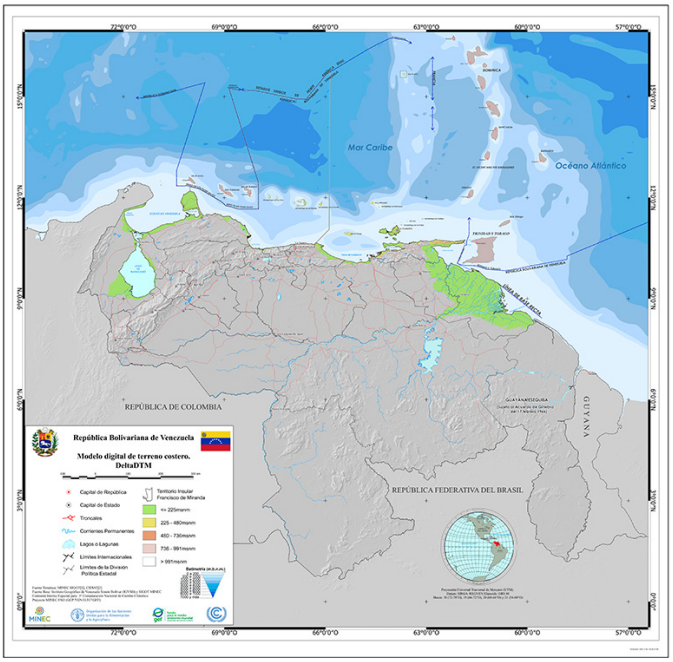


Figura 3.221: Modelo digital de terreno costero. DeltaDTM

Incremento del nivel del mar (INM)

Para determinar el impacto del cambio climático sobre el nivel del mar, se consideraron directamente las proyecciones del IPCC-AR6 (sexto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) sobre esta variable, puesto que su valor depende de múltiples factores y mecanismos que dificultan su estimación: las capas de hielo antártica y de Groenlandia, los glaciares, el almacenamiento de agua terrestre, la dinámica oceánica por expansión térmica y el movimiento terrestre vertical (Fox-Kemper *et al.*, 2021); estos datos son públicos y de descarga libre (Garner *et al.*, 2021; IPCC- NASA, 2024).

Las proyecciones IPCC-AR6 sobre los cambios del nivel del mar debido al cambio climático, se refieren a un ensamble de resultados producidos por un conjunto de modelos climáticos CMIP6 y sus múltiples ejecuciones o corridas, presentados en forma probabilística mediante 107 cuantiles de 0 a 1, con incrementos de 0,01 y otros cuantiles especiales de uso común como 0,995, 0,999, etc., para cada 10 años del período 2020 – 2150, teniendo

como línea base o referencia el Período 1995-2014 (Garner *et al.*, 2021). Los datos utilizados corresponden a proyecciones regionales de confianza media ("regional median confidence"), es decir, aquellas realizadas sobre la base de procesos y evidencias de mediana confianza y que tienen un mediano acuerdo científico (Fox-Kemper *et al.*, 2021), además de incluir información de mareógrafos para darle la particularidad regional (Garner *et al.*, 2021).

Con la información anterior, se establecieron sobre un sector de la franja acuática de la costa centro occidental de Venezuela, las curvas percentiles de las proyecciones del cambio en el nivel del mar para los dos escenarios climáticos considerados en el estudio (SSP2-4.5 y SSP5-8.5). A partir de este resultado y considerando las ventajas de manejar un volumen menos denso de información, se simplificó el estudio a menos percentiles. Para ello, se utilizó la herramienta de la NASA para la visualización y descarga de una versión resumida de solo 5 percentiles del conjunto de datos original (IPCC-NASA, 2024). Se trata de los percentiles que definen una zona probabilística de mediana confianza (valores más probables): 5 %, 17 %, 50 %, 83 % y 95 %.

Adicionalmente, a objeto de determinar la distribución espacial de las proyecciones del cambio en el nivel del mar, se elaboraron scripts para la descarga de imágenes ráster sobre esta información disponible en Google Earth Engine (GEE)[56], con resolución de 1°. Se descargaron 80 capas correspondientes a 8 años (2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080 y 2090, dos escenarios climáticos (SSR2-4.5 y SSR5-8.5) y los 5 percentiles ya señalados. A partir de esta información, aplicando estadística zonal con un SIG, se determinó un valor medio del INM para la franja acuática de Venezuela, para cada año y escenario climático. La ausencia total o parcial de esta información para la costa del Lago de Maracaibo no permiten realizar proyecciones del incremento del nivel en esta zona, variable sobre la cual, inciden múltiples factores climatológicos e hidrogeomorfológicos que no son analizados en este estudio (p.e., patrón de drenaje dicotómico y altos aportes de sedimentos de los ríos conjuntamente con la dinámica particular de las corrientes del Lago pueden en algunas zonas causar un proceso de agradación en zonas específicas de la costa).

Se evaluó el impacto que tendría el aumento del nivel del mar sobre la inundación de la zona costera, mediante la reclasificación del DeltaDTM, asumiendo que quedaría bajo inundación la superficie por encima del nivel del mar hasta la cota igual al valor INM. Como indicador de esta amenaza se cuantifica la pérdida de superficie y afectación para los estados costeros; se analizan las ciudades de Tucacas, Chichiriviche, Carenero-Higuerote, la conurbación Lecherías - Barcelona – Puerto La Cruz y Cumaná y los sitios RAMSAR de Venezuela.

Temperatura de la superficie del mar (TSM)

La evaluación del impacto del cambio climático en la temperatura de la superficie del mar (TSM) se basó en las proyecciones de dos modelos IPCC-AR6, HadGEM3-GC31-LL y Miroc 6, considerando los escenarios climáticos SSP2-4.5 y SSP5-8.5 y tres Períodos de tiempo: 2021-2040 (cercano), 2041-2060 (intermedio) y 2061-2080 (lejano). La temperatura del Período futuro será igual a una temperatura base local, en la franja acuática de la zona costera venezolana, sumado a la anomalía proyectada por los modelos climáticos. Así, para un determinado Período de tiempo, por ejemplo 2021-2040, la temperatura del mar se determinó como:

$$[TSM_{zona.costa}]^{Miroc6}_{2021-2040} = [TSM_{zona.costa}]^{LB}_{2001-2020} + [anom_{TMS}]^{Miroc6}_{2021-2040} \quad (E3.4)$$

$$[TSM_{zona.costa}]^{HadGEM3-GC31-LL}_{2021-2040} = [TSM_{zona.costa}]^{LB}_{2001-2020} + [anom_{TMS}]^{HadGEM3-GC31-LL}_{2021-2040} \quad (E3.5)$$

Con el fin de disponer de una línea base (LB) sobre la temperatura de la superficie del mar (TSM) para la zona marítima venezolana, se seleccionó el conjunto de datos globales de descarga libre MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012, dentro del almacén de datos del mar Copernicus[57]. Se trata de un conjunto de datos globales sobre diferentes variables oceánicas, incluyendo la TSM, cuya fuente son observaciones in situ y observaciones satelitales, de escala espacial 0.25 ° × 0.25 °, para el Período 31 dic 1992 al 2 jul 2024, y resolución temporal mensual. De allí, que el Período de línea base (LB) seleccionado para el estudio fue 2001-2020. El promedio LB (2001-2020) se estimó del archivo multidimensional NetCDF (240 bandas de tiempo, una por mes) usando expresiones algebraicas en un calculador ráster de un SIG. Las series de tiempo sobre las proyecciones de la TSM de los modelos HadGEM3-GC31-LL y Miroc 6 (IPCC-AR6) se obtuvieron del almacén de datos climáticos de Copernicus[58]. Las anomalías se determinaron por diferencia entre los valores simulados de un Período futuro y los valores simulados para el Período histórico. Para el Período 2021-2040, por ejemplo, la anomalía se estimó con las ecuaciones 3.6 y 3.7.

Los datos descargados vienen en formato NetCDF como series de tiempo mensuales. Los promedios de la TMS para cada Período de tiempo futuro, y para el Período histórico, se calcularon usando algebra de

$$[anom_{TMS}]^{Miroc6}_{2021-2040} = TSM^{Miroc6}_{2021-2040} - TSM^{Miroc6}_{2001-2020} \quad (E3.6)$$

$$[anom_{TMS}]^{HadGEM3-GC31-LL}_{2021-2040} = TSM^{HadGEM3-GC31-LL}_{2021-2040} - TSM^{HadGEM3-GC31-LL}_{2001-2020} \quad (E3.7)$$

mapas ráster en SIG. Al igual que el INM, la ausencia total o parcial de información sobre TSM para la costa del Lago de Maracaibo no permite realizar proyecciones sobre esta variable en esta zona. Superponiendo la capa vectorial de la franja acuática nacional a los diferentes ráster obtenidos, se determinó la estadística zonal (media, mediana, valor mínimo y máximo) sobre la TSM, diferenciándose los resultados en cuatro tramos o sectores de costa de la franja acuática nacional, en concordancia con los territorios marítimos occidental, central, nor-oriental y suroriental. Los tres primeros en la fachada del Mar Caribe y el último en la fachada del océano Atlántico; además se presentan resultados para la región insular (Figura 3.222).

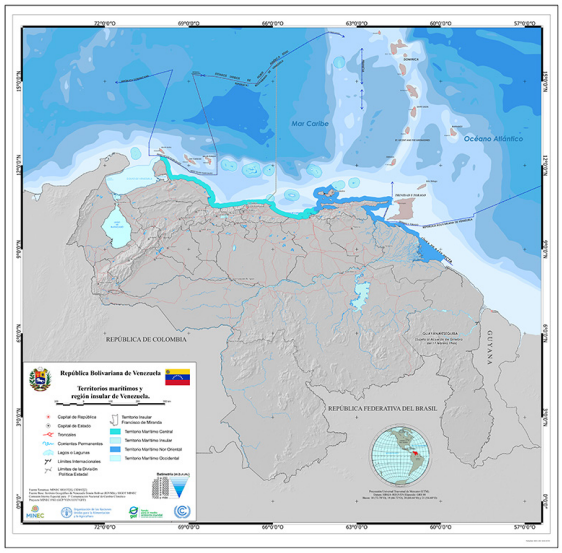


Figura 3.222: Territorios marítimos y región insular de Venezuela

Resultados

Incremento del nivel del mar (INM)

Existen diferencias moderadas en las magnitudes proyectadas por el IPCC-AR6 a nivel global y para la región costera venezolana, lo cual ha sido una razón de peso para estimar las zonas inundadas por el aumento del nivel del mar a partir de las proyecciones regionales y no el valor más inmediato y disponible como es la proyección global. En la Figura 3.223, por ejemplo, se muestra el año 2100, donde se aprecia que mientras a escala global se esperan incrementos de 0,77 m y 0,56 m, para el percentil 50 % y los escenarios climáticos HadGEM31-LL-SSP5-8.5 y HadGEM31-LL-SSP2-4.5, respectivamente, el incremento es notablemente mayor con la proyección regional. Así, en la zona costera acuática enmarcada por las celdas N11W68 y N11W67 (representativas cada una de más de 100 km de la línea costera entre Puerto Cabello y Puerto La Guaira), los incrementos proyectados del nivel del mar fueron 0,83 m (0,84 m) y 0,63 m para HadGEM31-LL-SSP5-8.5 y HadGEM31-LL-SSP2-4.5, respectivamente, es decir diferencias entre 8 % y 13 % en comparación a la proyección global.

Referido a un segmento de la costa centro occidental de Venezuela, en la Figura 3.224, se presenta el ensamble de proyecciones regionales del IPCC-AR6 sobre los cambios en el nivel del mar correspondientes a la celda N11W68. Puede observarse la marcada incertidumbre hacia el futuro: el intervalo de proyecciones es más estrecho en 2020, ampliándose marcadamente hacia 2100, siendo la franja central más oscura (correspondiente al intervalo cuantil entre 0,17 y 0,83) la que menos se expande y en consecuencia, se considera el intervalo más probable del ensamble de proyecciones, o zona probabilística de mediana confianza.

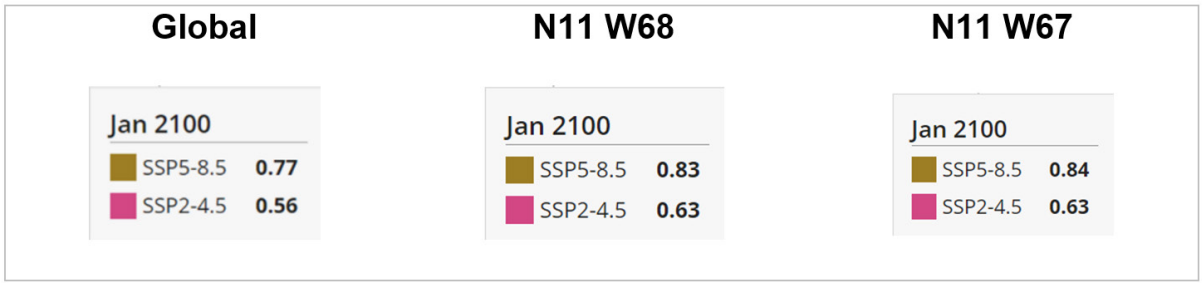


Figura 3.223: Elevación del nivel del mar global y regional para el año 2100 (percentil 50 %), considerando como línea base 1995-2014

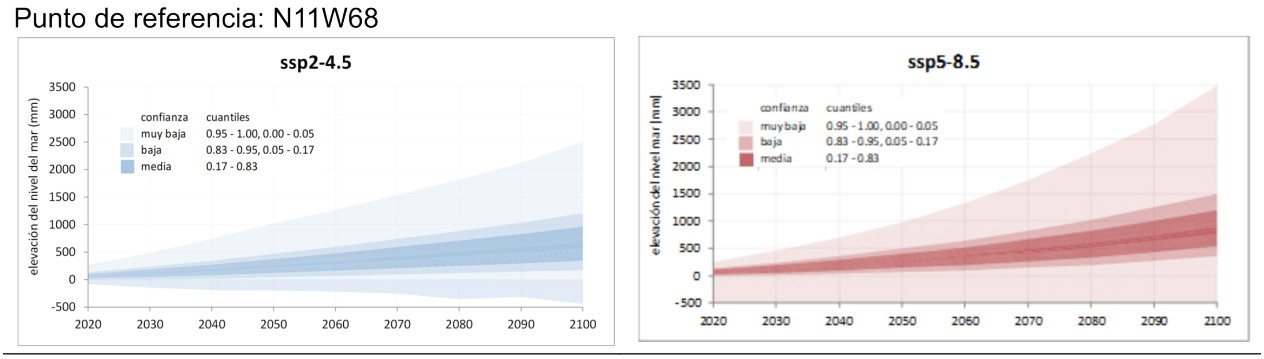


Figura 3.224: Proyecciones regionales IPCC-AR6 del cambio de nivel del mar sobre un sector de la franja acuática de la costa venezolana (N11W68)

Una primera mirada a la figura indica que, para ese sector de la costa venezolana, las proyecciones del incremento del nivel del mar para el año 2100 alcanzan una mediana (cuantil 0,5) de 626 mm y 834 mm, según los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, respectivamente. De igual manera, se observan valores topes del aumento del nivel del mar (cuantil igual a 1, de prácticamente nula confianza probabilística), iguales a 2.396 mm y 3.486 mm, para los dos escenarios climáticos y mismo año, demostrando la amplia zona de posibilidades. Una versión reducida a solo 5 percentiles de la zona de confianza media (5, 17, 50, 83, 95), para la misma zona geográfica (N11W68), disponible de manera sencilla mediante la herramienta NASA[59], se muestra en la Figura 3.225, los datos también se refieren a una celda de una malla ráster de un grado de resolución, la distribución espacial de los cambios del nivel del mar, de acuerdo con las proyecciones regionales IPCC-AR6 se obtuvieron del conjunto de datos "PCC AR6 Sea Level Projections Regional (Medium Confidence)" disponible en Google Earth Engine (GEE). Se descargaron 80 ráster, cubriendo el Período 2020-2090, los dos escenarios climáticos y los cinco percentiles ya señalados, una capa para cada combinación de modelo climático, percentil y año. En la Figura 3.225 se ilustra el caso del percentil 95 %.

Sobreponiendo la capa vectorial de la franja acuática costera nacional representada en la Figura 3.222 a las capas ráster anteriores, se obtuvieron los estadísticos zonales (Tabla 3.77), sobre el aumento del nivel mar en la zona costera del país; en las Figuras 3.226 y 227, se presenta una representación gráfica de tales resultados.

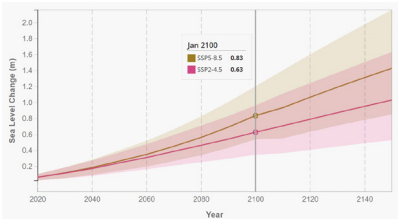
"NASA tools"	Escenario	perc	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
	ssp245	5	- 0,003	0,003	0,016	0,043	0,066	0,093	0,12	0,147	0,171
		17	0,023	0,048	0,078	0,121	0,162	0,207	0,251	0,293	0,345
		50	0,061	0,114	0,171	0,242	0,309	0,386	0,462	0,54	0,626
		83	0,102	0,185	0,272	0,373	0,476	0,592	0,709	0,828	0,962
		95	0,131	0,235	0,344	0,468	0,595	0,738	0,884	1,032	1,206
	ssp585	5	- 0,004	0,007	0,031	0,066	0,1	0,149	0,198	0,273	0,364
		17	0,022	0,052	0,092	0,144	0,195	0,265	0,338	0,43	0,537
		50	0,061	0,117	0,184	0,265	0,348	0,449	0,56	0,69	0,834
		83	0,102	0,186	0,284	0,399	0,519	0,663	0,824	1,005	1,202
		95	0,131	0,236	0,357	0,498	0,645	0,822	1,023	1,252	1,496

Figura 3.225: Proyecciones regionales IPCC-AR6, versión simplificada a 5 percentiles, usando la herramienta NASA de visualización y descarga. Celda N11W68

Tabla 3.77: Incrementos del nivel del mar para percentiles 5, 17, 50, 83 y 95 %. Período 2020-2090. Escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5

	Año	Percentil	INM (mm)				
			Media	Mediana	Des.	Min.	Máx.
Escenario SSP2-4.5	2020	p05	6,8	-3	14,6	-7	29
		p17	30,1	23	10,3	19	46
		p50	64,2	63	4,3	57	72
		p83	100,3	100	3,3	90	106
		p95	126,4	128	6,6	111	135
	2030	p05	20,2	3	23,8	-3	56
		p17	60,2	49	17,1	41	87
		p50	118,9	116	7,4	108	132
		p83	182,4	182	5,5	165	193
		p95	227,8	230	10,4	203	241
	2040	p05	38,6	16	33,0	5	88
		p17	93,9	78	23,8	68	131
		p50	176,6	172	9,9	160	194
		p83	268,0	269	7,3	244	282
		p95	334,9	339	13,0	301	354
	2050	p05	74,8	43	44,6	30	141
		p17	142,9	122	31,4	108	192
		p50	248,9	244	13,2	228	272
		p83	367,7	368	9,4	337	389
		p95	455,2	462	17,0	411	484
	2060	p05	106,6	67	55,9	51	190
		p17	188,9	163	38,7	146	249
		p50	318,1	311	16,0	292	346
		p83	468,3	470	11,7	430	495
		p95	579,6	589	20,4	527	614
	2070	p05	141,2	94	65,6	76	239
		p17	239,0	209	44,8	189	309
		p50	396,3	388	18,3	367	429
		p83	583,3	587	13,7	539	615
		p95	721,1	732	23,1	661	761
	2080	p05	174,4	122	73,9	100	285
		p17	288,4	253	51,9	231	369
		p50	473,9	464	20,4	440	510
		p83	699,3	703	15,7	648	737
		p95	865,9	878	25,3	797	913
	2090	p05	206,8	148	82,2	124	330
		p17	335,1	295	59,1	270	427
		p50	552,6	541	23,0	515	594
		p83	817,3	821	16,6	761	860
		p95	1.013,8	1.026	25,8	939	1.067

	Año	Percentil	INM (mm)				
			Media	Mediana	Des.	Min.	Máx.
Escenario SSP5-8.5	2020	p05	6,1	-4	14,7	-8	28
		p17	29,5	22	10,8	18	46
		p50	63,7	62	4,7	56	72
		p83	99,8	100	3,2	90	106
		p95	126,8	128	6,5	111	136
	2030	p05	25,1	7	25,2	0	63
		p17	63,5	52	17,9	44	91
		p50	121,0	118	7,5	108	134
		p83	183,2	183	5,4	166	194
		p95	228,7	232	10,8	203	244
	2040	p05	55,4	31	34,8	21	107
		p17	108,8	92	24,5	82	147
		p50	189,7	186	10,5	173	208
		p83	279,9	281	7,1	256	296
		p95	347,5	351	13,3	312	369
	2050	p05	98,2	67	44,8	54	165
		p17	167,0	145	32,3	132	217
		p50	273,1	266	14,3	250	298
		p83	394,1	397	8,7	364	416
		p95	486,0	491	16,0	442	516
	2060	p05	140,3	101	55,6	85	223
		p17	223,6	196	40,5	179	286
		p50	356,9	349	16,8	330	386
		p83	513,5	516	10,5	476	541
		p95	632,2	638	17,9	581	667
	2070	p05	196,8	151	65,5	131	294
		p17	297,5	266	46,7	245	370
		p50	459,6	451	19,9	428	494
		p83	656,5	661	12,1	614	689
		p95	808,7	814	19,0	753	850
	2080	p05	254,2	202	74,8	179	366
		p17	375,2	340	52,7	316	457
		p50	572,3	562	22,7	536	612
		p83	817,4	821	13,5	770	855
		p95	1.008,5	1.015	20,2	945	1.056
	2090	p05	336,2	278	84,5	251	463
		p17	471,8	434	58,4	406	563
		p50	704,4	694	25,0	664	748
		p83	998,9	1.000	14,3	947	1.039
		p95	1.236,0	1.243	22,5	1.164	1.286

Los valores obtenidos indican para la franja acuática de la zona costera venezolana, considerando el percentil 50 %, un incremento del nivel del mar para 2050 entre 25 cm y 27 cm dependiendo del escenario climático; para 2090 alcanzaría el intervalo entre 55 cm y 70 cm. Valores en referencia a la línea base IPCC-AR6, 1995-2014.

Al considerar el percentil 95 %, los valores aumentan notablemente: un incremento del nivel del mar para 2050 entre 46 cm y 49 cm dependiendo del escenario climático; para 2090 alcanzaría el intervalo entre 1,0 m y 1,2 cm. Para lograr una adecuada demarcación de las áreas que quedarían afectadas por el INM, se realizaron operaciones espaciales del DeltaDTM, utilizando un programa SIG de dominio público y los valores del percentil 95 %. Esto permite una representación espacial de diversos escenarios, reflejando las amenazas futuras

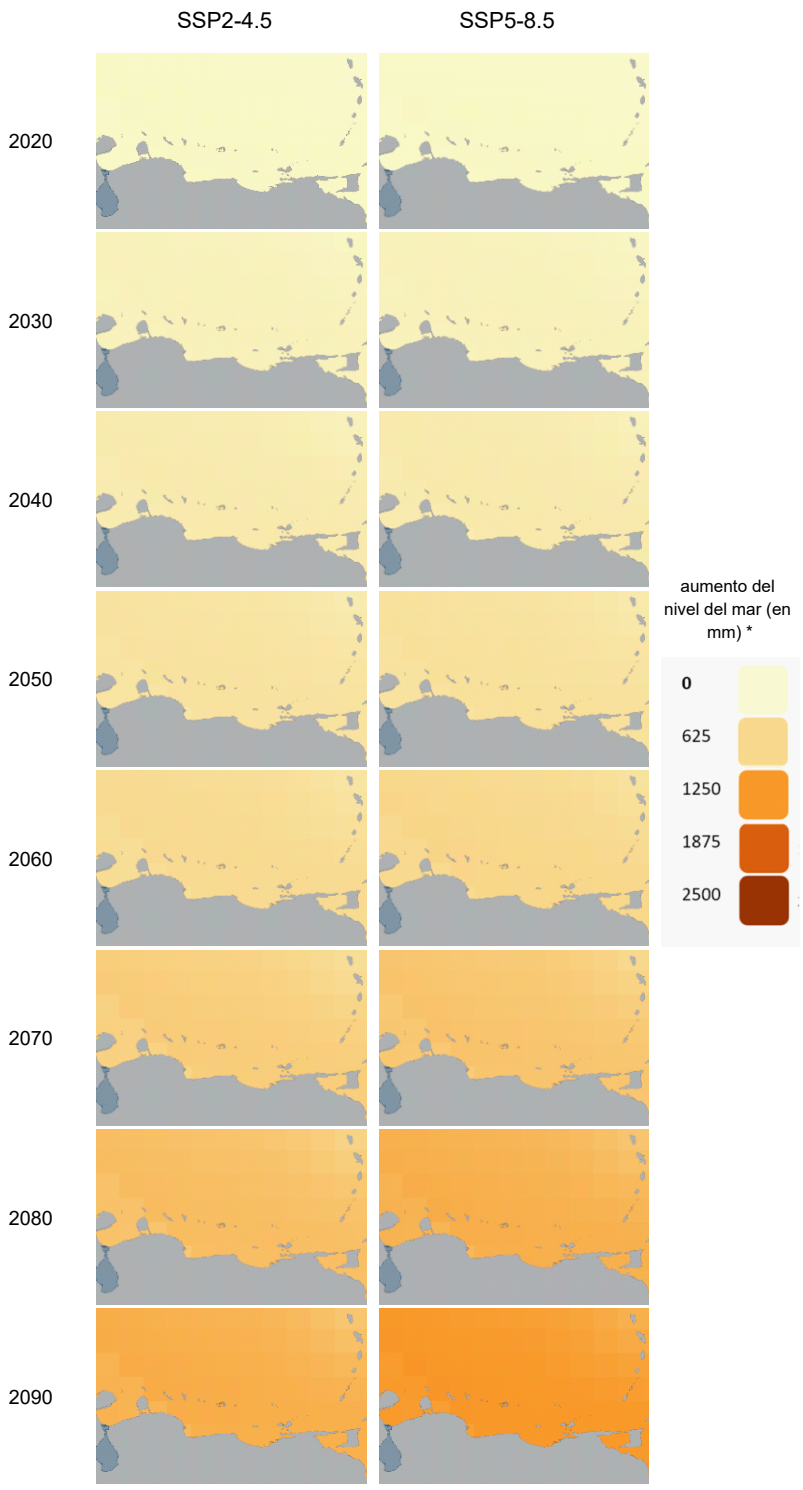


Figura 3.226: Distribución espacial de los cambios en el nivel del mar, según IPCC-AR6: percentil 95 %

Nota: *Correspondiente a nivel global
Fuente: GEE (2020)[64]

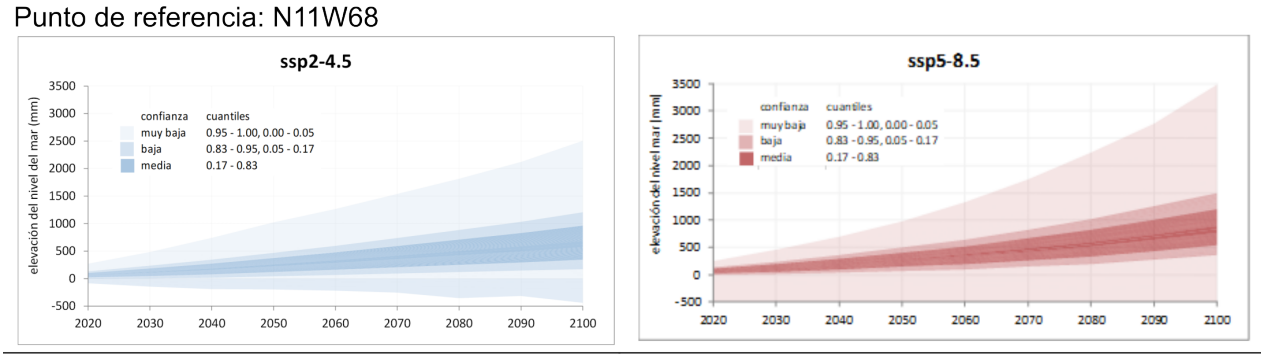


Figura 3.227: Elevaciones medias del nivel del mar para la zona costera de Venezuela, de acuerdo con las proyecciones IPCC-AR6
Fuente de datos: igual a la Figura 3.226

relacionadas con el INM. Sin embargo, la precisión de estos resultados se refiere únicamente a un criterio de topografía detallada de la costa venezolana y no incluye la evaluación de riesgos relacionados con inundaciones extremas, simulaciones físicas de tormentas e inundaciones, ni considera factores como la erosión, cambios futuros en la frecuencia o intensidad de las tormentas, inundaciones tierra adentro o contribuciones de lluvias o ríos.

INM para la zona costera a nivel nacional

De manera general, considerando la totalidad de la franja terrestre de la zona costera venezolana y los valores del percentil 95 %, se muestran los resultados obtenidos para los años 2030, 2050 y 2070 para ambos escenarios (Figura 3.228). Los valores de superficie afectadas por el INM oscilan entre 23.326,94 ha (SSP2-4.5, año 2030) hasta 409.649,87 ha (SSP5-8.5, año 2070). La Figura 3.229 muestra, como ejemplo, superficies que quedarían bajo el mar en algunas regiones del occidente, centro y oriente de la zona costera para el escenario SSP5-8.5 año 2070, correspondiente a un INM de 80,87 centímetros.

Los resultados de un análisis más detallado de la zona costera para cada estado se presentan en la Tabla 3.78. Para ello, y por su dinámica particular, se omitió la superficie de la franja terrestre del Estado Zulia en la costa del Lago de Maracaibo y los valores están referidos exclusivamente para las costas del Golfo de Venezuela. La Figura 3.230 muestra de manera gráfica el efecto del INM para cada escenario, se utilizó una escala numérica particular para Delta Amacuro dada la magnitud de superficie afectada para este estado. Por ejemplo, para el escenario SSP5-8.5 año 2070 el intervalo de valores

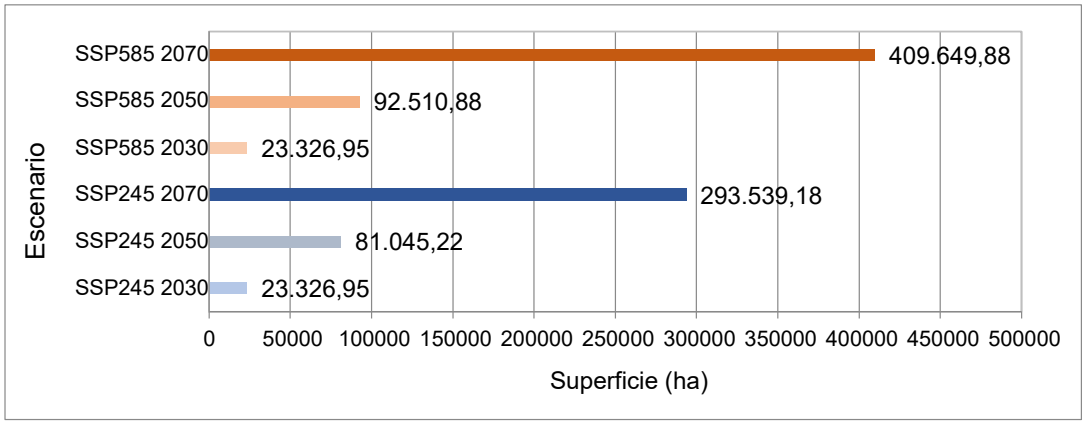


Figura 3.228: Superficie afectada por el INM en la zona costera venezolana (Percentil 95 %)

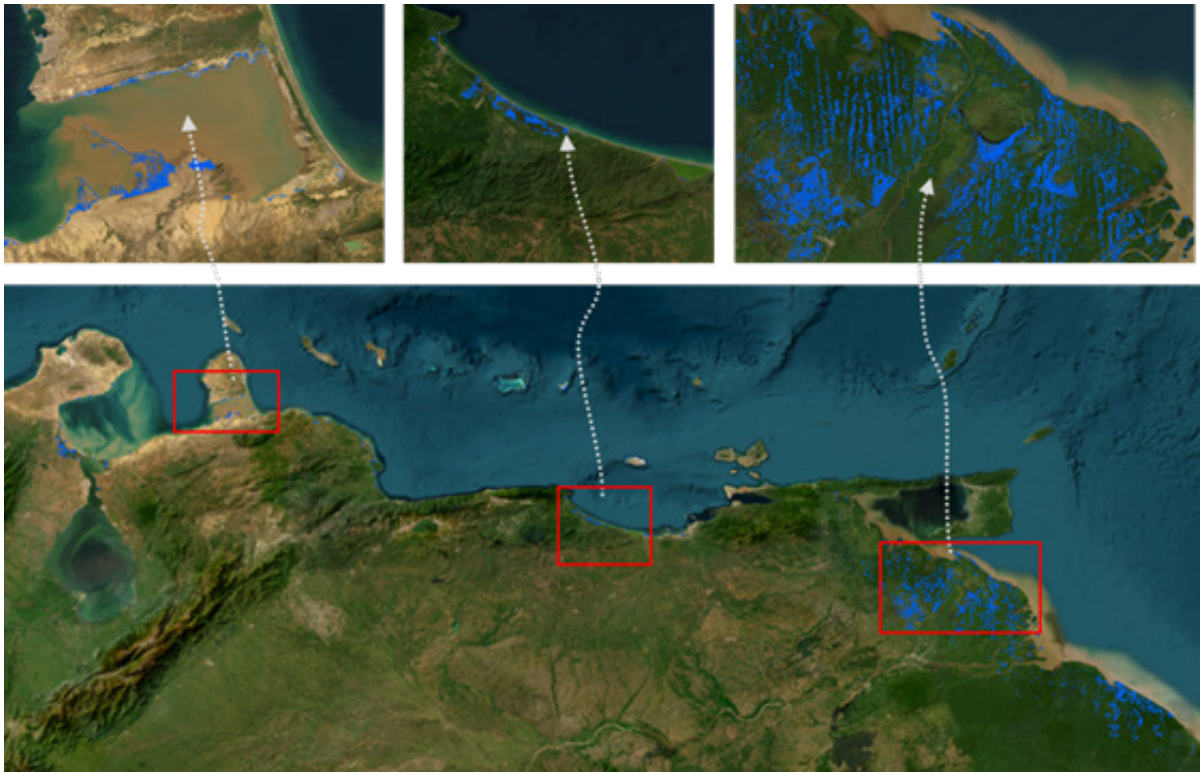


Figura 3.229: Ejemplos de visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM en Venezuela. Escenario SSP5-8.5, año 2070 INM por estados costeros

Tabla 3.78: Superficies inundadas por el INM en los estados costeros de Venezuela

Estado	Escenario					
	SSP2.45 2030	SSP2.45 2050	SSP2.45 2070	SSP5.85 2030	SSP5.85 2050	SSP5.85 2070
	Superficie (ha)					
Anzoátegui	473	1359	2387	473	1455	2661
Aragua	4	10	18	4	9	18
Carabobo	52	200	469	52	219	547
Delta Amacuro	12.584	51.159	226.694	12.584	60.124	325.487
Falcón	6.131	13.680	21.205	6.131	14.333	23.296
Mérida						
Miranda	898	3.182	6.420	898	3.511	7.391
Monagas	216	1.088	9.482	216	1.335	17.510
Nueva Esparta	880	1.714	2.381	880	1.735	2.516
Sucre	442	1.135	2.974	442	1.203	4.344
Trujillo						
La Guaira	1	3	5	1	2	5
Yaracuy	1	24	137	1	28	192
Zulia	1.645	7.492	21.367	1.645	8.556	25.682

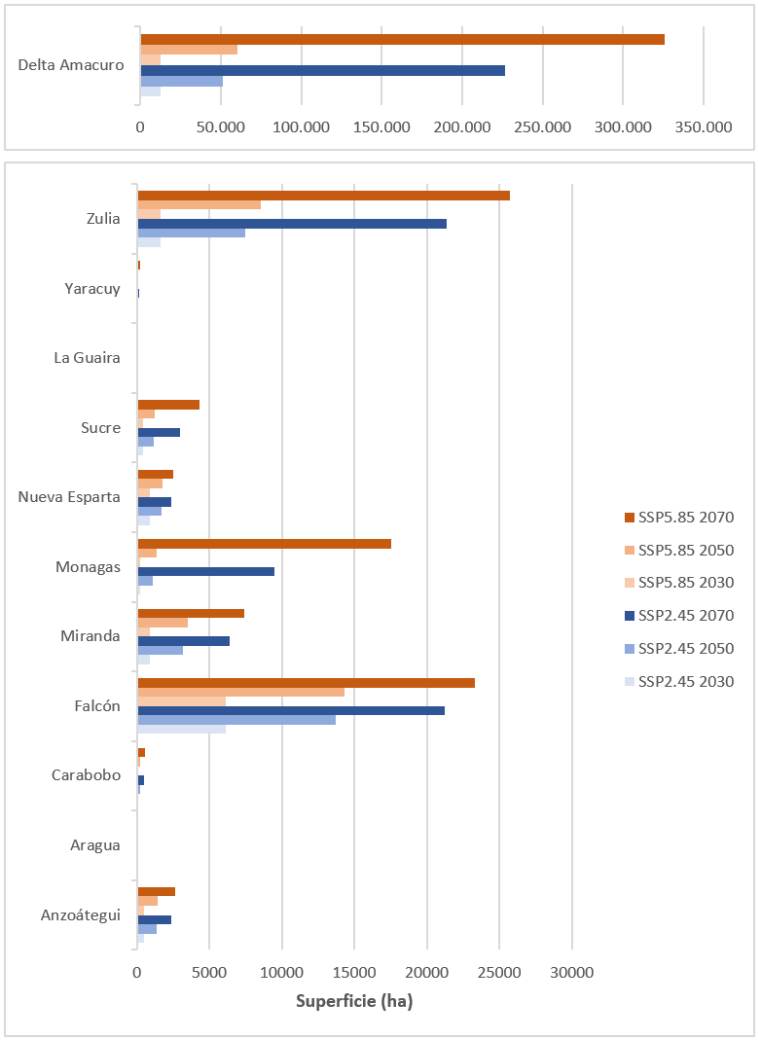


Figura 3.230: Superficie inundada por el INM en estados costeros

oscila desde 5,46 ha en el estado La Guaira hasta 325.487,00 ha, en el estado Delta Amacuro.

INM en ciudades costeras

La Tabla 3.79 presenta los resultados del análisis para algunas ciudades costeras. Los resultados indican superficies inundadas desde 0,99 ha en Chichiriviche (SSP2-4.5 año 2030) hasta 283,88 ha en Cumaná (SSP5-8.5, año 2070). La Figura 3.231 muestra la distribución espacial del INM SSP5-8.5 año 2070 y los porcentajes de superficies inundadas para cada ciudad si se considera el escenario SSP5-8.5 para el año 2070. La ciudad de Tucacas presenta el mayor porcentaje de superficie inundada (37 %). El valor mínimo se observa en la conurbación Lecherías-Barcelona-Puerto La Cruz con 1 %.

INM en sitios RAMSAR

Los resultados del análisis para los sitios RAMSAR se presentan en la Tabla 3.80. La Figura 3.232 muestra la distribución espacial del INM SSP5-8.5 para el año 2070 y los porcentajes de superficies inundadas. Para el sitio RAMSAR Nº 856, Archipiélago de Los Roques, los cálculos están basados en la superficie de los cayos. Los valores extremos se presentan en Ciénaga de Los Olivitos con 40,60 ha (SSP2-4.5 año 2030) hasta 4.763,75 ha en la Laguna de Tacarigua, perdiendo un 52 % de su superficie (SSP5-8.5, año 2070).

Temperatura de la superficie del mar (TSM)

Línea Base

En la Tabla 3.81, se presentan los resultados de temperatura para la línea base (2001-2020). El intervalo de temperaturas medias (promedio espacio temporal

Tabla 3.79: Superficie inundada por el INM en ciudades costeras

Ciudad	Superficie total (ha)	SSP2-4.5			SSP5-8.5		
		Superficie (ha)					
		2030	2050	2070	2030	2050	2070
Higuerote – Carenero	1.313	2	11	35	2	13	45
Tucacas	461	5	35	132	5	42	171
Chichiriviche	334	1	9	46	1	11	65
Lecherías - Barcelona-Pto. La Cruz	9.795	10	35	104	10	38	129
Cumaná	6.863	22	71	219	22	78	284



Tucacas (37 %)



Chichiriviche (19 %)



Carenero-Higuerote (3 %)



Lecherías - Barcelona-Pto. La Cruz-Guanta (1 %)



Cumaná (4 %)

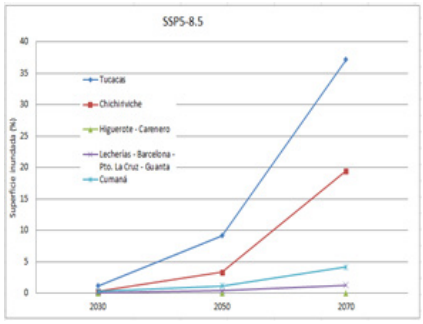


Figura 3.231: Ciudades costeras. Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Año 2070

Tabla 3.80: Superficie inundada por el INM en sitios RAMSAR

N° RAMSAR	Sitio RAMSAR	Superficie total (ha)	SSP2-4.5			SSP5-8.5		
			2030	2050	2070	2030	2050	2070
			Superficie (ha)					
414	Refugio de Fauna Silvestre de Cuare	11.515	571	1.332	1.843	578	1.386	2.113
856	Archipiélago de Los Roques (*)	5.859	261	899	1.418	262	978	1.473
857	Laguna de la Restinga	2.113	351	611	774	351	616	803
858	Laguna de Tacarigua	9.211	499	2.151	4.213	499	2.386	4.764
859	Ciénaga de Los Olivitos	25.493	41	456	2.402	41	558	3.067

(*) Superficie de los cayos

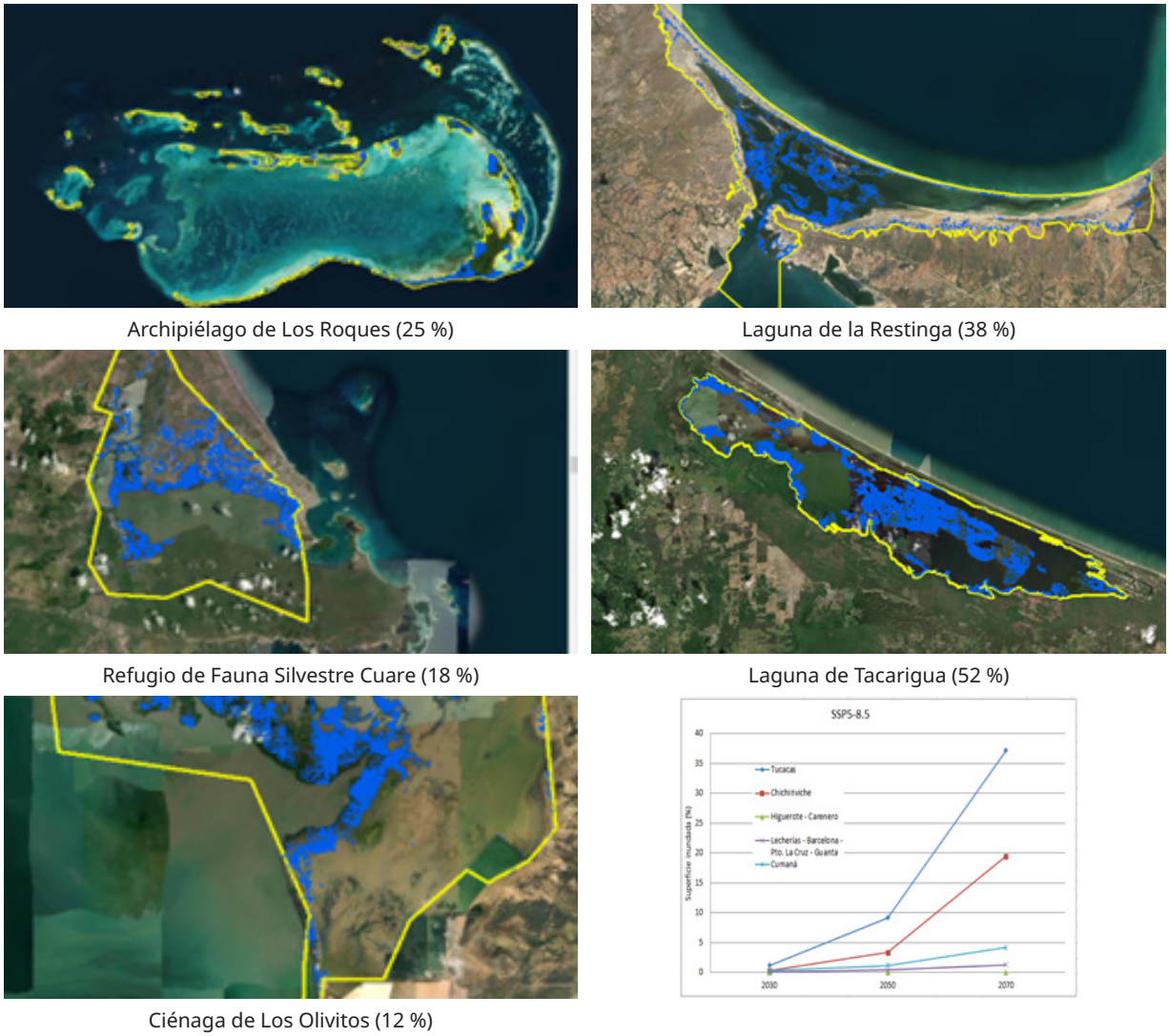


Figura 3.232: Sitios RAMSAR. Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Año 2070

de los distintos territorios marítimos y la región insular) es de 26,4 – 28,1 °C (Figura 3.233). Este valor para el conjunto de celdas de la zona marítima estuvo entre 25,2 °C y 28,3 °C. La temperatura media del mar es ligeramente menor en la zona del Mar Caribe, entre 26,4 °C y 27,7 °C, en comparación con la costa Suroriental (hacia el océano Atlántico) e isla de Aves, 28 °C y 28,1 °C, respectivamente. Solo en algunas celdas de la costa norte (occidental, central y nor-oriental) se produjeron temperaturas, promedio del Período base, por debajo de 26 °C (entre 25,2 °C y 25.8 °C). En la Figura 3.234 (a) se puede apreciar la variación espacio-temporal de la temperatura promedio para la línea base 2001-2020.

Tabla 3.81: Temperatura Línea Base (2001-2020) según el producto MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012

Localidad	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínima	Máxima	Rango
Territorio Marítimo Central	26,8	27,0	0,6	25,2	27,7	2,5
Territorio Marítimo Nor Oriental	26,4	26,3	0,5	25,7	27,4	1,7
Territorio Marítimo Occidental	26,9	26,9	0,8	25,8	28,2	2,4
Territorio Marítimo Sur Oriental	28,0	28,0	0,2	27,6	28,3	0,7
Archipiélago de Las Aves	27,7	27,7	0,0	27,7	27,7	0,1
Archipiélago de Los Roques	27,6	27,6	0,1	27,5	27,7	0,2
Archipiélago Los Testigos	27,5	27,4	0,3	27,0	28,0	1,0
Blanquilla-Hermanos	27,2	27,3	0,2	27,0	27,3	0,3
Isla de Aves	28,1	28,1	0,0	28,1	28,1	0,0
Isla La Orchila	27,4	27,4	0,0	27,4	27,5	0,1
Isla La Tortuga	27,0	27,0	0,0	26,9	27,0	0,1
Islas Los Monjes	26,8	26,8	0,1	26,7	27,0	0,3
Media	27,3					
Mínima	26,4	26,3	0,0	25,2	27,0	0,0
Máxima	28,1	28,1	0,8	28,1	28,3	2,5

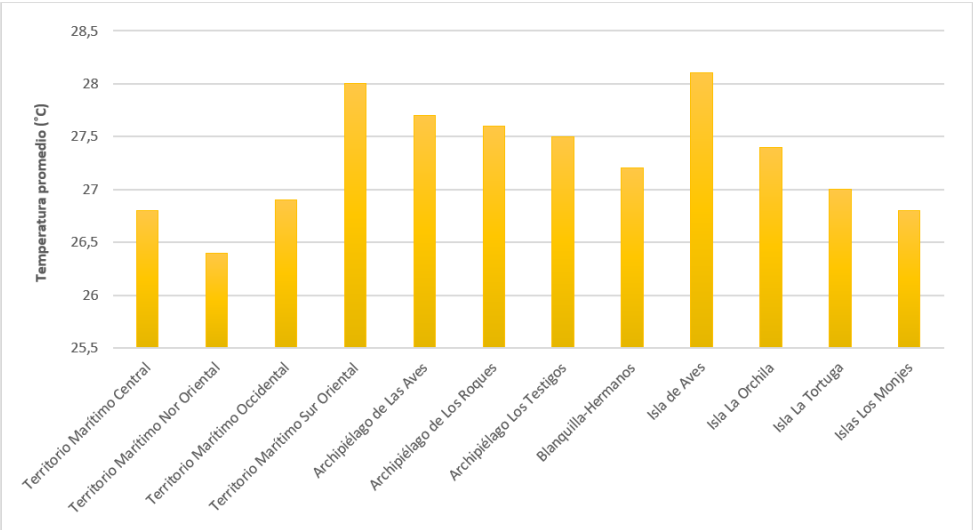


Figura 3.233: Temperatura promedio de la superficie del mar según el producto MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012. Línea Base (2001 – 2020)

Temperaturas proyectadas

En la Figura 3.234 (b y c), se puede apreciar la variación espacial de las temperaturas promedio proyectadas por los modelos HadGEM31-LL y Miroc 6 para los Períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080 y los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5. El intervalo de temperaturas promedio proyectadas para el área marítima en conjunto (Tabla 3.82) está entre 26,9 °C y 30,4 °C. El mayor valor corresponde al modelo HadGEM31-LL, Período futuro 2061-2080, escenario climático SSP5-8.5, mientras que el menor valor, se obtuvo para Miroc 6, Período futuro 2021-2040, escenario climático SSP2-4.5.

Tomando las costas marítimas en su conjunto, se tiene que la temperatura del mar subiría entre un 2 % y 8 %, pasando de un valor medio de 27,3 °C, con temperaturas en el intervalo de 25,2-28,3 °C, de la línea base, a un máximo, para un futuro distante (2061-2080) y con el peor escenario climático (SSP5.85), de 29,4 °C (intervalo: 27,2 – 30,5 °C) según el modelo climático HadGEM31-LL, o de 29,0 °C (intervalo: 27,0 – 29,9 °C), según el modelo Miroc 6.

Anomalías de la temperatura de la superficie del mar

En la Figura 3.235, se presenta la distribución espacio-temporal de las anomalías de la temperatura de la

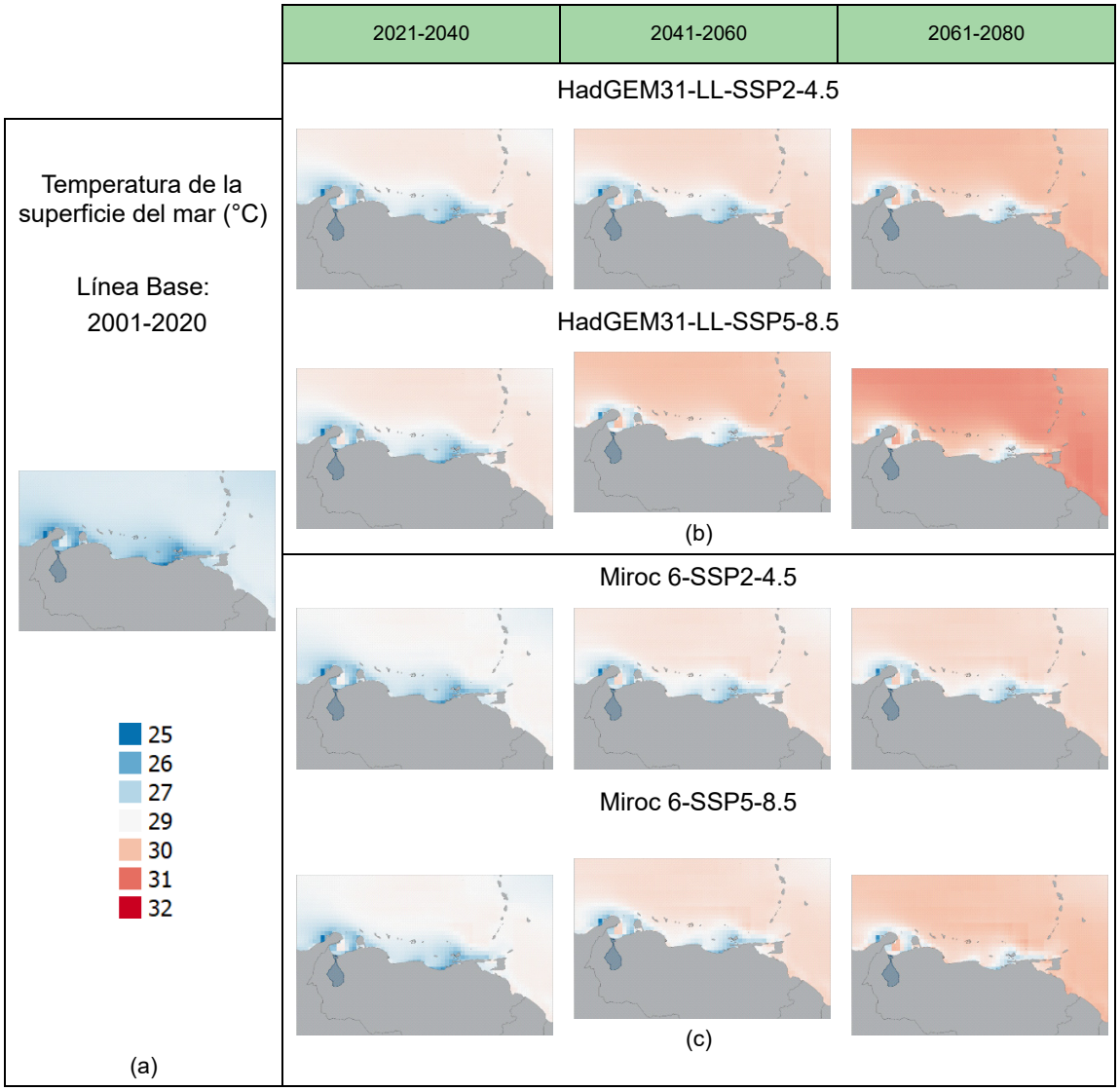


Figura 3.234: Temperatura de la superficie del mar. Línea base y proyecciones futuras según los modelos HadGEM31-LL y Miroc 6

Tabla 3.82: Intervalo de temperaturas promedio proyectadas para el área marítima en conjunto (HadGEM31-LL y Miroc 6)

Modelo 382	Escenario	Valor	Temp °C	Período
HadGEM31_LL	SP2.45	Mín	27,1	2021-2040
		Máx	29,7	2061-2080
	SSP5.85	Mín	27,1	2021-2040
		Máx	30,4	2061-2080
Miroc 6	SSP2.45	Mín	26,9	2021-2040
		Máx	29,1	2061-2080
	SSP5.85	Mín	27,0	2021-2040
		Máx	29,5	2061-2080

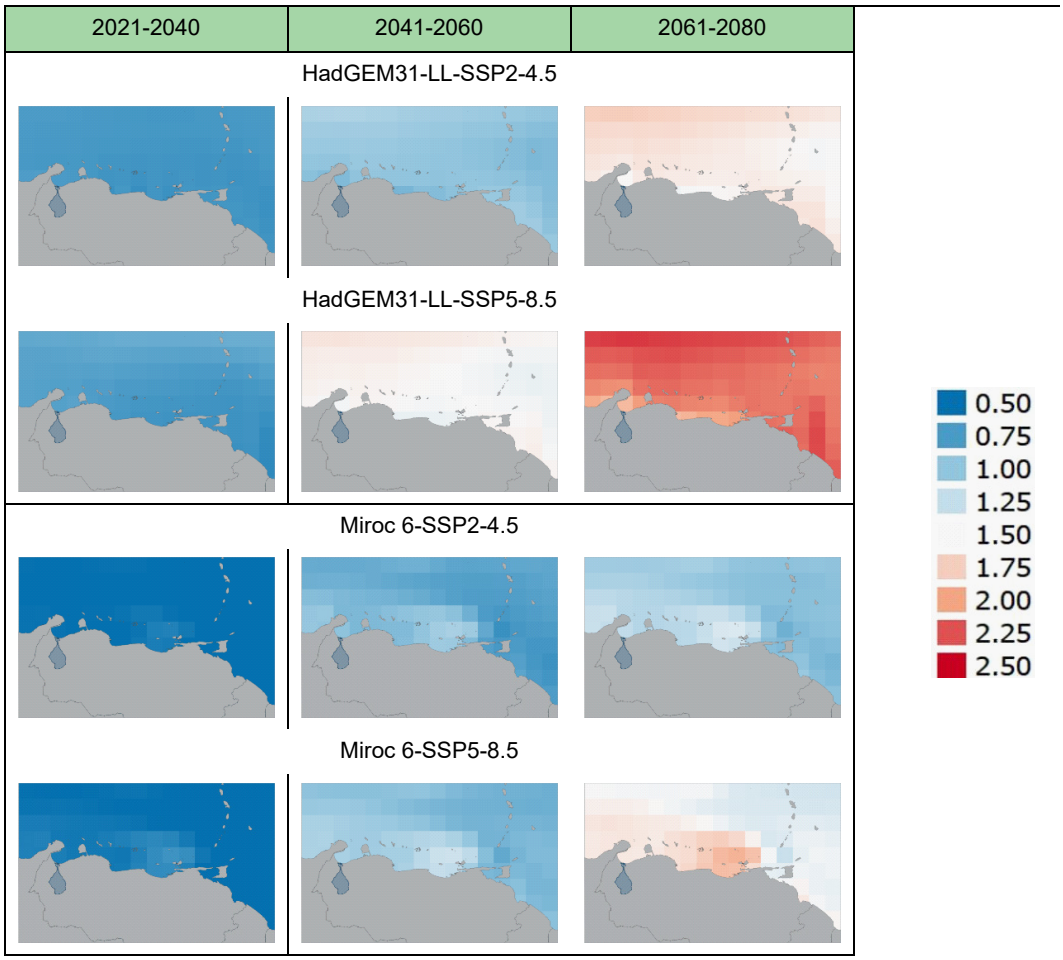


Figura 3.235: Temperatura de la superficie del mar. Anomalías según modelos HadGEM31-LL y Miroc 6

superficie del mar y en la Tabla 3.83, los datos respectivos. Los valores oscilan desde un 2 % (modelo Miroc 6, ssp2-4.5 y ssp5-8.5, Período 2021-2040) hasta un 8 % (modelo HadGEM31_LL, ssp5-8.5, Período 2061-2080). En la Figura 3.236, puede verse para cada territorio marítimo su ubicación espacial, una tabla con las proyecciones de temperatura, anomalías y los gráficos respectivos. En la Tabla 3.84, pueden apreciarse los datos de temperaturas y anomalías para algunas islas consideradas de la región insular y la Figura 3.237 muestra los gráficos asociados a esta información.

Tabla 3.83: Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (HadGEM31-LL y Miroc 6)

Modelo 383	Escenario	Período	Media	Anomalía
Línea Base	LB	2001-2020	27,3	--
HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,0	3%
		2041-2061	28,3	4%
		2061-2080	28,9	6%
	SSP5-8.5	2021-2040	28,0	3%
		2041-2061	28,8	5%
		2061-2080	29,4	8%
Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	27,8	2%
		2041-2061	28,3	4%
		2061-2080	28,5	4%
	SSP5-8.5	2021-2040	27,9	2%
		2041-2061	28,4	4%
		2061-2080	29,0	6%

De acuerdo con los valores presentados en la Tabla 3.84, el intervalo de temperatura proyectados para la región insular está entre 27,3 °C (Isla Los Monjes, modelo Miroc 6, SSP2-4.5, período 2021-2040) y 30,4 °C (Isla de Aves, modelo HadGEM31_LL, SSP5-8.5, período 2061-2080). Los valores de anomalías oscilan entre 0,53 % (modelo Miroc 6, SSP2-4.5 y SSP5-8.5, período 2021-2040) y 2,3 % (modelo HadGEM31_LL, SSP5-8.5, período 2061-2080).

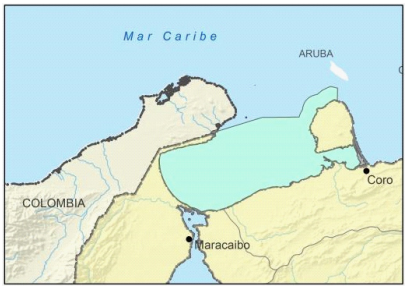
3.2.5.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

El análisis de las proyecciones climáticas indica que tanto el nivel del mar como la temperatura de la superficie del mar (TSM) experimentarán tasas variables de aumento. Estos cambios pueden tener impactos directos significativos y múltiples problemas que afectan a las personas. Los principales impactos directos incluyen el deshielo de los glaciares, el aumento de eventos extremos, inundaciones, la creciente erosión costera y la consecuente pérdida de superficie terrestre. La alteración de la dinámica ecológica de los ecosistemas marino-costeros también representa un impacto directo en la biodiversidad. Los manglares y los arrecifes de coral, por ejemplo, podrían verse gravemente degradados, lo que afectaría actividades de la industria pesquera. Las ciudades y humedales en zonas costeras son especialmente vulnerables a estos impactos. No obstante, esta vulnerabilidad puede reducirse mediante las acciones de adaptación previstas a nivel nacional, como se detalla en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). La Figura 3.238 presenta una versión simplificada de la cadena de efectos.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, en la Tabla 3.85 se señalan los indicadores que considerados para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático de la zona costera.

En el caso del factor referente a presencia de instalaciones petroleras en zonas costeras, el mismo toma una condición restrictiva, pues si en la línea de costa existiese infraestructura petrolera, el valor de vulnerabilidad asignado sería muy alto, caso contrario, si no existiese presencia, la vulnerabilidad sería muy baja. Por su parte, el factor adaptación para este sector considera medidas e instrumentos a gran escala (MINEC, 2021), enfocados a la planificación territorial, como lo son: i) Plan Nacional de Ordenación del Territorio - PNOT, ii) Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras (POGIZC) y iii) Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y sus Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso (PORU). Considerando entonces el alcance nacional de las acciones y un cambio transformacional posible hacia la reducción de los efectos adversos del cambio climático, se estima que la adaptación en este sector se encuentra consolidado, lo cual representaría una baja vulnerabilidad (asumiéndose entonces un valor de 2 para este indicador, a excepción del territorio Esequibo, en donde el factor de adaptación se clasifica como incipiente, lo cual representa una muy alta vulnerabilidad.

Analizados los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de las zonas costeras por incremento en el nivel del mar, se tendría que a nivel nacional, la totalidad de los municipios en la franja costera tendrían una vulnerabilidad baja si se considera únicamente la proporción de superficie afectada por el incremento del nivel del mar, ahora bien si se considera la densidad de población de estos, los municipios más afectados con una alta vulnerabilidad serían Diego Bautista Urbaneja (estado Anzoátegui), Mariño y Maneiro (estado Nueva Esparta). En lo que respecta a la afectación de infraestructura petrolera en la zona de costa, las instalaciones más vulnerables son las localizadas en el estado Anzoátegui (Tabla 3.86).



Modelo	Escenario	2021-2040		2041-2061		2061-2080	
		Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)
HadGEM3-GC31-LL	SSP-24.5	27,7	0,75	27,9	0,97	28,5	1,55
	SSP5-8.5	27,7	0,80	28,5	1,51	28,9	1,95
Miroc 6	SSP-24.5	27,5	0,51	27,9	0,96	28,2	1,21
	SSP5-8.5	27,5	0,57	28,0	1,10	28,5	1,59

Franja acuática occidental



Modelo	Escenario	2021-2040		2041-2061		2061-2080	
		Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)
HadGEM3-GC31-LL	SSP-24.5	27,6	0,72	27,8	0,97	28,4	1,53
	SSP5-8.5	27,6	0,74	28,3	1,47	28,8	2,01
Miroc 6	SSP-24.5	27,4	0,53	27,8	0,98	28,1	1,23
	SSP5-8.5	27,4	0,59	28,0	1,15	28,5	1,71

Franja acuática central



Modelo	Escenario	2021-2040		2041-2061		2061-2080	
		Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)
HadGEM3-GC31-LL	SSP-24.5	27,1	0,72	27,4	1,01	27,9	1,56
	SSP5-8.5	27,1	0,71	27,8	1,49	28,4	2,09
Miroc 6	SSP-24.5	26,9	0,52	27,4	0,98	27,6	1,20
	SSP5-8.5	27,0	0,62	27,5	1,15	28,1	1,72

Franja acuática nororiental



Modelo	Escenario	2021-2040		2041-2061		2061-2080	
		Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)
HadGEM3-GC31-LL	SSP-24.5	28,7	0,72	29,0	1,06	29,6	1,61
	SSP5-8.5	28,7	0,71	29,5	1,53	30,1	2,18
Miroc 6	SSP-24.5	28,4	0,43	28,8	0,79	29,0	1,00
	SSP5-8.5	28,4	0,48	28,9	0,97	29,5	1,51

Franja acuática suroriental

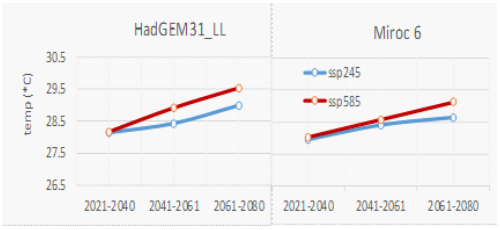
Figura 3.236: Proyecciones de la temperatura promedio de la superficie del mar y anomalías para franja acuática de Venezuela

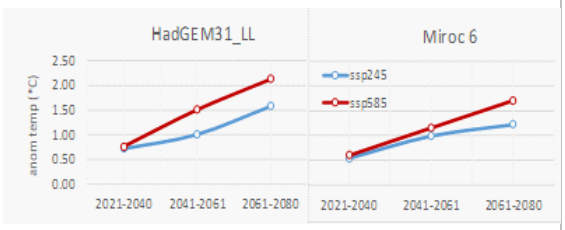
Tabla 3.84: Proyección de temperaturas y anomalías para algunas islas de la región insular

Localidad	Modelo	Escenario	Período	Temperatura		Localidad	Modelo	Escenario	Período	Temperatura	
				°C	Anom (%)					°C	Anom (%)
Archipielago de Las Aves	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,4	0,72	Isla de Aves	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,8	0,73
			2041-2061	28,7	1,01				2041-2061	29,1	1,06
			2061-2080	29,3	1,58				2061-2080	29,7	1,66
		SSP5-8.5	2021-2040	28,5	0,75			SSP5-8.5	2021-2040	28,9	0,85
			2041-2061	29,2	1,50				2041-2061	29,7	1,56
			2061-2080	29,8	2,13				2061-2080	30,4	2,27
	Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	28,2	0,51		Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	28,6	0,47
			2041-2061	28,7	0,97				2041-2061	28,9	0,81
			2061-2080	28,9	1,21				2061-2080	29,1	0,99
		SSP5-8.5	2021-2040	28,3	0,57			SSP5-8.5	2021-2040	28,6	0,47
			2041-2061	28,8	1,12				2041-2061	29,0	0,92
			2061-2080	29,4	1,66				2061-2080	29,4	1,35
Archipielago de Los Roques	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,3	0,71	Isla La Orchila	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,2	0,71
			2041-2061	28,6	1,00				2041-2061	28,4	1,00
			2061-2080	29,1	1,56				2061-2080	29,0	1,56
		SSP5-8.5	2021-2040	28,3	0,73			SSP5-8.5	2021-2040	28,2	0,73
			2041-2061	29,1	1,49				2041-2061	28,9	1,49
			2061-2080	29,7	2,10				2061-2080	29,5	2,09
	Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	28,1	0,53		Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	28,0	0,54
			2041-2061	28,6	1,00				2041-2061	28,5	1,02
			2061-2080	28,8	1,26				2061-2080	28,7	1,27
		SSP5-8.5	2021-2040	28,2	0,60			SSP5-8.5	2021-2040	28,0	0,61
			2041-2061	28,8	1,19				2041-2061	28,6	1,21
			2061-2080	29,3	1,75				2061-2080	29,2	1,77
Archipielago Los Testigos	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	28,2	0,72	Isla La Tortuga	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	27,7	0,72
			2041-2061	28,5	1,01				2041-2061	27,9	0,97
			2061-2080	29,1	1,57				2061-2080	28,5	1,53
		SSP5-8.5	2021-2040	28,2	0,72			SSP5-8.5	2021-2040	27,7	0,72
			2041-2061	29,0	1,50				2041-2061	28,4	1,45
			2061-2080	29,7	2,14				2061-2080	29,0	2,01
	Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	28,0	0,52		Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	27,6	0,58
			2041-2061	28,5	1,01				2041-2061	28,0	1,07
			2061-2080	28,7	1,22				2061-2080	28,3	1,33
		SSP5-8.5	2021-2040	28,2	0,65			SSP5-8.5	2021-2040	27,6	0,67
			2041-2061	28,7	1,17				2041-2061	28,2	1,27
			2061-2080	29,3	1,75				2061-2080	28,8	1,86
Blanquilla-Hermanos	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	27,9	0,71	Islas Los Monjes	HadGEM31_LL	SSP2-4.5	2021-2040	27,6	0,74
			2041-2061	28,2	1,01				2041-2061	27,8	1,03
			2061-2080	28,7	1,56				2061-2080	28,4	1,61
		SSP5-8.5	2021-2040	27,9	0,72			SSP5-8.5	2021-2040	27,6	0,78
			2041-2061	28,7	1,49				2041-2061	28,4	1,54
			2061-2080	29,3	2,12				2061-2080	29,0	2,14
	Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	27,8	0,60		Miroc 6	SSP2-4.5	2021-2040	27,3	0,50
			2041-2061	28,3	1,11				2041-2061	27,7	0,93
			2061-2080	28,5	1,36				2061-2080	28,0	1,18
		SSP5-8.5	2021-2040	27,9	0,71			SSP5-8.5	2021-2040	27,4	0,55
			2041-2061	28,5	1,29				2041-2061	27,9	1,08
			2061-2080	29,1	1,90				2061-2080	28,4	1,60



Región Insular





Modelo	Escenario	2021-2040		2041-2061		2061-2080	
		Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)	Temp (°C)	Anom (%)
HadGEM3-GC31-LL	SSP-24.5	27,1	0,72	27,4	1,01	27,9	1,56
	SSP5-8.5	27,1	0,71	27,8	1,49	28,4	2,09
Miroc 6	SSP-24.5	26,9	0,52	27,4	0,98	27,6	1,20
	SSP5-8.5	27,0	0,62	27,5	1,15	28,1	1,72

Figura 3.237: Proyecciones de la temperatura promedio de la superficie del mar y anomalías para la región insular de Venezuela

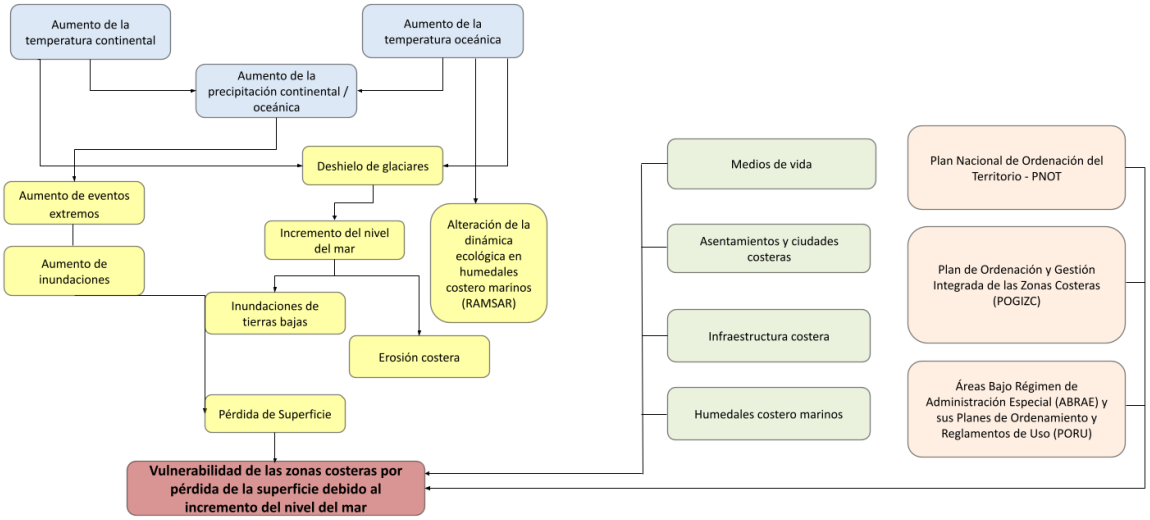


Figura 3.238: Cadena de impactos para el sector ecosistemas-zonas costeras

Tabla 3.85: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la zona costera

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Incremento del nivel del mar	Proporción de superficie afectada por incremento del nivel del mar (%)
Sensibilidad	Asentamientos y ciudades costeras	Factor normalizado de densidad de población
	Instalaciones petroleras	Presencia de instalaciones petroleras en zonas costeras (Si o No)
Capacidad de Adaptación	Gestión Integrada de las Zonas Costeras	Factor de adaptación del sector zonas costeras

Tabla 3.86: Factores de vulnerabilidad ante el cambio climático para las zonas costeras

Estado	Municipio	Vulnerabilidad por proporción de superficie afectada por incremento del nivel del mar		Vulnerabilidad por densidad población		Vulnerabilidad por infraestructura petrolera	Vulnerabilidad por factor de adaptación
		2030	2050	2030	2050		
Anzoátegui	Píritu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Anzoátegui	Manuel Ezequiel Bruzual	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Anzoátegui	Fernando Peñalver	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Anzoátegui	San Juan de Capistrano	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Anzoátegui	Simón Bolívar	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Anzoátegui	Turístico Diego Bautista Urbaneja	2,00	2,00	5,00	5,00	5,00	2,00
Anzoátegui	Juan Antonio Sotillo	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Anzoátegui	Guanta	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Aragua	Ocumare de la Costa de Oro	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Aragua	Girardot	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Aragua	Santiago Mariño	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Aragua	Tovar	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Bolívar	Caroní	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Carabobo	Puerto Cabello	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Carabobo	Juan José Mora	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Delta Amacuro	Casacoima	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Delta Amacuro	Antonio Díaz	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Delta Amacuro	Tucupita	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Delta Amacuro	Perdernales	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Distrito Capital	Libertador	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Silva	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Monseñor Iturriza	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Mauroa	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Buchivacoa	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Acosta	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Urumaco	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Píritu	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Colina	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Zamora	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Tocópero	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Miranda	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Falcón	Carirubana	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Falcón	Los Taques	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Falcón	Falcón	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Guayana Esequiba		3,00	S/I	S/I	1,00	5,00	2,00
La Guaira	La Guaira	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Miranda	Pedro Gual	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00

Tabla 3.86: Factores de vulnerabilidad ante el cambio climático para las zonas costeras (Cont...)

Estado	Municipio	Vulnerabilidad por proporción de superficie afectada por incremento del nivel del mar		Vulnerabilidad por densidad población		Vulnerabilidad por infraestructura petrolera	Vulnerabilidad por factor de adaptación
		2030	2050	2030	2050		
Miranda	Andrés Bello	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Miranda	Páez	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Miranda	Buroz	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Miranda	Brión	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Monagas	Sotillo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Monagas	Uracoa	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Monagas	Libertador	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Monagas	Punceres	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Monagas	Bolívar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Monagas	Maturín	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Villalba	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Tubores	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Nueva Esparta	Mariño	2,00	2,00	5,00	5,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	García	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Maneiro	2,00	2,00	3,00	3,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Díaz	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Nueva Esparta	Península de Macanao	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Marcano	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Arismendi	2,00	2,00	3,00	3,00	1,00	2,00
Nueva Esparta	Antolín del Campo	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Bolívar	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Mejía	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Sucre	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Libertador	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Benítez	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Ribero	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Andrés Eloy Blanco	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Andrés Mata	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Bermúdez	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Cajigal	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Cruz Salmerón Acosta	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Mariño	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Valdez	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Sucre	Arismendi	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
La Guaira	La Guaira	2,00	2,00	1,00	1,00	5,00	2,00
Yaracuy	Veroes	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Zulia	Almirante Padilla	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Zulia	Indígena Bolivariano Guajira	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00

3.2.5.4. Desplazamiento humano por efecto del cambio climático

Las proyecciones del INM para el escenario SSP5-8.5 indican afectaciones en varias zonas de la línea de costa. El análisis de los años 2030 y 2050, considerando los datos oficiales de población, reveló que la mayor proporción de variaciones en las áreas afectadas a nivel nacional se observará en siete parroquias distribuidas en los estados de Anzoátegui, Falcón, Nueva Esparta y Sucre (Tabla 3.87). Estas parroquias se identificarán como las más vulnerables.

Los resultados también revelan la vulnerabilidad de dos centros poblados frente a fenómenos climáticos, cuya actividad principal está relacionada con el turismo en el Parque Nacional Morrocoy y el Refugio de Fauna Silevestre Cuare. Las ciudades de Tucacas y Chichiriviche destacan en este estudio por presentar los porcentajes más altos de superficies inundadas, con un 37 % y un 19 % respectivamente. La Figura 3.239 muestra los cambios en las superficies inundadas (áreas en color azul) debido al INM en el escenario SSP5-8.5 para los años 2030, 2050 y 2070, en ambas áreas bajo régimen de administración especial. Estos datos reflejan el impacto climático en dos áreas naturales que son los principales atractivos turísticos que sostienen la economía de ambas ciudades.

Las características de las comunidades y su dependencia de actividades económicas, intrínsecamente vinculadas al ecosistema costero, como la pesca o el turismo, sugieren que cualquier variación en las condiciones ambientales de la línea costera puede tener consecuencias directas sobre la población y su calidad de vida, potencialmente provocando desplazamientos humanos. Por ello, es crucial realizar investigaciones sobre el impacto potencial en la movilidad de los habitantes. Estos análisis deben incluir estudios locales en pequeños asentamientos pesqueros y comunidades indígenas, ya que estas poblaciones son particularmente susceptibles a los efectos del cambio climático debido a su dependencia de los recursos naturales, que pueden ser directamente afectados por el INM. Los análisis deben centrarse en evaluar las dinámicas de funcionamiento y las particularidades de los asentamientos costeros y sus principales actividades de subsistencia. Esto permitirá obtener una comprensión completa de la vulnerabilidad demográfica y, en consecuencia, desarrollar estrategias para fortalecer las capacidades de adaptación frente a los desafíos impuestos por el cambio climático.

3.3.18. Sector Biodiversidad

La biodiversidad es un tema de gran importancia en la conservación ambiental. Se refiere a la variabilidad entre los organismos vivos, incluyendo la diversidad dentro y entre especies y ecosistemas, así como sus servicios ecosistémicos (como el suministro de alimentos y agua, la regulación de inundaciones y enfermedades y la provisión de recreación, entre otros (European Environment Agency, 2024). La diversidad biológica se encuentra en constante riesgo, deteriorándose rápidamente debido a las múltiples presiones tanto naturales como causadas por actividades humanas. De acuerdo con la evaluación global de Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), estos cambios han sido impulsados por cinco factores que, en orden decreciente, son: cambios en el uso de la tierra y el mar, la explotación directa de organismos, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras (IPBES, 2019).

Venezuela posee ecosistemas que van desde selvas, bosques lluviosos tropicales, bosques de montaña, bosques de manglares, desiertos, bosques secos, matorrales y sabanas. Según la evaluación de los recursos forestales mundiales, Venezuela para el año 2020 tenía aproximadamente el 50,45 % de la superficie total del territorio nacional cubierto por una gran variedad de bosques tropicales, los cuales abarcaban 46.231.000 millones de hectáreas en mosaicos biodiversos y complejos, de las cuales 29,3 millones de hectáreas corresponden a bosques protegidos designados para la conservación de la diversidad biológica (FAO, 2021). A partir de sus componentes bióticos y abióticos, funciones ecológicas y estructura del ecosistema forestal, sostienen la producción de agua y electricidad para la mayoría de la población y los procesos productivos del país (MINEC, 2015).

El cambio climático, cada vez más, ejerce una presión significativa sobre la pérdida de la diversidad biológica, teniendo repercusiones, desde los genes a los ecosistemas, los cuales se degradan, sufriendo perdidas de bienes y servicios. Son evidentes los cambios en la distribución de las especies, los cambios en la fenología, la alteración de la dinámica de las poblaciones y los cambios en la composición del conjunto de las especies o la estructura y función de los ecosistemas, además se están acelerando en los sistemas marinos, terrestres y de agua dulce (IPBES, 2019).

3.3.18.1. Situación actual

Venezuela es un país megadiverso, a nivel internacional, nuestro territorio se ubica entre los primeros diez países con mayor diversidad biológica del planeta, ocupando específicamente la posición número nueve (9) de los países con mayor cantidad de animales y plantas endémicas y en ecosistemas y el sexto en el planeta con mayor diversidad de aves, 1.464 especies (MINEC, 2019). Entre los países del trópico, alberga una riqueza natural extraordinaria, ocupa el cuarto lugar

Tabla 3.87: Parroquias de alta vulnerabilidad según el factor poblacional áreas afectadas por el INM (escenario SSP5-8.5)

Estado	Municipio	Parroquia	Año 2030			Año 2050		
			Densidad hab/ha	Áreas afectadas por el INM (ha)	Población potencial a ser afectada por el INM (hab)	Densidad hab/ha	Áreas afectadas por el INM (ha)	Población potencial a ser afectada por el INM (hab)
Anzoátegui	Simón Bolívar	El Carmen	32,47	2	65	33,36	9	300
Anzoátegui	Juan Antonio Sotillo	Pozuelos	11,10	0,1	1	13,38	1	13
Anzoátegui	Simón Bolívar	San Cristóbal	5,20	191	993	5,36	504	2.703
Sucre	Sucre	Altagracia	48,82	2	98	55,89	11	615
Nueva Esparta	Mariño	Mariño	48,38	16	774	55,15	49	2.702
Falcón	Carirubana	Punta Cardón	4,97	295	1.467	5,69	534	3.036
Anzoátegui	Juan Antonio Sotillo	Puerto La Cruz	63,10	1	63	77,02	4	308
					3.461			9.677



Figura 3.239: Visualización de superficies inundadas (en azul) debido al INM. Escenario SSP5-8.5. Refugio de Fauna Cuare y Parque Nacional Morrocoy

en especies de plantas (16.681 especies), el quinto en mamíferos (386 especies) y reptiles (377 especies), el sexto en primates y el cuarto en anfibios (342 especies); se tienen 1.860 peces de agua dulce y 880 peces marinos. En cuanto a especies de fauna endémica, se tienen 19 mamíferos, 49 aves, 16 reptiles, 157 anfibios y 37 peces de agua dulce (MINEC, 2019). En el año 2015, la Lista Roja de la Fauna Venezolana estaba conformada por 915 especies, de las cuales, dos especies están extintas globalmente, una extinta a nivel regional, 289 especies fueron consideradas a nivel global especies amenazadas, de las cuales 32 especies se encontraban en Peligro Crítico (CR), 117 En Peligro (EN) y 140 Vulnerables (VU), 256 se consideraron Casi Amenazadas y 367 con Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2015).

Las áreas protegidas son un elemento importante para salvaguardar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. El Estado venezolano con el fin de conservar sus recursos naturales, los ecosistemas y la biodiversidad existente en el territorio, ha decretado hasta la actualidad un total de 408 Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) que cubren una superficie total de 96.892.967,01 de hectáreas[60], representando aproximadamente el 68,4 % del total de la superficie del país[61] (MINEC, 2024), siendo este el sistema de áreas protegidas más extenso de América Latina. De acuerdo a lo establecido en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (Gaceta Oficial Nº 3.238 - Extraordinario, del 11 de agosto de 1983), en Venezuela las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) son todos aquellos espacios que requieren un régimen de administración diferente al resto del territorio nacional, para cumplir

los objetivos asignados a esos espacios (Artículo 15), dentro de las cuales se encuentran las denominadas internacionalmente como Áreas Protegidas o Áreas Naturales Protegidas (MINEC, 2022). El grupo de ABRAE está conformadas por 24 categorías específicas, de las cuales se han empleado hasta la fecha 21 de ellas y en función de los objetivos de las categorías específicas y su manejo se agrupan en tres categorías genéricas, en la Tabla 3.88 se presenta dicha clasificación (MINEC, 2022).

Si el objetivo prioritario es la conservación de ecosistemas y la diversidad biológica, seis de las 21 categorías de ABRAE, son consideradas como áreas naturales protegidas. En la Tabla 3.89, se presentan dichas categorías, pudiendo observar que la Categoría II, Parques Nacionales, es la figura que representa una mayor proporción, con 204.374,50 km^2, correspondiendo a 22 % del total de la superficie del país, seguida por la Categoría III, Monumentos Naturales, con 66.391,07 km^2, lo que corresponde a 7,24 %. En la Figura 3.240, se se muestra la distribución espacial de las Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con lo observado en la Figura 3.241, se puede apreciar que las Áreas Naturales ubicadas al sur del país, específicamente en los estados de Amazonas y Bolívar, presentan la mayor precipitación media anual. En contraste, las áreas que registran menor precipitación se encuentran al noroeste del estado Falcón y noreste del estado Nueva Esparta.

La Figura 3.242 muestra que las áreas naturales con temperaturas más bajas se encuentran al oeste del país, en la región andina. En contraste, las áreas con temperaturas más altas se ubican en los llanos occidentales

3.3.18.2. Situación futura

El cambio climático afecta a Venezuela de diversas formas, estimándose un aumento de la temperatura y cambios en los patrones de precipitación. Actualmente, el cambio climático se considera una amenaza para el funcionamiento efectivo de las Áreas Naturales a nivel global, causando impactos significativos en los ecosistemas. Estos incluyen cambios en los pisos

Tabla 3.88: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en Venezuela (ABRAE) y su equivalente con las categorías UICN

Fin del Manejo	Categoría	Categoría UICN	N° de Áreas Decretadas
Fines protectores	Parques Nacionales	II	44
	Monumentos Naturales	III	37
	Santuarios de Fauna Silvestre	III	1
	Refugios de Fauna Silvestre	IV	7
Fines protectores mediante usos normados	Reservas de Biosfera	VI	2
	Reservas Nacionales Hidráulicas	VI	14
	Reservas de Fauna Silvestre	IV	10
	Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento	-	7
	Áreas de Protección de Obras Públicas	-	18
	Zonas de Reserva para la Construcción de Presas y Embalses	VI	2
	Áreas de Protección y Recuperación Ambiental	VI	6
	Zonas Protectoras	VI	64
	Planicies Inundables	VI	0
	Zonas de interés turístico	V	21
	Sitios de patrimonio histórico-cultural o arqueológico	VI	2
Fines productores y geostrategicos	Reservas Forestales	VI	14
	Áreas Boscosas Bajo Protección	V	43
	Áreas de Aprovechamiento Agrícola Especial	VI	6
	Costas Marinas de Aguas Profundas	VI	1
	Áreas Rurales de Desarrollo Integrado	-	5
	Zonas de Seguridad - Áreas Especiales de Seguridad y Defensa	-	98
	Zonas de Seguridad Fronteriza -Áreas de Fronteras	-	6

Fuente: MINEC (2024) sobre la base del MARNR (1995) y MINEC (2022)

Tabla 3.89: Áreas Bajo Régimen de Administración Especial en Venezuela (ABRAE) consideradas Áreas Naturales Protegidas y su equivalente con las categorías UICN

Categoría	Categoría UICN	N° de Áreas Decretadas	Superficie (km2)
Parques Nacionales	II	44	204.374,50
Monumentos Naturales	III	36	66.391,07
Santuarios de Fauna Silvestre	III	1	0,73
Refugios de Fauna Silvestre	IV	7	4.411,53
Reservas de Fauna Silvestre	IV	10	2.368,72
Reservas de Biosfera	VI	2	9.260.270,1

Fuente: MINEC (2024) sobre la base del MARNR (1995) y MINEC (2022)

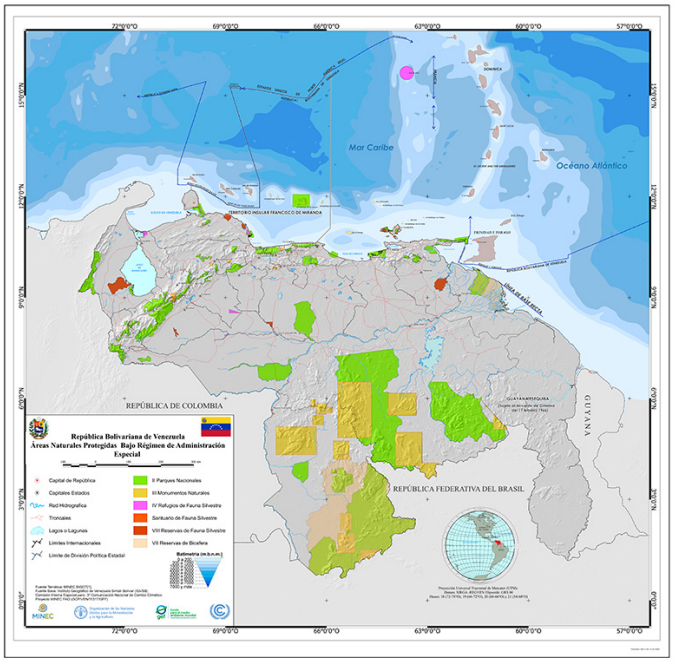


Figura 3.240: Áreas naturales protegidas a nivel nacional. Fuente: MINEC, 2024 sobre la base del MINEC (2022)

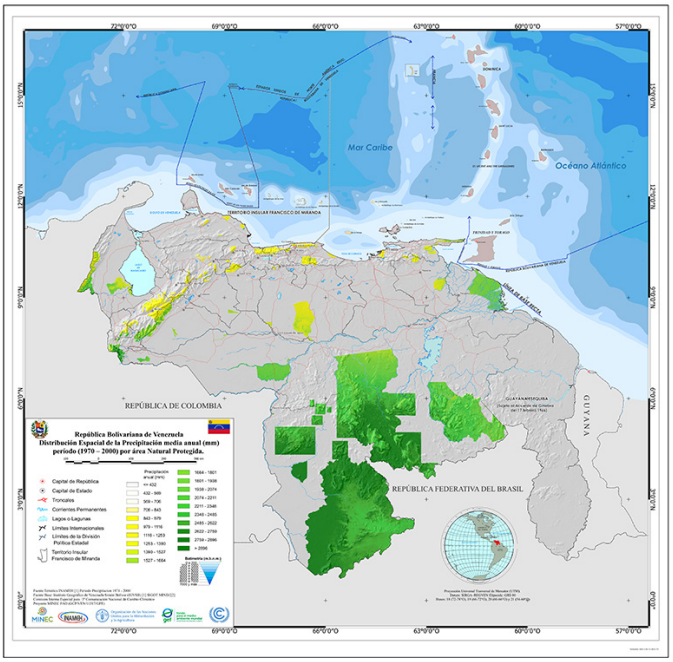


Figura 3.241: Distribución espacial de la precipitación anual (mm) período (1971 – 2000) por área natural protegida

térmicos, con un aumento de los pisos cálidos y una disminución de los pisos fríos; transformación de climas semiáridos a desérticos debido al aumento de la temperatura promedio y la disminución de las precipitaciones; incremento de los incendios forestales; reducción del período de lluvias y de la media anual de precipitación, así como una fuerte reducción y pérdida de los regímenes de inundación (García *et al.*, 2018).

Dado el avance del cambio climático, se estima que las Áreas Naturales serán afectadas, lo que a su vez impactará la diversidad biológica. Las proyecciones de modelos climáticos se utilizan comúnmente para evaluar los impactos potenciales del calentamiento global en diversas áreas sociales, económicas y ambientales. En este estudio, se consideraron los modelos HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 (Met Office Hadley Centre, 2024), que representan dos escenarios de emisiones, equivalentes a un forzamiento radiativo de 4,5 y 8,5 W/m^2 para finales del siglo XXI, y estimados para los períodos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080.

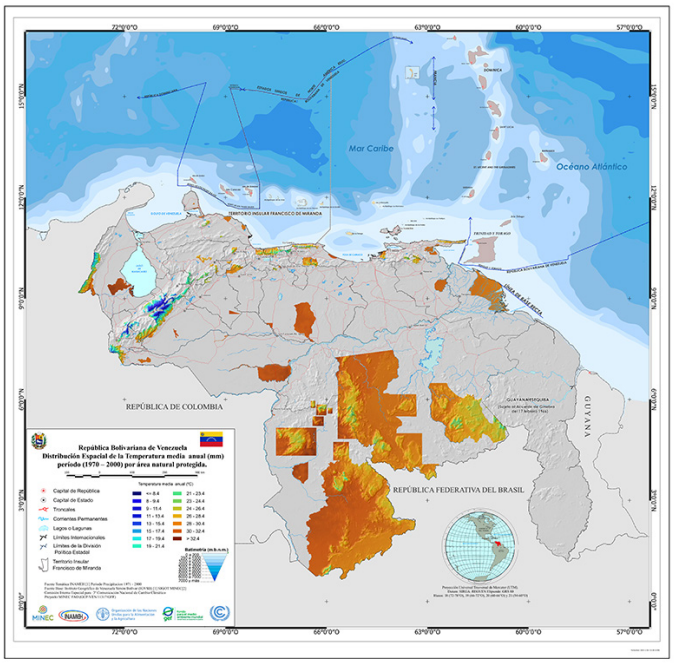


Figura 3.242: Distribución espacial de la precipitación anual (mm) período (1971 – 2000) por área natural protegida

Las Áreas Naturales más afectadas por las variaciones de precipitación en el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5,según su categoría, serán:

- Parques Nacionales (PN): Waraira Repano (-23,58 %) y Macarao (-20,55 %) (Figura 3.243).
- Monumentos Naturales (MN): Cerro Santa Ana (-22,28 %) y Pico Codazzi (-20,22 %) (Figura 3.244).
- Refugios de Fauna (RFS): Laguna Boca de Caño (-22,49 %) y Cuare (-19,65 %) (Figura 3.245).
- Reservas de Fauna (REFA): Tucurere (-19,38 %) y Hueque-Sauca (-19,35 %) (Figura 3.246).
- Reserva de Biosfera: Alto Orinoco-Casiquiare (-6,94 %) (Figura 3.247).



Figura 3.243: Variación de la precipitación anual proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP2-4.5

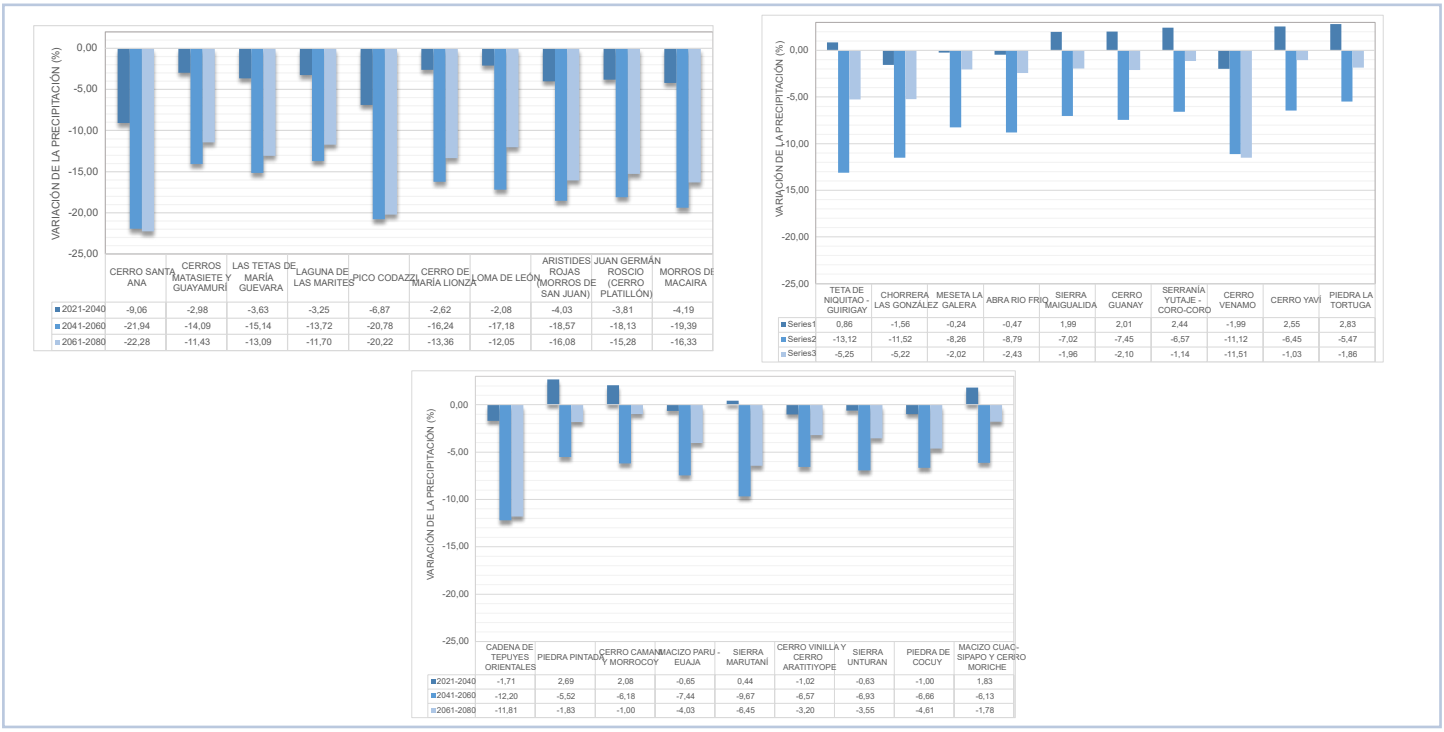


Figura 3.244: Variación de la precipitación anual proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP2-4.5

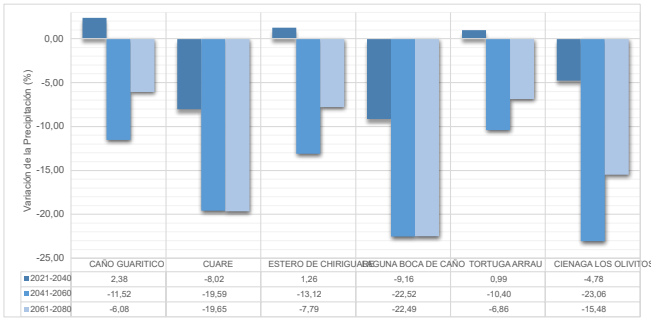


Figura 3.245: Variación de la precipitación anual proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

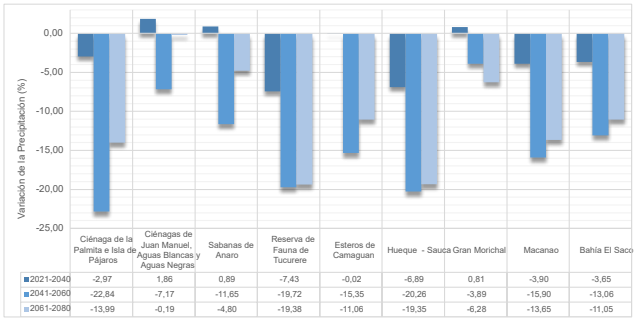


Figura 3.246: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

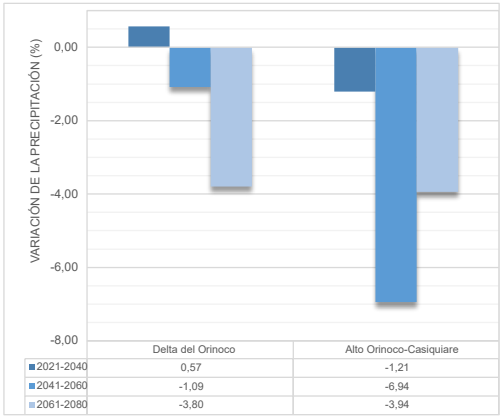


Figura 3.247: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Biosfera- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

En tanto que en el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, las áreas naturales más afectadas según su categoría serán el PN Waraira Repano (-36,59 %) y el PN Macarao (-33,84 %) (Figura 3.248); en el caso de la categoría Monumentos Naturales se tiene al MN Cerro Santa Ana (-22,28 %) y el MN Pico Codazzi (-20,22 %) (Figura 3.249). Para la categoría Refugio de Fauna se tiene RFS Ciénaga de Los Olivitos (-31,25 %), seguido por el RFS Laguna Boca de Caño (-30,27 %) (Figura 3.250); en la categoría Reserva de Fauna Silvestre, la RFS Ciénaga de la Palmita e Isla de Pájaros (-31,69 %) y la RFS Tucurere (-29,34 %) (Figura 3.251); para la categoría Reserva de Biosfera se tiene la RB Alto Orinoco-Casiquiare (-12,79 %) (Figura 3.252).

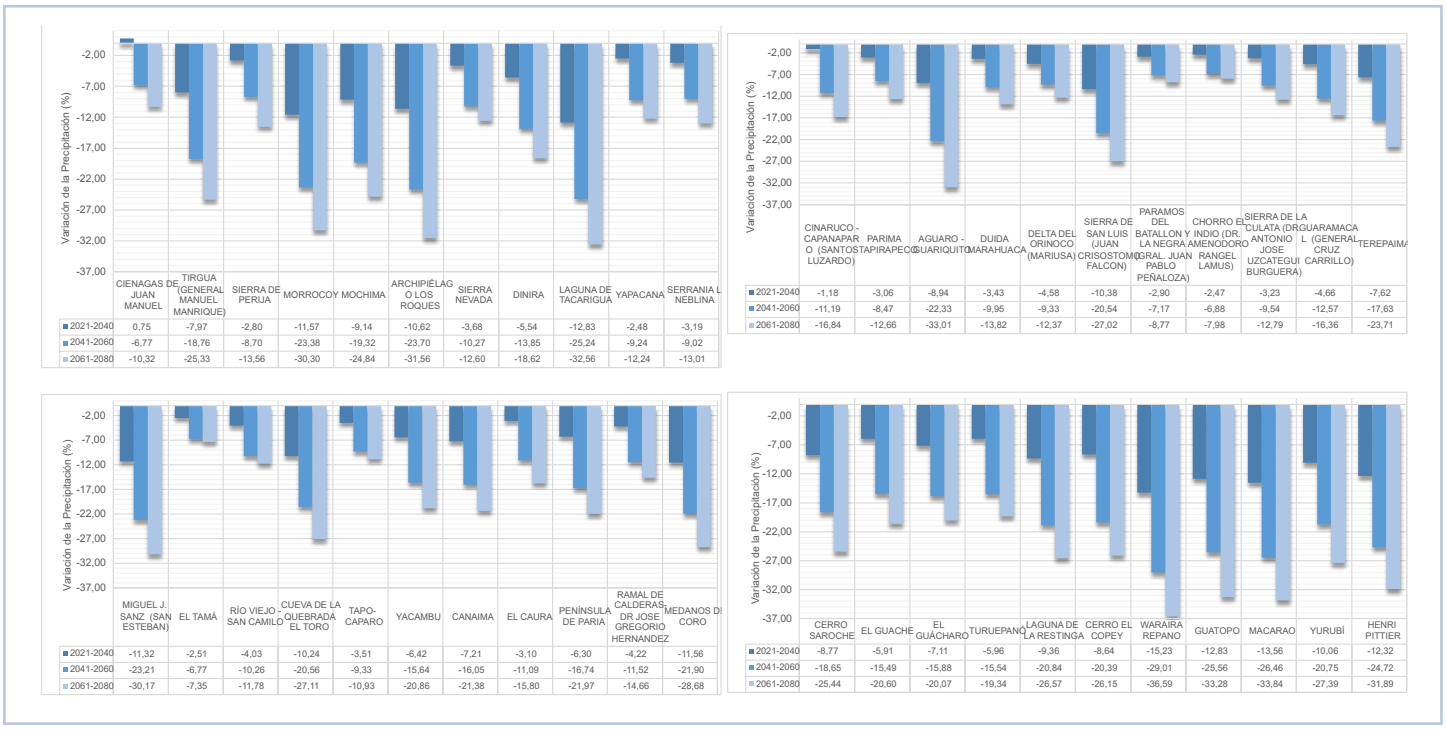


Figura 3.248: Variación de la precipitación anual proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP5-8.5



Figura 3.249: Variación de la precipitación anual proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP5-8.5

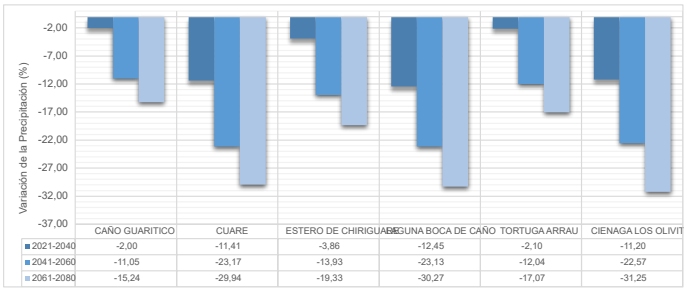


Figura 3.250: Variación de la precipitación anual proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5

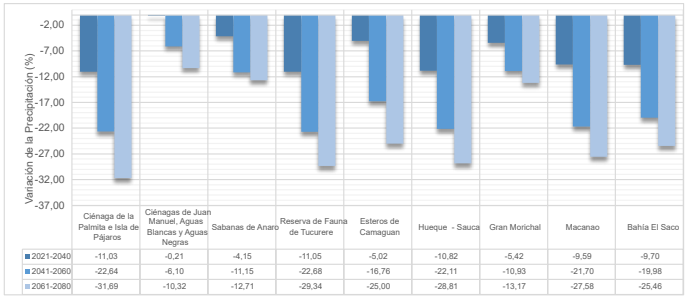


Figura 3.251: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5

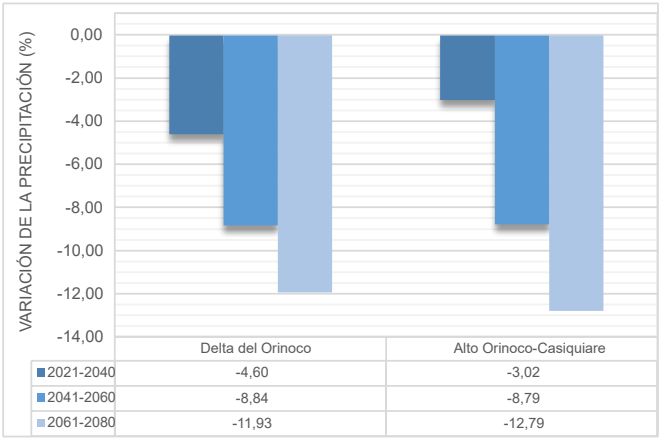
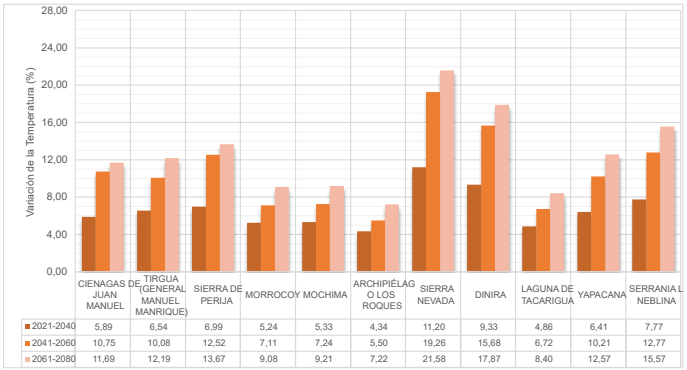
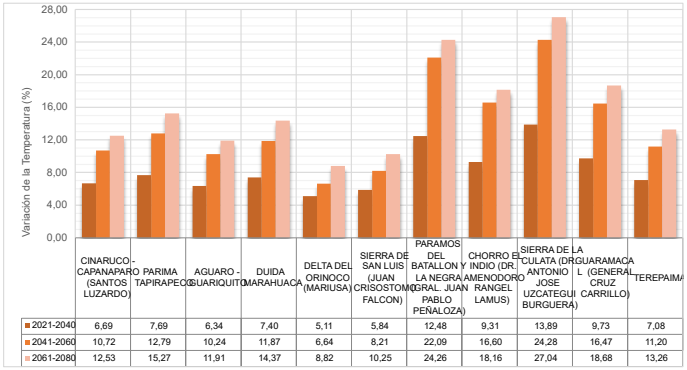
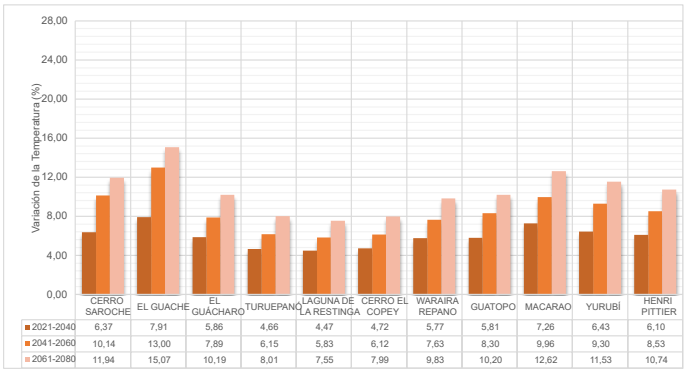


Figura 3.252: Variación de la precipitación anual proyectada por Reserva de Biosfera HadGEM31-LL-SSP5-8.5







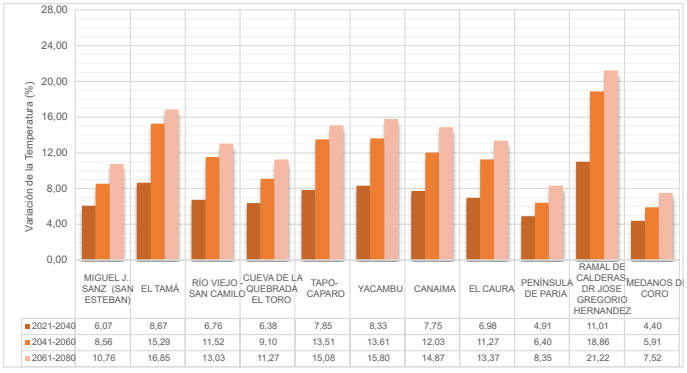
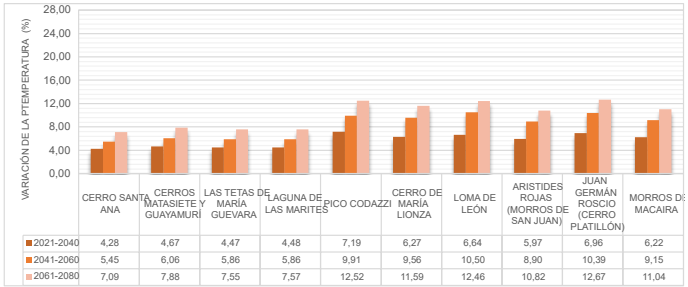
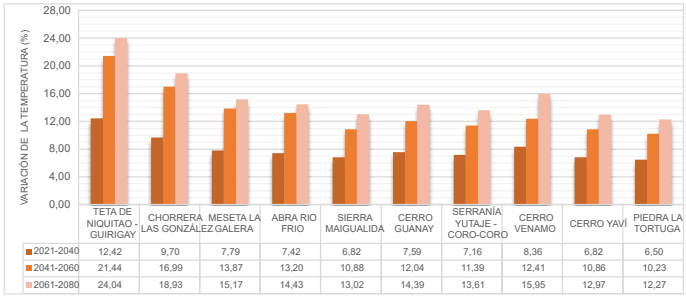


Figura 3.253: Variación de la temperatura máxima proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP2-4.5

Con relación a las variaciones de la temperatura máxima, en HadGEM31-LL-SSP2-4.5, las Áreas Naturales más afectadas, serán de acuerdo a su categoría el PN Sierra de la Culata (Dr. Antonio José Uzcátegui Burguera) (27,04 %), seguido por el PN Paramos del Batallón y La Negra (Gral. Juan Pablo Peñaloza) (24,26 %) (Figura 3.253); en el caso de la categoría Monumentos Naturales, se tiene al MN Teta de Niquitao–Guirigay (24,04 %) y el MN Chorrera Las González (18,93 %) (Figura 3.254). Para la categoría Refugio de Fauna Silvestre se tiene el RFS Caño Guaritico (12,75 %), seguido por el RFS Tortuga Arrau (12,56 %) (Figura 3.255); en la categoría Reserva de Fauna Silvestre, se tiene a la RFS Sabanas de Anaro (12,58 %) y la RFS Esteros de Camaguán (12,39 %) (Figura 3.256); para la categoría Reserva de Biosfera se tiene la RB Alto Orinoco-Casiquiare (14,87 %) (Figura 3.257).





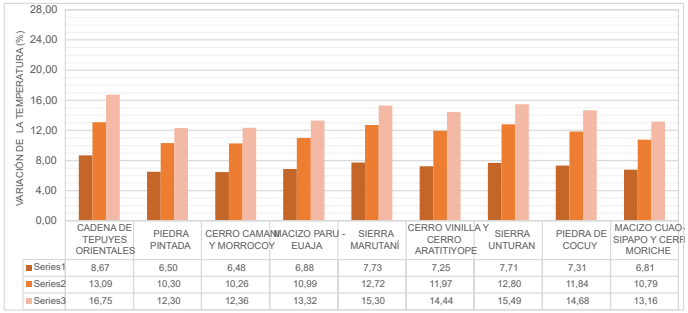


Figura 3.254: Variación de la temperatura máxima proyectada por Monumento Natural- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

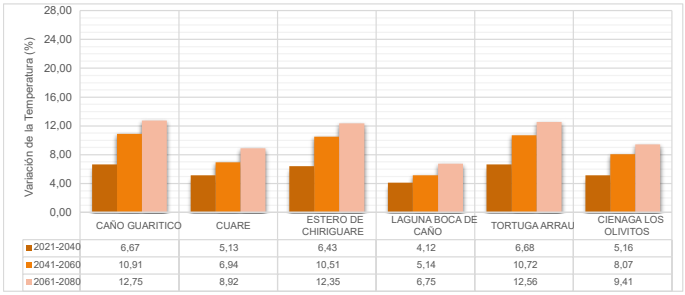


Figura 3.255: Variación de la temperatura máxima proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

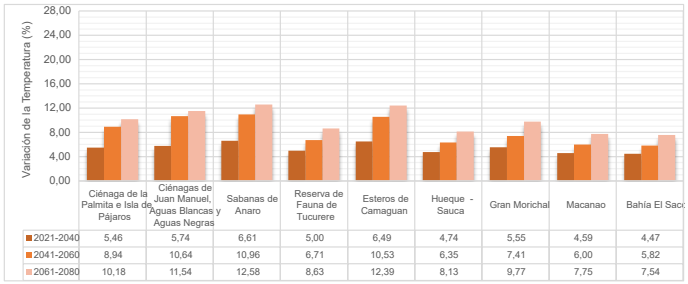


Figura 3.256: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP2-4.5

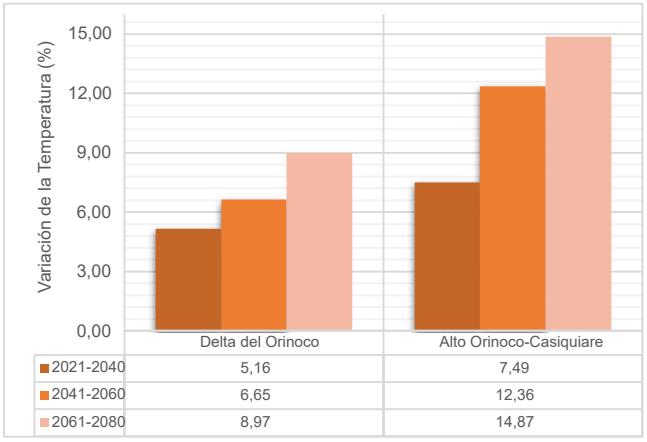
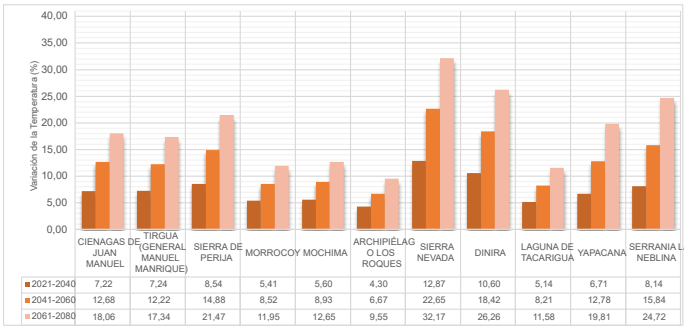
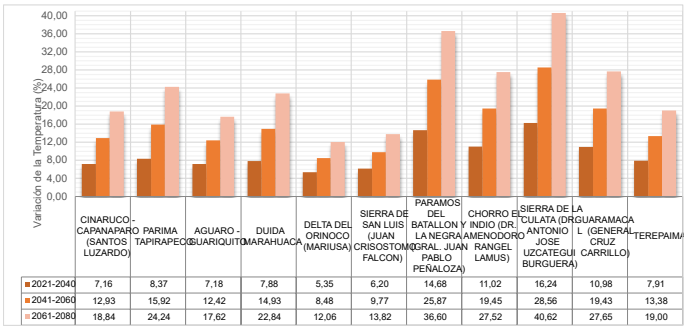
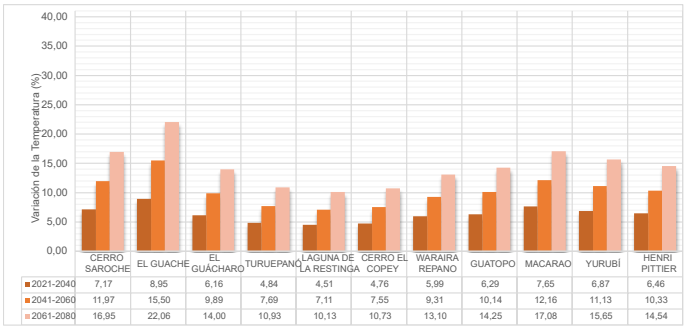


Figura 3.257: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Biosfera- HadGEM31-LL-SSP2-4.5







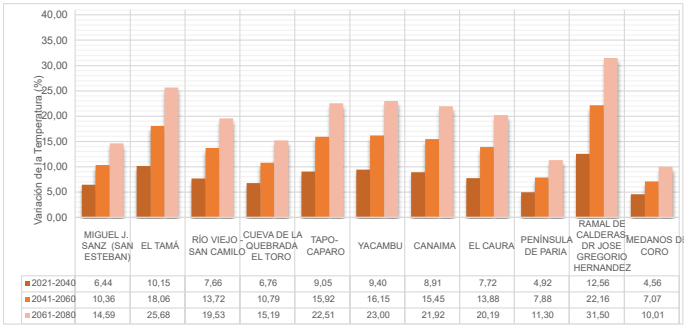
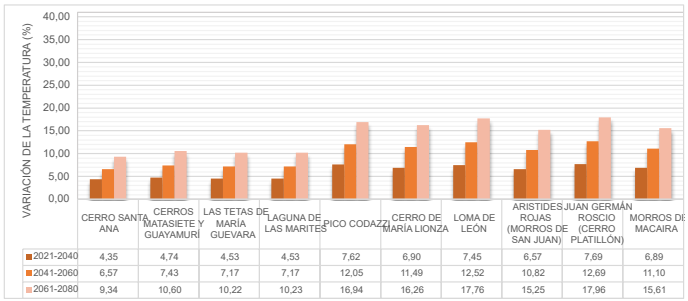
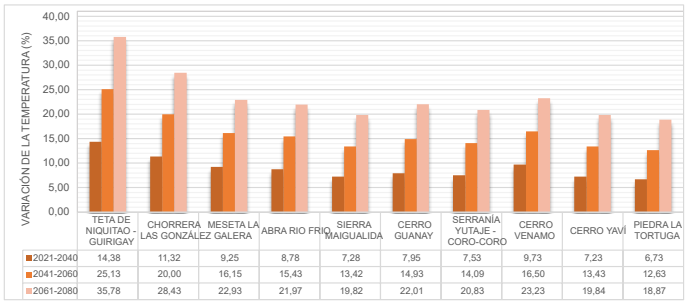


Figura 3.258: Variación de la temperatura máxima proyectada por Parque Nacional - HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Para las variaciones de la temperatura máxima, en el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, se verán afectadas las mismas Áreas Naturales del escenario anterior. De acuerdo con esto, para la categoría Parques Nacionales, en primer lugar, está el PN Sierra de la Culata (Dr. Antonio José Uzcátegui Burguera) (40,62 %), seguido por el PN Paramos del Batallón y La Negra (Gral. Juan Pablo Peñaloza) (36,60 %) (Figura 3.258). En el caso de la categoría Monumentos Naturales, se obtuvo el MN Teta de Niquitao – Guirigay (38,78 %) y el MN Chorrera Las González (28,43 %) (Figura 3.259). Para la categoría Refugio de Fauna Silvestre, se obtuvo el RFS Caño Guaritico (39,26 %), seguido por el RFS Tortuga Arrau (39,21 %) (Figura 3.260); en la categoría Reserva de Fauna Silvestre, se obtuvo el RFS Sabanas de Anaro (38,89 %) y el RFS Esteros de Camaguán (38,46 %) (Figura 3.261); para la categoría Reserva de Biosfera se tiene la RB Alto Orinoco-Casiquiare (23,66 %) (Figura 3.262).





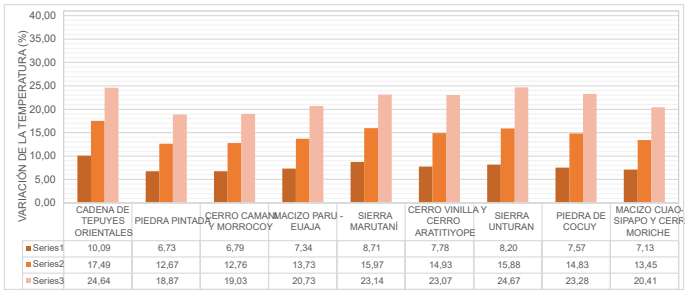


Figura 3.259: Variación de la temperatura máxima proyectada por Monumento Natural - HadGEM31-LL-SSP5-8.5

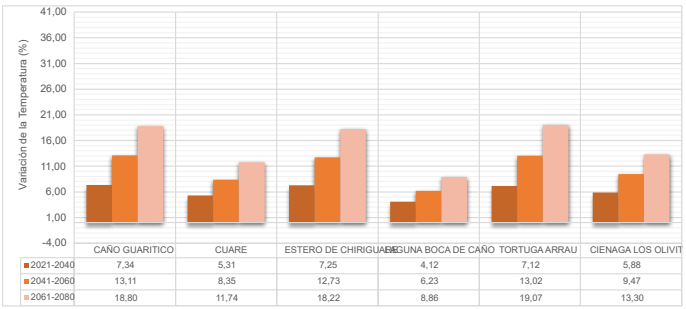


Figura 3.260: Variación de la temperatura máxima proyectada por Refugio de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5

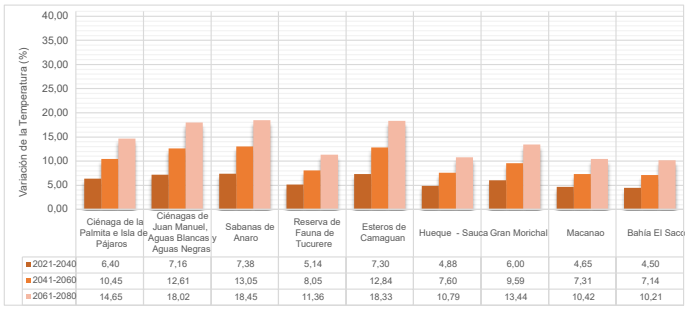


Figura 3.261: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Fauna- HadGEM31-LL-SSP5-8.5

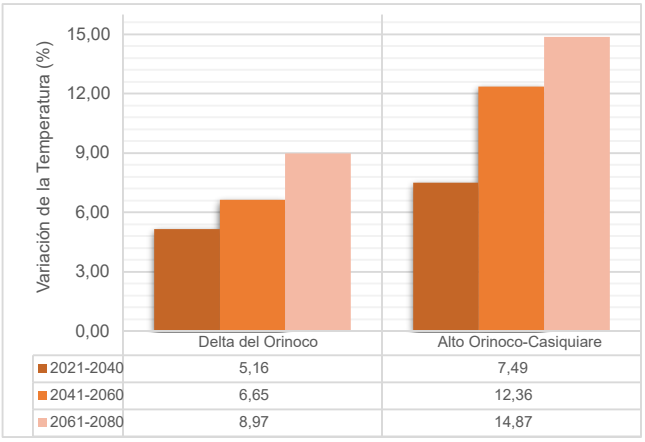


Figura 3.262: Variación de la temperatura máxima proyectada por Reserva de Biosfera HadGEM31-LL-SSP5-8.5

Las áreas protegidas son fundamentales para la conservación de la diversidad biológica y ecosistemas críticos para la supervivencia humana. Desempeñan un papel esencial en la protección y preservación de especies endémicas y hábitats poco representados. Además, actúan como corredores ecológicos, conectando diferentes hábitats y permitiendo el flujo natural de genes, especies y ecosistemas. Dada su importancia, se consideró evaluar la riqueza de especies animales presentes en las áreas naturales protegidas de Venezuela. La Tabla 3.90 muestra la riqueza promedio de especies animales para cada área natural protegida.

La naturaleza y sus contribuciones son esenciales para que la humanidad sobreviva y prospere en este planeta, no obstante, los ecosistemas y la diversidad biológica se están deteriorando rápidamente debido a la actividad humana. De acuerdo con la evaluación global del IPBES, el cambio climático es un impulsor directo que exacerba cada vez más los efectos de otros impulsores sobre la naturaleza y el bienestar humano. La diversidad biológica está sufriendo como respuesta directa al cambio climático y debido a la degradación y la transformación de los hábitats donde las especies han vivido durante miles de años (WWF, s/f). Dado que los cambios en las variables climáticas como la precipitación y la temperatura ejercen una presión adicional que puede afectar la resiliencia y el funcionamiento de los ecosistemas, así como la efectividad de las medidas de conservación, se consideró analizar la distribución geográfica de una especie que cumpliera con los siguientes criterios:

a) La especie estuviera catalogada como amenazada o en peligro, de acuerdo con la metodología de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); b) La especie contara con el número mínimo de registros de ocurrencias según lo recomendado para el programa MaxEnt 3.4.4; c) La especie tuviera acciones y programas de adaptación en ejecución, conforme a las Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN).

La especie seleccionada fue el Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), ya que cumple con los tres criterios establecidos. Es una especie en peligro crítico (CR) y además endémica (Balaguera *et al.*, 2018). Para los registros de ocurrencias de la especie en toda su área de distribución conocida, se realizó la recopilación a través de las bases de datos disponibles en el Centro Mundial de Información sobre Biodiversidad Global [62]. El

Tabla 3.90: Riqueza de especies animales promedio para cada área natural protegida

Categoría	Nombre Área Natural Protegida	Riqueza de especies animales (promedio)
Parques Nacionales	Aguaro - Guariquito	582
	Canaima	942
	Cerro Saroche	642
	Chorro El Indio (Dr. Amenodoro Rangel Lamus)	801
	Cienagas de Juan Manuel	624
	Cinaruco - Capanaparo (Santos Luzardo)	623
	Cueva de La Quebrada El Toro	620
	Delta del Orinoco (Mariusa)	653
	Dinira	756
	Duida Marahuaca	904
	El Caura	843
	El Guácharo	749
	El Guache	745
	El Tamá	801
	Guaramacal (General Cruz Carrillo)	764
	Guatopo	801
	Henri Pittier	888
	Laguna de Tacarigua	706
	Macarao	872
	Medanos de Coro	519
	Miguel J. Sanz (San Esteban)	878
	Mochima	708
	Paramos del Batallón y La Negra (Gral. Juan Pablo Peñaloza)	798
	Parima Tapirapeco	833
	Península de Paria	671
	Río Viejo - San Camilo	673
	Serranía La Neblina	865
	Sierra de La Culata (Dr. Antonio José Uzcátegui Burguera)	793
	Sierra de Perijá	807
	Sierra de San Luis (Juan Crisóstomo Falcon)	589
	Sierra Nevada	827
	Tapo-Caparo	762
	Terepaima	695
	Tirgua (General Manuel Manrique)	773
	Turuepanó	728
	Waraira Repano	846
	Yacambú	734
	Yapacana	865
	Turubí	677
Monumentos Naturales	Abra Rio Frio	779
	Alejandro de Humboldt (Cueva del Guácharo)	749
	Arístides Rojas (Morros De San Juan)	718
	Cadena de Tepuyes Orientales	985
	Cerro Autana	852
	Cerro Camani Y Morrocoy	866
	Cerro de María Lionza	741
	Cerro Guaiquinima	855
	Cerro Guanay	849
	Cerro Ichum y Cerro Guanacoco	856
	Cerro Santa Ana	513
	Cerro Tamacuari - Serranía Tapirapecó	812
	Cerro Venamo	963
	Cerro Vinilla y Cerro Aratitiyope	848
	Cerro Yaví	865
	Chorrera Las González	898
	Juan Germán Roscio (Cerro Platillón)	666
	Laguna de Urao	870
	Loma de León	695
	Macizo Cuao-Sipapo Y Cerro Moriche	865
	Macizo Paru - Euaja	861
	Meseta La Galera	798
	Morros de Macaira	691
	Pico Codazzi	872
	Piedra de Cocuy	865
	Piedra La Tortuga	818
	Piedra Pintada	835
	Serranía Yutaje - Coro-Coro	864
	Sierra Maigualida	847
	Sierra Marutaní	840
	Sierra Unturan	853
	Teta de Niquitao - Guirigay	800
Reserva de Biosfera	Alto Orinoco - Casiquiare	854
	Delta del Orinoco	656
Refugio Fauna Silvestre	Caño Guaritico	590
	Estero de Chiriguare	598
	Tortuga Arrau	742
Reserva de Fauna Silvestre	Esteros de Camaguan	591
	Gran Morichal	661
	Hueque - Sauca	573
	Reserva de Fauna de Tucurere	620
	Sabanas De Anaro	647
	Ciénaga de La Palmita e Isla De Pájaros	589
	Ciénagas de Juan Manuel, Aguas Blancas y Aguas Negras	628
Santuario de Fauna Silvestre	Cueva de Paraguaná	501

Fuente: Elaboración propia, considerando información disponible en IUCN (2023)

modelado de la distribución de la especie se llevó a cabo a través del programa MaxEnt 3.4.4, el cual funciona con algoritmos que predicen el potencial de distribución de las especies con relación a las condiciones ambientales conocidas y recopiladas a través del tiempo (Phillips *et al.*, 2006). Es considerado como uno de los programas más robustos y eficientes en dichas predicciones.

La modelación se realizó utilizando la distribución potencial actual de la especie, empleando como variables explicativas 19 variables bioclimáticas derivadas del modelo HadGEM31-LL (Tabla 3.91), y proyectando la distribución potencial a futuro para el período (2021-2040), obteniendo una distribución potencial debido al efecto del cambio climático. Como resultado se obtiene un gradiente de probabilidades de condiciones ambientales favorables para la especie que va de 0 (baja probabilidad) a 1 (alta probabilidad).

El modelo MaxEnt mostró un buen desempeño al modelar la distribución, evaluado mediante el estadístico AUC (Área Bajo la Curva). Los valores obtenidos para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 fueron un AUC de entrenamiento de 0,972 y un AUC de prueba de 0,998 para el período 2021-2040. Para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, los valores obtenidos para el período 2021-2040 fueron un AUC de entrenamiento de 0,981 y un AUC de prueba de 0,999, mostrando que los modelos predictivos tienen un alto grado de exactitud y buen rendimiento. Las variables con mayor porcentaje de contribución al modelo de distribución del Caimán del Orinoco para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y período 2021-2040, fueron la precipitación del mes más seco, que aportó el 48,6 %, seguida por la isotermalidad (20,9 %) y la estacionalidad de la precipitación (10,5 %), mientras que el resto de las variables presentaron valores menores al 8 % (Tabla 3.92).

En el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040, la variable con mayor contribución fue la precipitación del mes más seco, con un 48,6 %. Le

Tabla 3.91: Variables ambientales utilizadas en MaxEnt para generar los modelos de distribución del Caimán del Orinoco *(Crocodylus intermedius)*

Variables	Descripción
Bio01	Temperatura media anual
Bio02	Rango medio diurno
Bio03	Isotermalidad
Bio04	Estacionalidad de la Temperatura
Bio05	Temperatura máxima del mes más cálido
Bio06	Temperatura mínima del mes más frío
Bio07	Rango anual de temperatura
Bio08	Temperatura media del cuarto más húmedo
Bio09	Temperatura media del cuarto más seco
Bio10	Temperatura media del cuarto más caluroso
Bio11	Temperatura media del cuarto más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad en las precipitaciones
Bio16	Precipitación del cuarto más húmedo
Bio17	Precipitación del cuarto más seco
Bio18	Precipitación del cuarto más caluroso
Bio19	Precipitación del cuarto más frío

Tabla 3.92: Contribución de las variables ambientales al modelo MaxEnt de distribución del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

Variable	Nombre de la variable	Contribución (%)	Importancia por permutaciones
Bio14	Precipitación del mes más seco	48,6	12,4
Bio03	Isotermalidad	20,9	3,7
Bio15	Estacionalidad de la precipitación	10,5	12
Bio05	Temperatura máxima del mes más cálido	8	0
Bio07	Rango anual de temperatura	3,5	5,6
Bio01	Temperatura media anual	2	56,3
Bio17	Precipitación del trimestre más seco	1,8	0
Bio18	Temperatura media del trimestre más cálido	1,2	5
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido	1,1	0,1
Bio06	Temperatura mínima del mes más frío	0,7	1,7
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío	0,5	0,3
Bio19	Precipitación del trimestre más frío	0,4	0
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo	0,3	0,1
Bio04	Estacionalidad de la temperature	0,2	0,6
Bio13	Precipitación del mes más lluvioso	0,1	0
Bio08	Temperatura media del trimestre más húmedo	0,1	2,1
Bio09	Temperatura media del trimestre más seco	0,1	0
Bio12	Precipitación anual	0	0
Bio02	Rango medio diurno	0	0

siguieron la isotermalidad, con 15,8 %, y la temperatura máxima del mes más cálido, con un 14,5 %. El resto de las variables presentaron contribuciones menores al 9 % (Tabla 3.93).

En la Tabla 3.94, se muestran los escenarios y la proyección a mediano plazo, observando una tendencia a disminuir la superficie en comparación a la distribución actual, la cual corresponde a 98.699 km^2. En el escenario SSP2-4.5, la tendencia es a disminuir la superficie en el período (2021-2040) a un valor de 90.225 km^2, (-8,59 % de cambio). En cuanto al escenario SSP5-8.5, la tendencia también es a disminuir en comparación a la distribución actual, con un valor de 83.219 km^2 (-15,68 % de cambio). En la Figura 3.263, se muestra la distribución espacial potencial del Caimán del Orinoco.

En lo que respecta a las variaciones de precipitación, en la Figura 3.264, se puede apreciar para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, que el período (2021-2040) presentará poca afectación con un 0,80 %. Esto cambia ligeramente en HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040, presentando más afectación con -3,64 %.

En lo que respecta a las variaciones de la temperatura máxima, en la Figura 3.265, se aprecia, para el HadGEM31-LL-S SP2-4.5, menor variación con un valor de 6,02 %, en comparación con en el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el cual presentará una variación de 6,71 %.

3.3.18.3. Valoración y evaluación de vulnerabilidades

Los impactos del cambio climático en la naturaleza son complejos y varían considerablemente entre regiones, ecosistemas y especies. Dependiendo de si la función y productividad de los ecosistemas están limitadas por las precipitaciones, la radiación o la temperatura, los efectos del cambio climático afectan a la diversidad biológica en diferentes escalas y de distintas formas (Figura 3.266). Uno de los impactos más estudiados del cambio climático es el efecto en la distribución geográfica de especies y ecosistemas. Por ello, es crucial desarrollar estrategias de adaptación que permitan disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector de diversidad biológica debido a la variación en la distribución de especies e invasiones de especies exóticas.

Partiendo de la cadena de impactos y la información disponible, en la Tabla 3.95, se señalan los indicadores que fueron considerados para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica. Identificados los indicadores para medir los componentes de vulnerabilidad en el sector, el análisis se abordó de la siguiente manera:

Para el análisis de la vulnerabilidad por riqueza de especies de animales en las áreas naturales protegidas, los indicadores utilizados como factores de exposición

Tabla 3.93: Contribución de las variables ambientales al modelo MaxEnt de distribución del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

Variable	Nombre de la variable	Contribución (%)	Importancia por permutaciones
Bio14	Precipitación del mes más seco	48,6	8
Bio03	Isotermalidad	15,8	3,8
Bio05	Temperatura máxima del mes más cálido	14,5	0,8
Bio05	Temperatura máxima del mes más cálido	8,8	0
Bio04	Estacionalidad de la temperatura	3,8	3,1
Bio15	Estacionalidad de la precipitación	3,8	8,9
Bio01	Temperatura media anual	1,9	59,7
Bio19	Precipitación del trimestre más frío	1	0
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo	0,7	1,7
Bio07	Rango anual de temperatura	0,6	12,6
Bio06	Temperatura mínima del mes más frío	0,3	1,2
Bio09	Temperatura media del trimestre más seco	0,2	0
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío	0	0,2
Bio02	Rango medio diurno	0	0
Bio13	Precipitación del mes más lluvioso	0	0
Bio12	Precipitación anual	0	0
Bio18	Temperatura media del trimestre más cálido	0	0
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido	0	0
Bio08	Temperatura media del trimestre más húmedo	0	0

Tabla 3.94: Superficie de distribución actual y proyectada de la especie y los porcentajes de cambio para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5

	Actual Superficie (km^2)	2021-2040	
		Superficie (km^2)	% Cambio
	98.699		
SSP2-4.5	-	90.225	-8,59
SSP5-8.5	-	83.219	-15,68

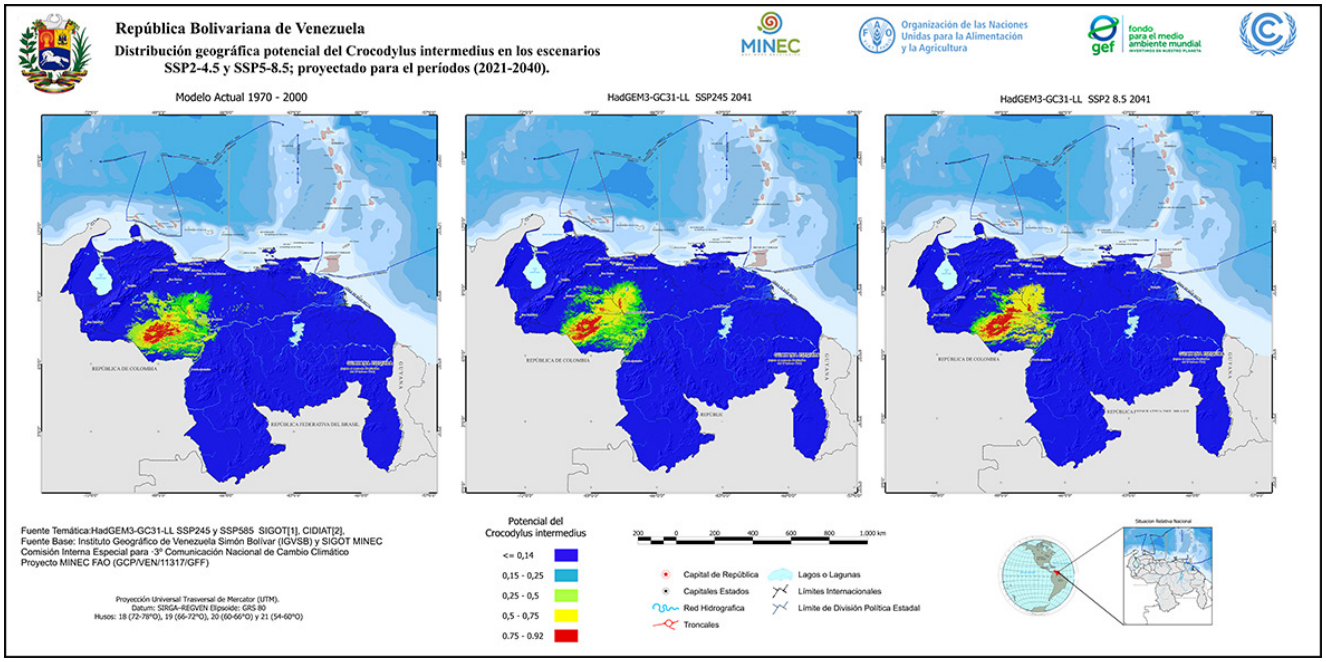


Figura 3.263: Distribución geográfica potencial del *Crocodylus intermedius* en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5; proyectado para el período (2021-2040)

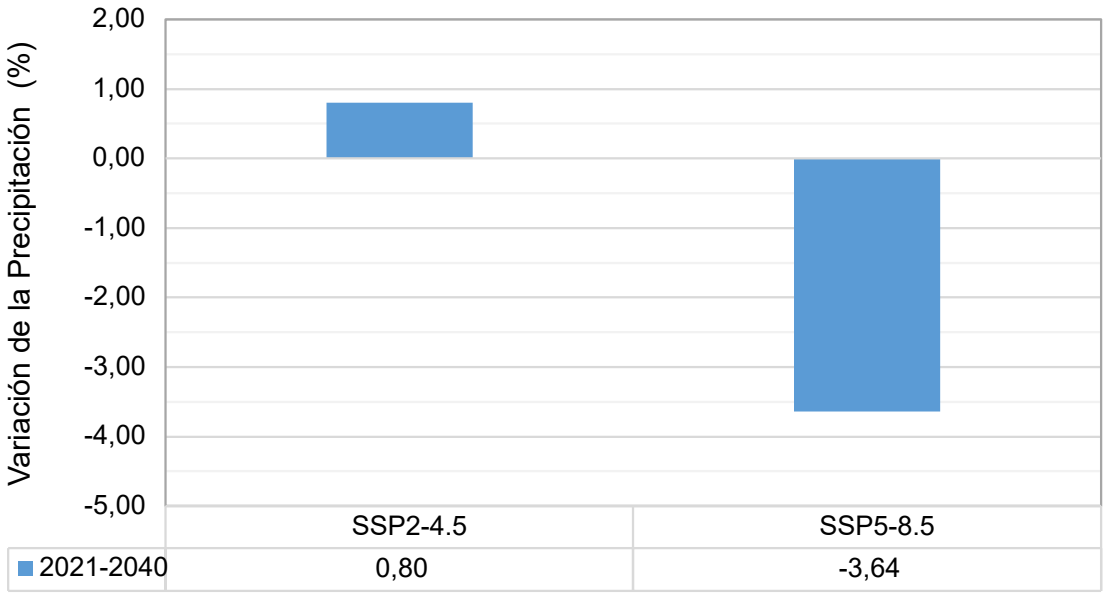


Figura 3.264: Variación de la precipitación en el área de distribución potencial del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius)* en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 proyectado para el período (2021-2040)

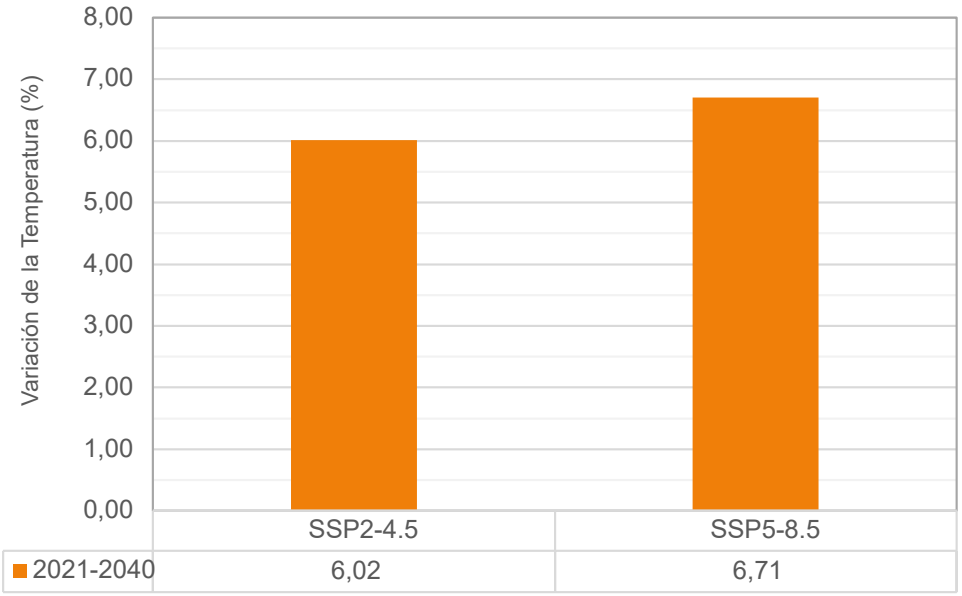


Figura 3.265: Variación de la temperatura máxima en el área de distribución potencial del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 proyectado para los períodos (2021-2040)

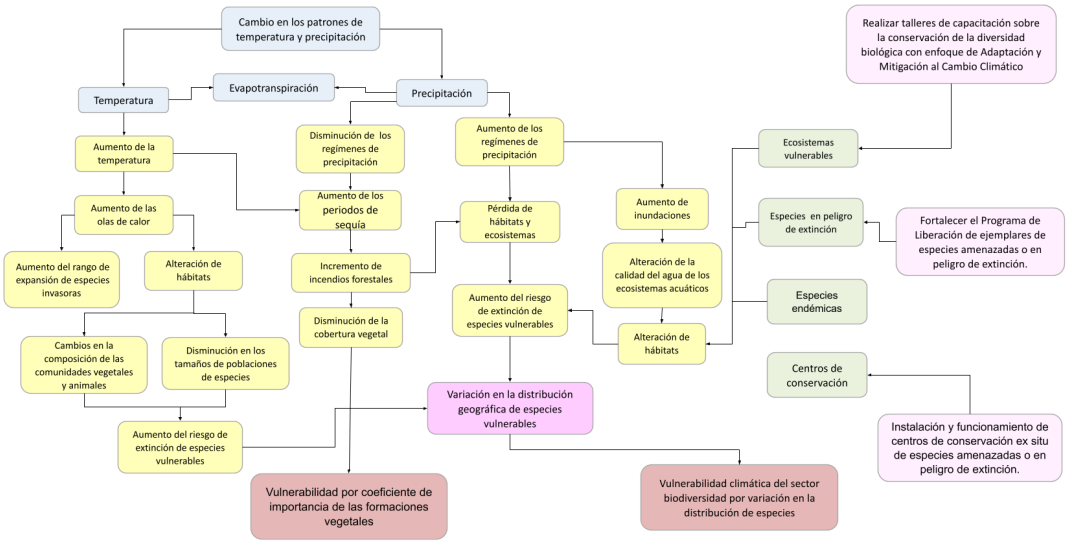


Figura 3.266: Cadena de impactos para el sector biodiversidad

Tabla 3.95: Indicadores considerados para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica

Componentes	Factor Relevante	Indicador
Exposición	Precipitación	Variación en la precipitación media anual
	Variables bioclimáticas	Comportamiento de 19 variables climáticas
Sensibilidad	Distribución geográfica de especies amenazadas	Variación en la distribución de la especie
	Importancia de las formaciones vegetales	Factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales
	Riqueza de especies animales	Factor normalizado de la riqueza de especies animales
Capacidad de Adaptación	Fortalecimiento del sector biodiversidad	Factor de adaptación del sector biodiversidad

Fuente: MINEC, 2024

fueron la variación de la precipitación (Figura 3.267) e incremento de la temperatura (Figura 3.268) usando el modelo climático HadGEM3-GC31-LL, para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, proyectados para el período 2021-2040; como factor de sensibilidad se empleó el factor normalizado de la riqueza de especies de animales en las áreas protegidas (Tabla 3.96 y Figura 3.269).

El factor de adaptación considera las acciones ejecutadas para el fortalecimiento del sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y sus Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso (PORU). El alcance de estas acciones se contempla a nivel nacional, con un cambio transformacional muy probable hacia la reducción de los efectos adversos del cambio climático en

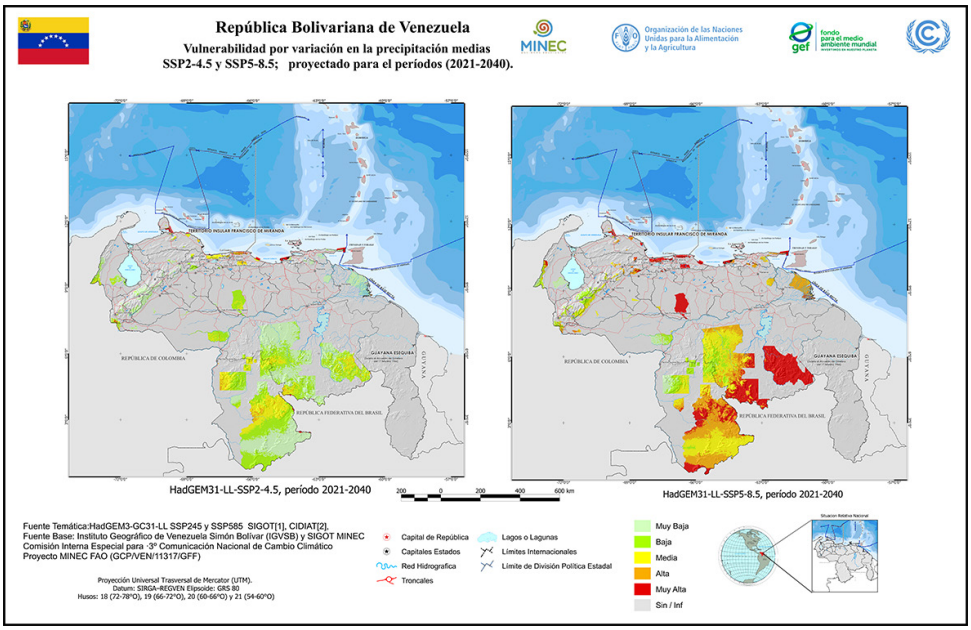


Figura 3.267: Exposición por variación en la precipitación media por área natural protegida, para los escenarios los HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

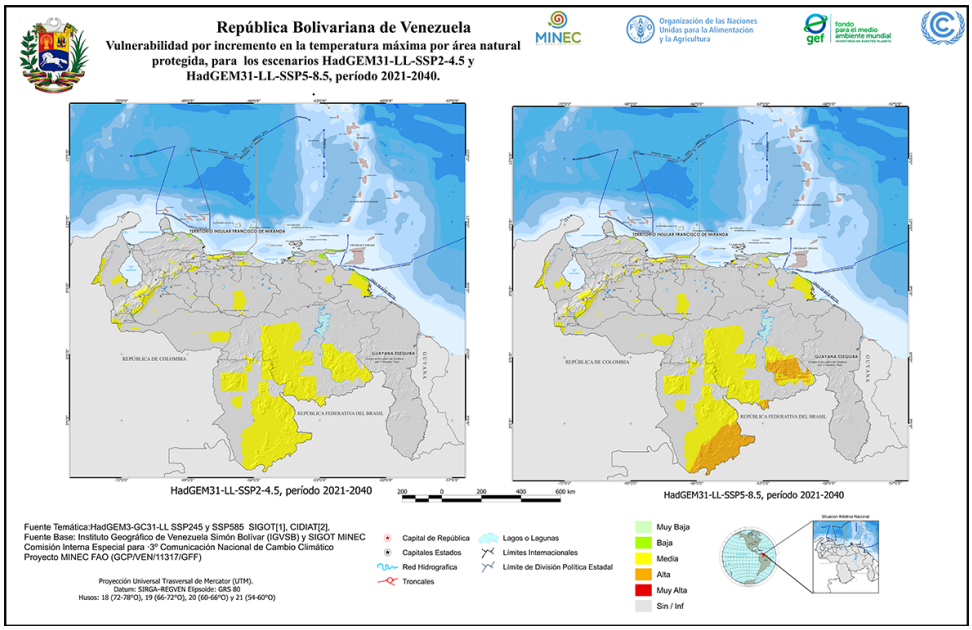


Figura 3.268: Exposición por incremento en la temperatura máxima por área natural protegida, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

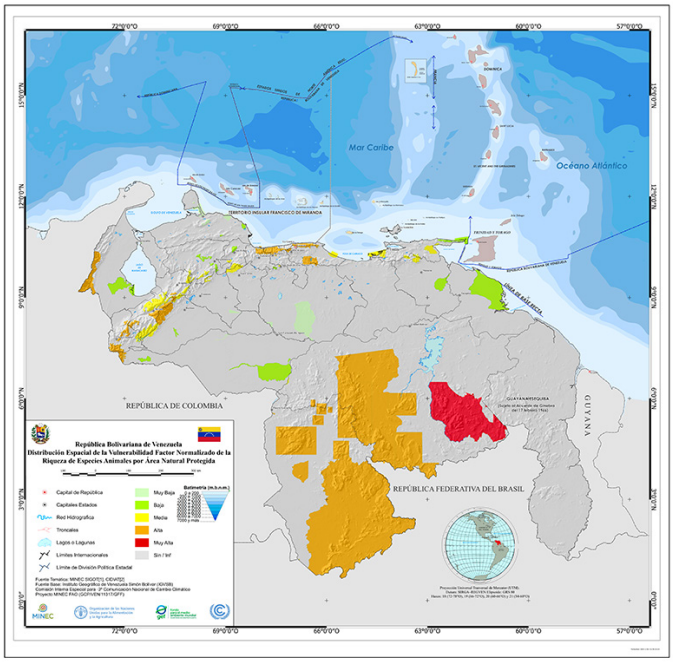


Figura 3.269: Sensibilidad por distribución espacial de la vulnerabilidad factor normalizado de la riqueza de especies animales por área natural protegida

las áreas naturales que cuentan con PORU y un cambio transformacional posible en las áreas naturales que no tienen sus Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso. En consecuencia, se determina que la adaptación en este sector se encuentra entre consolidado y en proceso, lo cual representa una vulnerabilidad entre baja y media. Por tanto, se asignan los valores de 1 y 3 para este indicador (Figura 3.270).

Para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático por probabilidad de distribución de especies amenazadas, se utilizaron los siguientes indicadores: 1) Factor de exposición: 19 variables bioclimáticas; 2) Factores de sensibilidad: Factores normalizados de variación en la distribución de especies amenazadas para los escenarios climáticos HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, proyectados para el período 2021-2040, y de intervención de las formaciones vegetales (en el período 1988-2010) en el área de distribución del Caimán del Orinoco; 3) Capacidad de adaptación, medida a través del factor de adaptación del sector diversidad biológica.

El análisis de la variación en la distribución de especies amenazadas se realizó mediante el modelado de la distribución del Caimán del Orinoco, utilizando el programa MaxEnt 3.4.4 (modelo de máxima entropía). Este análisis empleó la distribución potencial actual de la especie y utilizó como variables explicativas las 19

Tabla 3.96: Factor normalizado Riqueza de especies animales por área natural protegida

Categoría	Nombre Área Natural Protegida	Riqueza de especies animales (promedio)	FnRsa
Parques Nacionales	Aguaro - Guariquito	582	0,17
	Canaima	942	0,91
	Cerro Saroche	642	0,29
	Chorro El Indio (Dr. Amenodoro Rangel Lamus)	801	0,62
	Cienagas de Juan Manuel	624	0,25
	Cinaruco - Capanaparo (Santos Luzardo)	623	0,25
	Cueva de La Quebrada El Toro	620	0,25
	Delta del Orinoco (Mariusa)	653	0,31
	Dinira	756	0,53
	Duida Marahuaca	904	0.83
	El Caura	843	0,71
	El Guácharo	749	0,51
	El Guache	745	0,5
	El Tamá	801	0,62,
	Guaramacal (General Cruz Carrillo)	764	0,54
	Guatopo	801	0,62
	Henri Pittier	888	0,8
	Laguna de Tacarigua	706	0,42
	Macarao	872	0,77
	Medanos de Coro	519	0,04
	Miguel J. Sanz (San Esteban)	878	0,78
	Mochima	708	0,43
	Paramos del Batallón y La Negra (Gral. Juan Pablo Peñaloza)	798	0,61
	Parima Tapirapeco	833	0,69
	Península de Paria	671	0,35
	Río Viejo - San Camilo	673	0,36
	Serranía La Neblina	865	0,75
	Sierra de La Culata (Dr. Antonio José Uzcátegui Burguera)	793	0,6
	Sierra de Perijá	807	0,63
	Sierra de San Luis (Juan Crisóstomo Falcon)	589	0,18
	Sierra Nevada	827	0,67
	Tapo-Caparo	762	0,54
	Terepaima	695	0,4
	Tirgua (General Manuel Manrique)	773	0,56
	Turuepanó	728	0,47
	Waraira Repano	846	0,71
	Yacambú	734	0,48
	Yapacana	865	0,75
	Turubí	677	0,36
Monumentos Naturales	Abra Rio Frio	779	0,57
	Alejandro de Humboldt (Cueva del Guácharo)	749	0,51,
	Arístides Rojas (Morros De San Juan)	718	0,45
	Cadena de Tepuyes Orientales	985	1
	Cerro Autana	852	0,73
	Cerro Camani Y Morrocoy	866	0,75
	Cerro de María Lionza	741	0,5
	Cerro Guaiquinima	855	0,73
	Cerro Guanay	849	0,72
	Cerro Ichum y Cerro Guanacoco	856	0,73
	Cerro Santa Ana	513	0,02
	Cerro Tamacuari - Serranía Tapirapecó	812	0,64
	Cerro Venamo	963	0,95
	Cerro Vinilla y Cerro Aratitiyope	848	0,72
	Cerro Yaví	865	0,75
	Chorrera Las González	898	0,82
	Juan Germán Roscio (Cerro Platillón)	666	0,34
	Laguna de Urao	870	0,76
	Loma de León	695	0,4
	Macizo Cuao-Sipapo Y Cerro Moriche	865	0,75
	Macizo Paru - Euaja	861	0,74
	Meseta La Galera	798	0,61
	Morros de Macaira	691	0,39
	Pico Codazzi	872	0,77
	Piedra de Cocuy	865	0,75
	Piedra La Tortuga	818	0,65
	Piedra Pintada	835	0,69
	Serranía Yutaje - Coro-Coro	864	0,75
	Sierra Maigualida	847	0,71
	Sierra Marutaní	840	0,7
	Sierra Unturan	853	0,73
	Teta de Niquitao - Guirigay	800	0,62
Reserva de Biosfera	Alto Orinoco - Casiquiare	854	0,73
	Delta del Orinoco	656	0,32
Refugio Fauna Silvestre	Caño Guaritico	590	0,18
	Estero de Chiriguare	598	0,2
	Tortuga Arrau	742	0,5
Reserva de Fauna Silvestre	Esteros de Camaguan	591	0,19
	Gran Morichal	661	0,33
	Hueque - Sauca	573	0,15
	Reserva de Fauna de Tucurere	620	0,25
	Sabanas De Anaro	647	0,3
	Ciénaga de La Palmita e Isla De Pájaros	589	0,18
	Ciénagas de Juan Manuel, Aguas Blancas y Aguas Negras	628	0,26
Santuario de Fauna Silvestre	Cueva de Paraguaná	501	0

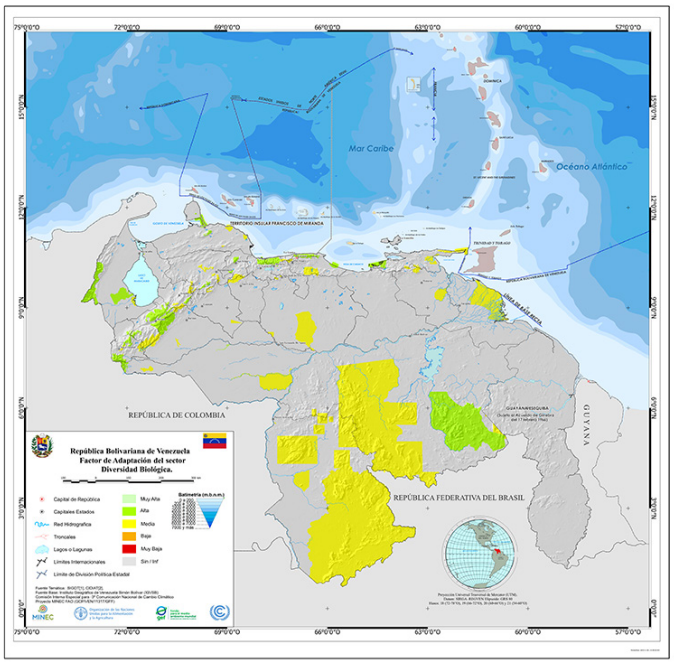


Figura 3.270: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica

variables bioclimáticas, proyectando dicha distribución potencial a futuro para el período 2021-2040. El resultado fue un gradiente de probabilidad de presencia de la especie, que va de 0 (muy baja probabilidad) a 1 (alta probabilidad). Estos valores se reclasificaron para expresarlos en unidades de vulnerabilidad. La Figura 3.271 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad por probabilidad de distribución de la especie para los escenarios HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL-SSP5-8.5, proyectados para el período 2021-2040.

En el caso del factor normalizado de la intervención de las formaciones vegetales (en el período 1988-2010) en el área de distribución del Caimán del Orinoco, se consideraron las variaciones para los escenarios HadGEM3-GC31-LL- SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL- SSP5-8.5 período 2021-2040. De acuerdo con la Ecuación 3.24, los resultados del factor normalizado (Tabla 3.97) se expresan en unidades de vulnerabilidad (Figura 3.272).

El factor de adaptación considera las siguientes acciones establecidas: en primer lugar, el fortalecimiento del programa de liberación de ejemplares de especies amenazadas o en peligro de extinción, y, en segundo

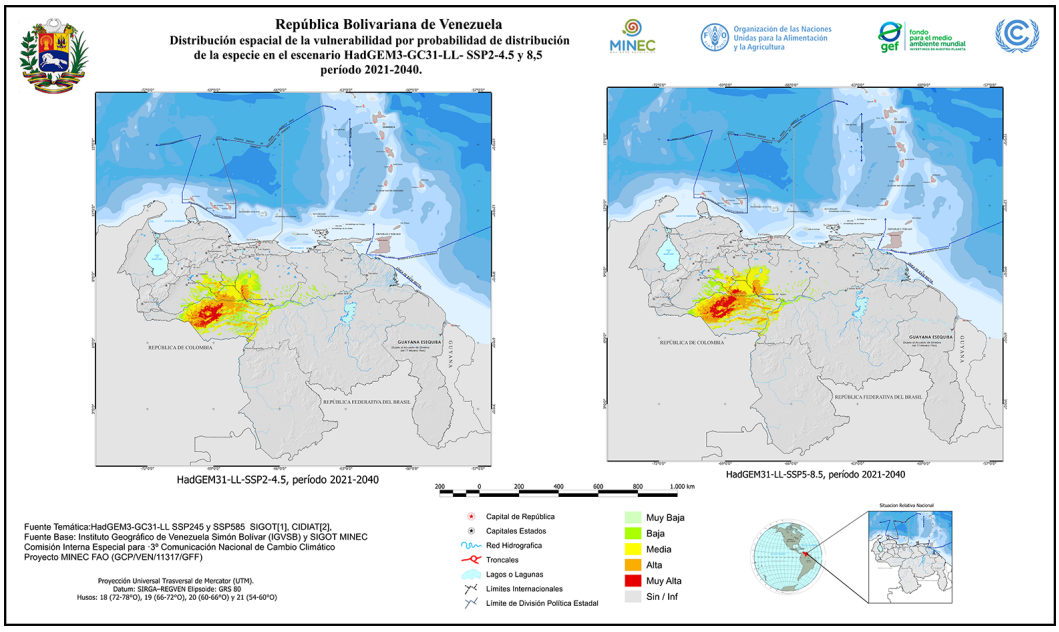


Figura 3.271: Distribución espacial de la vulnerabilidad por probabilidad de distribución de la especie para los escenarios HadGEM3-GC31-LL- SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL- SSP5- 8.5, período 2021-2040

$$F_N\ I_{FV} = \frac{I_{FV} - I_{FV\ min}}{I_{FV\ máx} - I_{FV\ min}} \qquad (E3.8)$$

Donde:

$F_N\ I_{FV}$: Factor normalizado de intervención de las formaciones vegetales

I_{FV}: Intervención de las formaciones vegetales en el área de distribución del Caimán del Orinoco (km^2)

$I_{FV\ mín}$: Intervención de las formaciones vegetales mínima en el área de distribución del Caimán del Orinoco (km^2)

$I_{FV\ máx}$: Intervención de las formaciones vegetales máxima en el área de distribución del Caimán del Orinoco (km^2)

Tabla 3.97: Factor normalizado de intervención de las formaciones vegetales en el área de distribución del *Crocodylus intermedius*, para los escenarios HadGEM3-GC31-LL- SSP2-4.5 y HadGEM3-GC31-LL- SSP5-8.5 período 2021-2040

Formación vegetal	HadGEM3-GC31-LL-SSP2-4.5		HadGEM3-GC31-LL-SSP5- 8.5	
	Pérdida (km2)	FN IFV	Pérdida (km2)	FN IFV
Bosques	-21	0,002	-138	0
Bosques Ribereños	-8.254	0,61	-7640	0,55
Sabanas y Herbazales	13.445	1,00	-13.721	1,00
Áreas intervenidas	21.707	1,00	21.561	1,00

lugar, la instalación y funcionamiento de centros de conservación ex situ para estas especies. El alcance de estas acciones es nacional, y se proyecta un cambio transformacional muy probable hacia la reducción de los efectos adversos del cambio climático. Por lo tanto, se determina que la adaptación en este sector se encuentra consolidada, lo cual representa una vulnerabilidad muy baja (asumiendo un valor de 1 para este indicador, Figura 3.273).

Para el análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales, los indicadores empleados fueron: como factor de exposición, la variación de la precipitación usando el modelo climático HadGEM3-GC31-LL, para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, proyectados para el período 2021-2040 (Figura 3.274),

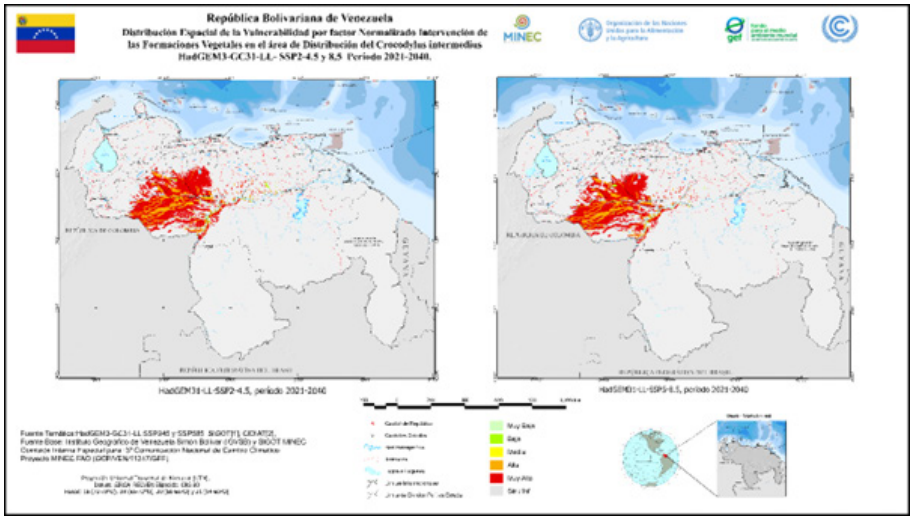


Figura 3.272: Distribución espacial de la vulnerabilidad por factor normalizado intervención de las formaciones vegetales en el área de distribución del *Crocodylus intermedius*, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

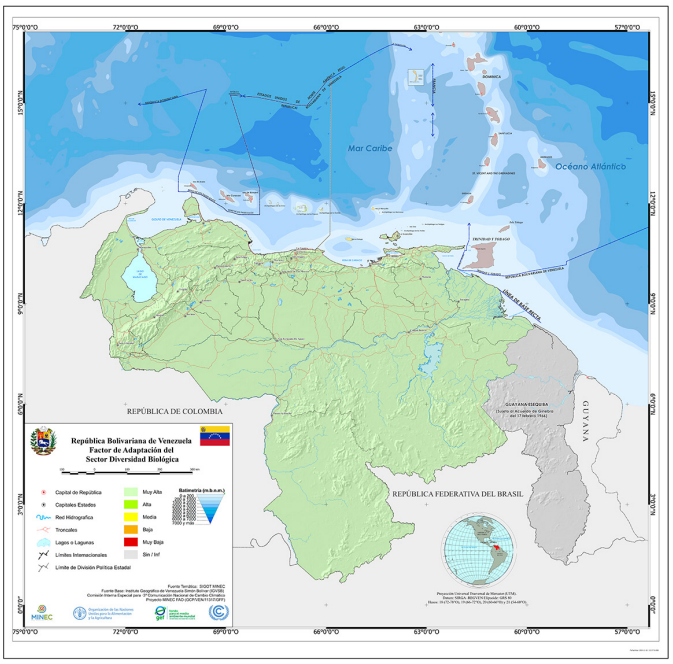


Figura 3.273: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica por especies amenazadas

el factor de sensibilidad fue el factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales y el factor de adaptación del sector diversidad biológica.

En la Tabla 3.98, se presentan las formaciones vegetales analizadas, su descripción y los valores del coeficiente de importancia, obtenidos por PNUD – CIDIAT (2022), que se utilizaron para obtener el factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales. En la Tabla 3.99 y Figura 3.277, se muestran los resultados del factor normalizado, los cuales se expresan en unidades de vulnerabilidad, de acuerdo con los juicios de reclasificación.

El factor de adaptación considera las siguientes acciones ejecutadas: en primer lugar, la realización de talleres sobre la revisión y evaluación de la implementación de la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica; en segundo lugar, el fortalecimiento del sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y sus Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso (PORU). El alcance de estas acciones es nacional y se proyecta un cambio transformacional probable hacia la reducción de los efectos adversos del cambio climático. Por lo tanto, se determinó que la

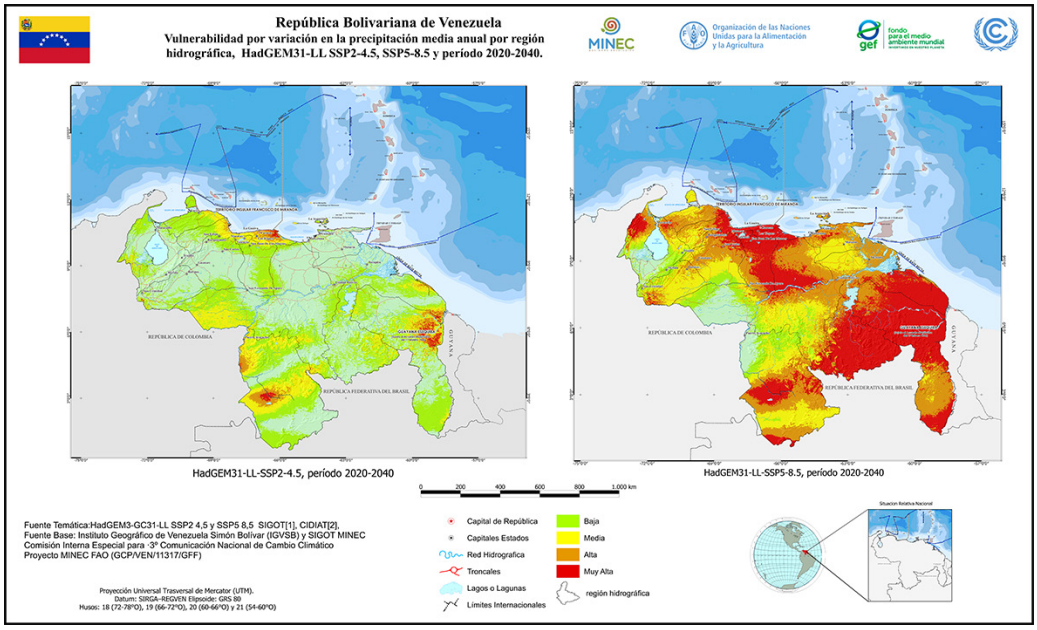


Figura 3.274: Exposición por variación en la precipitación media anual, para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

Tabla 3.98: Valores obtenidos del coeficiente de importancia (K) de las formaciones vegetales

Formación vegetal	Descripción	K
Bosque	Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos que forman por lo menos un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, generalmente de más de 5 m de altura.	0,16
Bosque Ribereño	Comunidad arbórea que bordea un curso de agua; si el curso de agua atraviesa una zona no boscosa (Ej. una sábana) la formación arbórea desarrollada en sus riberas se llama bosque de galería.	0,15
Manglar	Comunidad arbórea generalmente no mayor de 12 m de alto, asociada a suelos planos y fangosos influenciados por las mareas, que soporta condiciones de relativa alta salinidad o salobres.	0,13
Arbustal	Comunidad vegetal dominada por arbustos, de menos de 5 m de alto, con dosel irregular. Este término incluye a los matorrales, espinares y cardonales.	0,08
Páramo	Comunidad vegetal típicamente altiandina, dominada por arbustos de forma de vida caulirrósula (frailejones), otros arbustos y hierbas.	0,12
Sabana	Comunidad vegetal constituida principalmente por plantas herbáceas que forman un estrato ecológicamente dominante, a pesar de la eventual presencia de elementos leñosos (arbustos, árboles aislados, palmas, etc.), sin que estos formen un dosel continúo.	0,07
Plantación Forestal	Comunidad arbórea establecida por el hombre con fines protectores o productores.	0,07
Cultivos	Comunidades vegetales herbáceas (cultivos agrícolas, pastizales), establecidas por el hombre con fines agrícolas.	0,07
Herbazal	Formación vegetal de fisionomía semejante a la sabana abierta de llanura, diferenciándose de ésta en que la vegetación, principalmente compuesta por herbáceas no se disponen en macollas, sino que forman un estrato continúo de hierbas altas. Predomina hacia las colinas y faldas de las altas montañas; su origen puede estar asociado a influencias antrópicas.	0,05
Vegetación Especial	Formación natural de apariencia herbácea, florísticamente autóctona, con predominancia de especies endémicas de gran especialización y escasa presencia de gramíneas, localizada en las cimas planas del tepuyes, en ciertas áreas de la altiplanicie de la Gran Sabana y en algunas planicies con suelos de arenas blancas del estado Amazonas. En las cumbres de tepuyes, sobre rocas de arenisca, se asocian especies pertenecientes a las familias de las Cyperaceae, Rapateaceae, Bromeliaceae, Polygalaceae, etc. En las planicies prevalecen las mismas especies, pero entremezcladas con elementos arbustivos enanos de las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae, y Melastomataceae. En este caso Huber (1982), ha denominado a esta formación Sabana Amazónica.	0,11
Descubierto	Área casi o totalmente desprovista de vegetación, presentes sobre afloramientos rocosos, nieves perpetuas, médanos y playas.	0,00

Fuente: PNUD – CIDIAT (2022).

Tabla 3.99: Factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales

Formación vegetal	K	FN KFV
Bosque	0,16	1,0
Bosque Ribereño	0,15	0,94
Manglar	0,13	0,81
Arbustal	0,08	0,50
Páramo	0,12	0,75
Sabana	0,07	0,44
Plantación Forestal	0,07	0,44
Cultivos	0,07	0,44
Herbazal	0,05	0,31
Vegetación Especial	0,11	0,69
Descubierto	0,0	0

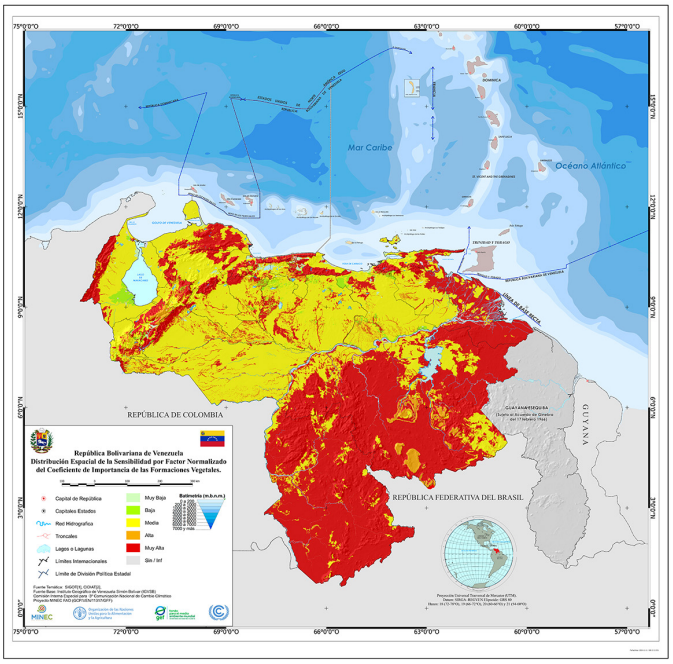


Figura 3.275: Sensibilidad por factor normalizado del coeficiente de importancia de las formaciones vegetales

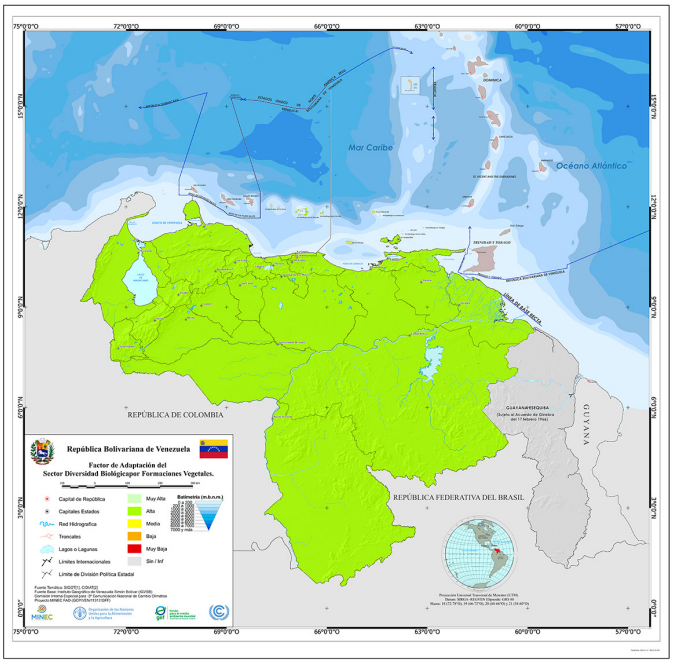


Figura 3.276: Capacidad de adaptación del sector diversidad biológica por formaciones vegetales

adaptación en este sector se encuentra consolidada, lo cual representa una vulnerabilidad baja (asumiendo un valor de 1 para este indicador, Figura 3.276).

Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, por riqueza de especies animales por área natural protegida

Una vez analizados los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica por riqueza de especies animales en áreas naturales protegidas, se presenta en las Figuras 3.277 y 3.278 la distribución espacial de la vulnerabilidad para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 en el período 2021-2040.

De los resultados se observa que, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 15 % de las áreas naturales protegidas presentan una vulnerabilidad alta, el 78 % una vulnerabilidad media y el 7 % una vulnerabilidad baja (Figura 3.279). En contraste, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 71 % de las áreas presentan una vulnerabilidad alta, el 27 % una vulnerabilidad media y el 2 % una vulnerabilidad baja (Figura 3.280).

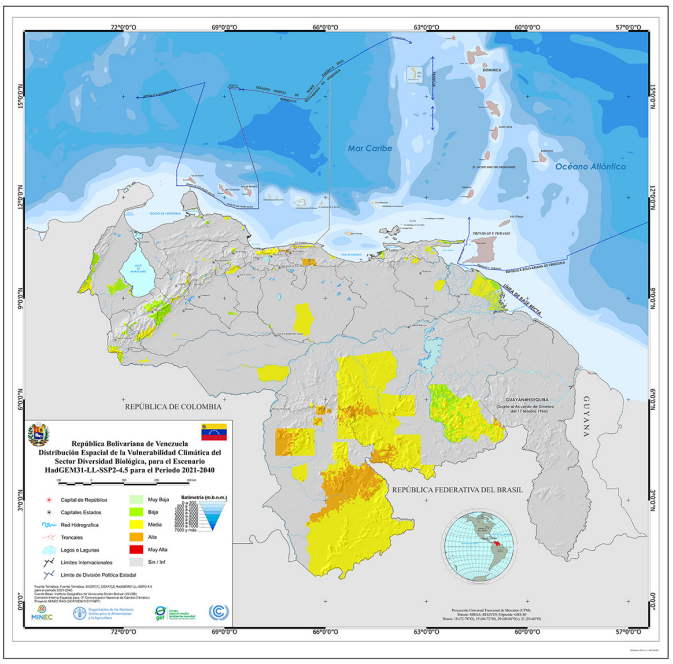


Figura 3.277: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

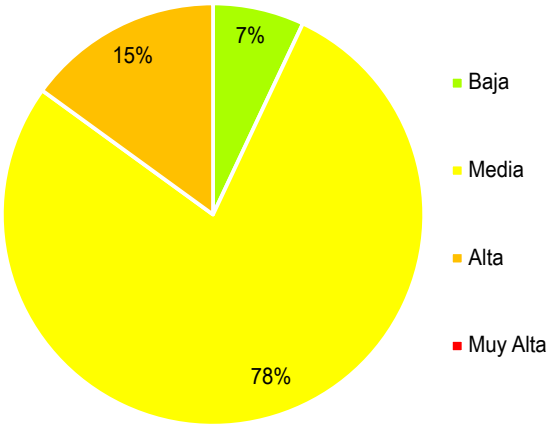


Figura 3.279: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

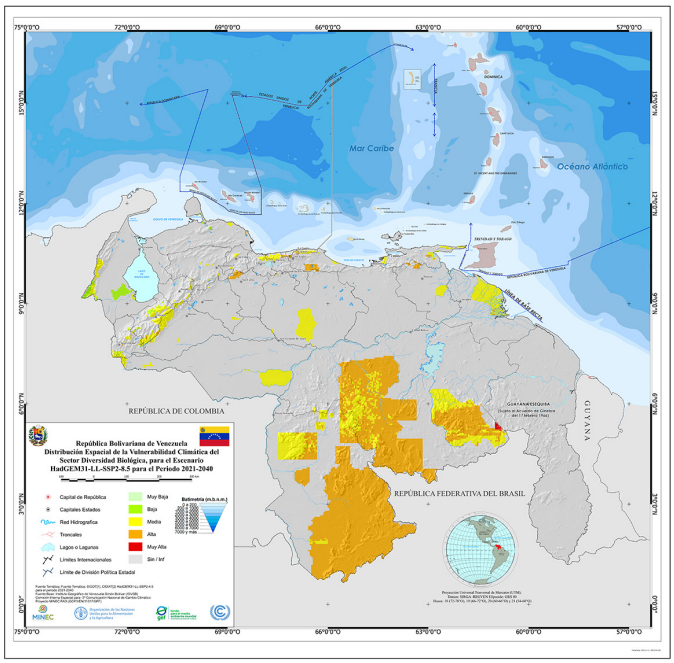


Figura 3.278: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

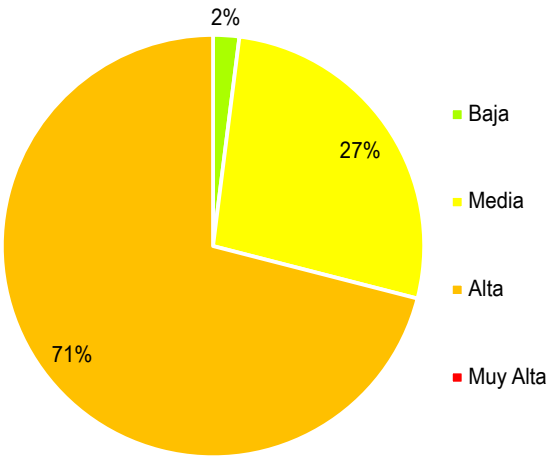


Figura 3.280: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del 0ector diversidad biológica para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, por probabilidad de distribución de especies amenazadas

Una vez analizados los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica por probabilidad de distribución de especies amenazadas, se presentan en las Figuras 3.281 y 3.282, la distribución espacial de la vulnerabilidad para los escenarios HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 en el período 2021-2040. Se observa que, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 88,87 % del área de distribución del Caimán del Orinoco presenta una vulnerabilidad media y el 11,13 % una vulnerabilidad baja (Figura 3.283). En contraste, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, el 90,73 % del área de distribución del Caimán del Orinoco presenta una vulnerabilidad baja y el 9,27 % una vulnerabilidad media (Figura 3.284).

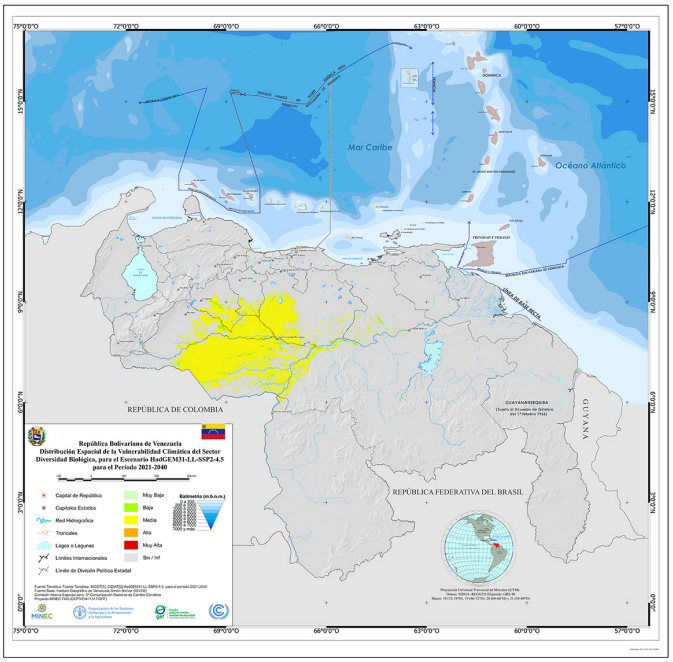


Figura 3.281: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 para el período 2021-2040

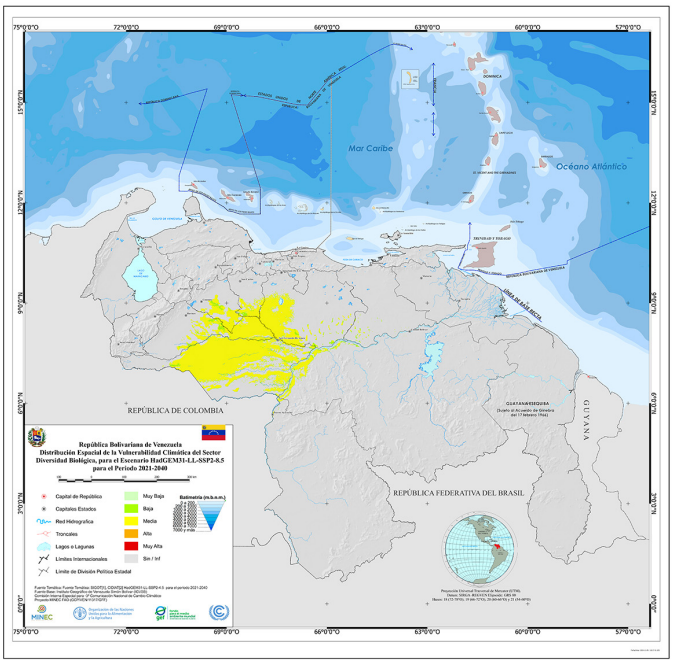


Figura 3.282: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040

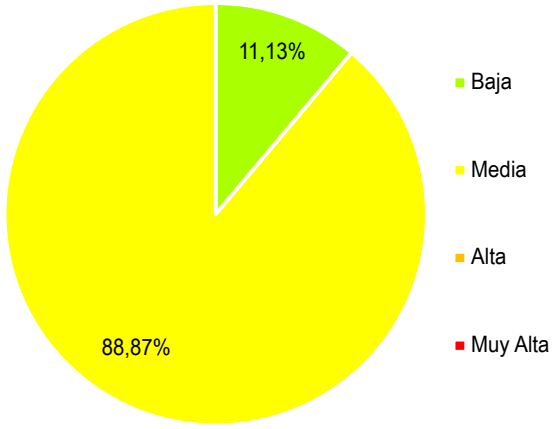


Figura 3.283: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

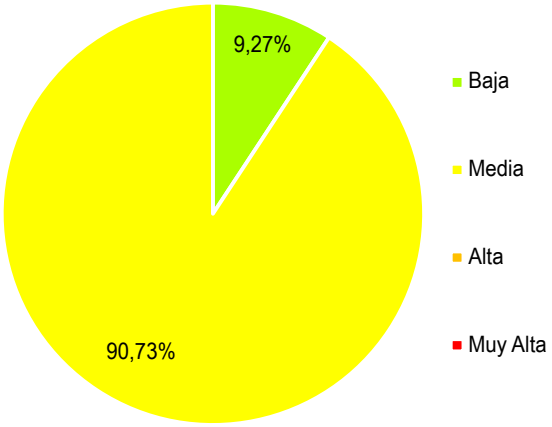


Figura 3.284: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por probabilidad de distribución de especie amenazada, para el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

Vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica, por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales

Luego de analizar los factores para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales, se presenta en las Figuras 3.285 y 3.286, la distribución espacial de la vulnerabilidad para el escenario HadGEM31-LL-SSP2-4.5 y HadGEM31-LL-SSP5-8.5 para el período 2021-2040 respectivamente. Se aprecia que para el HadGEM31-LL-SSP2-4.5, el 63 % del país presenta una vulnerabilidad media, el 27 % una vulnerabilidad baja y el 10 % una vulnerabilidad alta (Figura 3.287); mientras que en el escenario HadGEM31-LL-SSP5-8.5, se observa que el 56 % del país presenta una vulnerabilidad alta, el 37 % una vulnerabilidad media y el 7 % una vulnerabilidad baja (Figura 3.288).

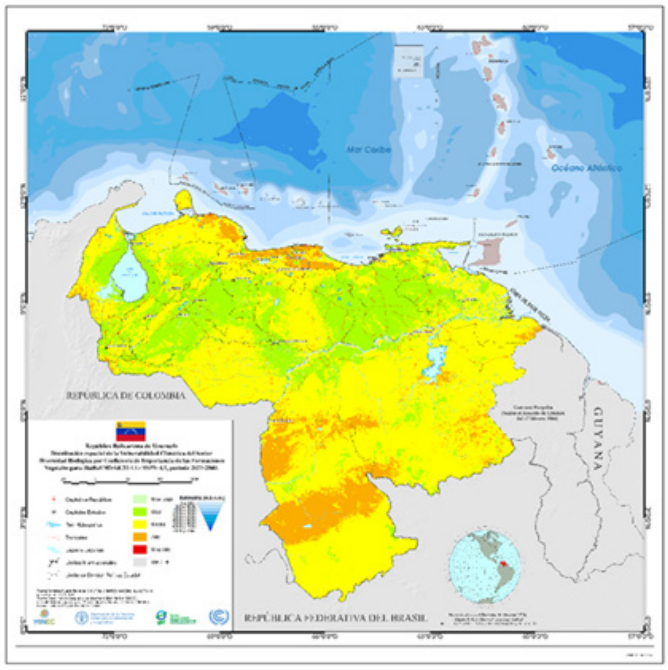


Figura 3.285: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

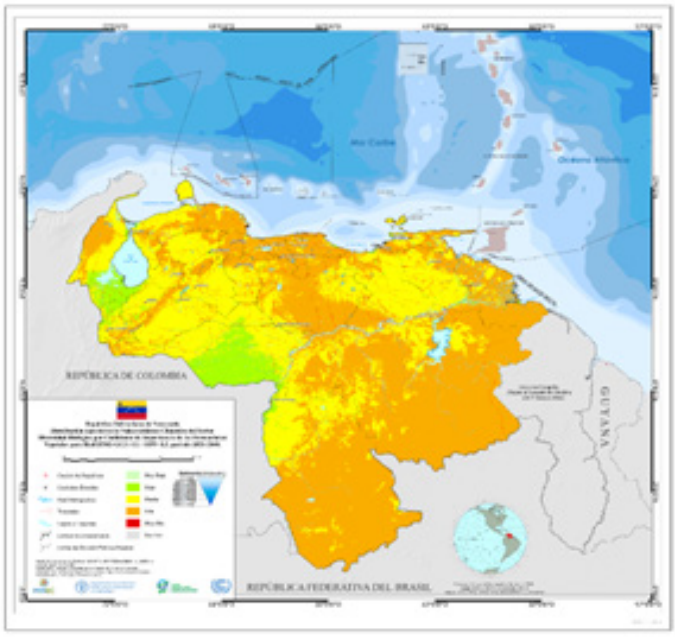


Figura 3.286: Distribución espacial de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM3-GC31-LL-SSP5- 8.5, período 2021-2040

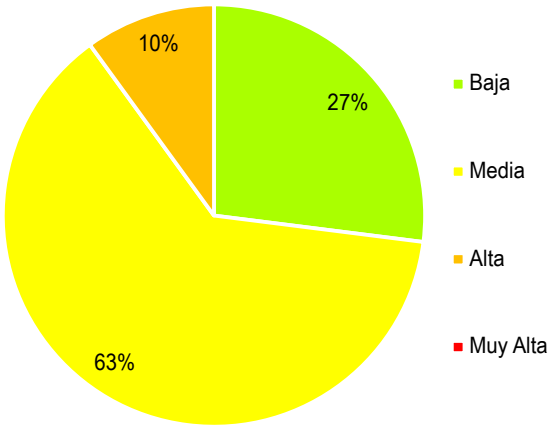


Figura 3.287: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP2-4.5, período 2021-2040

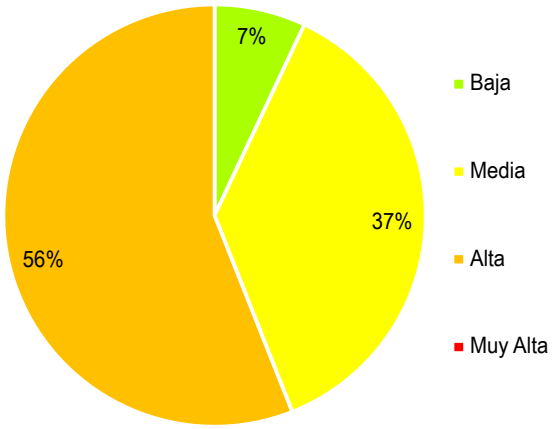


Figura 3.288: Distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector diversidad biológica por coeficiente de importancia de las formaciones vegetales para HadGEM31-LL-SSP5-8.5, período 2021-2040

3.4. Acciones de Adaptación al Cambio Climático

3.4.1. Proyectos e Iniciativas financiadas con recursos nacionales a través del Fondo Rotatorio

El Gobierno Nacional creó en 2022, un fondo nacional rotatorio para financiar proyectos de investigación y fortalecer las políticas públicas frente a la crisis climática. El MINEC presentó en 2023, el Sistema de Gestión de Proyectos de Crisis Climática (SIGEPROCC), el cual es una plataforma automatizada diseñada para fortalecer las políticas públicas y realizar proyectos de investigación relacionados con el cambio climático. Este sistema sirve como una base de datos integral de todos los actores involucrados en las actividades de cambio climático en Venezuela. Además, facilita convocatorias para el diseño e implementación de proyectos de investigación (Figura 3.289 y Tabla 3.100), que contribuyan al logro de las metas de las CDN[63].

3.4.2. Proyectos de Iniciativas de Cooperación Internacional para Cambio Climático

En los últimos años, Venezuela ha emprendido una ambiciosa agenda climática, integrada por Proyectos de Iniciativas de Cooperación Internacional para Cambio Climático con recursos no reembolsables de mecanismos financieros ambientales, en la Tabla 3.101, se resumen estas iniciativas en el ámbito de la adaptación al cambio climático.

3.4.3. Plan Nacional de Adaptación en los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos

Desde la perspectiva de responsabilidades compartidas pero diferenciadas, el Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela ha establecido como política de Estado una serie de acciones relacionadas con la adaptación del cambio climático y con los compromisos asumidos en el marco de la CMNUCC. El país está comprometido con fortalecer la responsabilidad ante el cambio climático, expresado el compromiso en políticas de Estado e instrumentos de gestión desde las más altas instancias, como los Planes de Desarrollo Económico y Social de la Nación, particularmente el aprobado para el período 2019-2025, conocido como Plan Patria. El Plan de la Patria fija los objetivos estratégicos asociados a la política climática en el Objetivo Histórico Nro 5.4.3. se expresa que se debe “Diseñar un Plan Nacional de Adaptación que permita al país estar preparado para los escenarios e impactos climáticos. Incluye, entre otras cosas: la coordinación de acciones con todas las entidades nacionales encargadas de la planificación territorial y la gestión de desastres, así como la creación de una base de datos climática actualizada a nivel nacional, incluyendo las variables necesarias a disposición de las comunidades”.

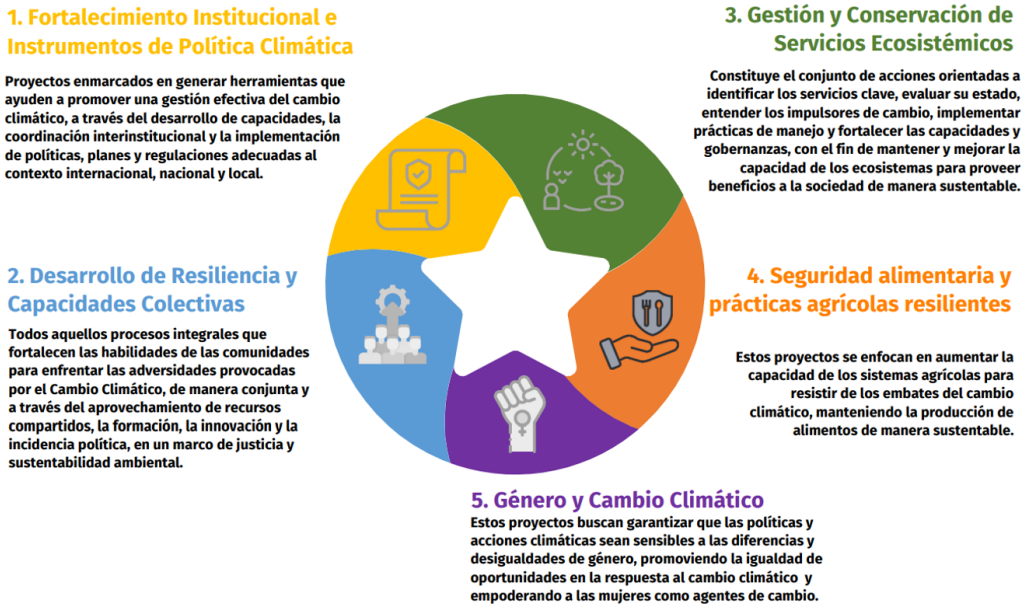


Figura 3.289: Alcance de las acciones e iniciativas de adaptación al cambio climático, financiadas con recursos nacionales

Conforme a esto, en mayo de 2023 se inició con el apoyo de la FAO (como Agencia Implementadora) el proceso de formulación de la propuesta del Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. La propuesta fue presentada (en su primera versión) en mayo de 2023 por el MINEC quien funge como Autoridad Nacional Designada (AND) y aprobada en 2024 por el Fondo Verde del Clima (FVC). El Programa de Apoyo Preparatorio contribuirá a abordar brechas, barreras y necesidades de adaptación al cambio climático en los sectores específicos. La propuesta toma en consideración el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), que integra el uso de la biodiversidad y los servicios ambientales en una estrategia integral de adaptación. Además de la conservación de la biodiversidad, generará beneficios culturales, sociales y económicos, entre los que se mencionan los siguientes: (i) protección y preservación de la diversidad biológica (ii) beneficios colaterales para la salud pública, el desarrollo local y la generación hidroeléctrica y reforestación de cuencas. Junto a las políticas de biodiversidad se incluye la soberanía alimentaria y la seguridad hídrica, en línea con la definición de seguridad alimentaria de la FAO (referida a garantizar el suministro de alimentos), y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que incluyen: (i) garantizar el acceso de la población al agua en condiciones adecuadas de cantidad y calidad; (ii) contar con la disponibilidad física para asegurar un desarrollo productivo y sostenible; (iii) conservar y proteger los cuerpos de agua de la contaminación; y (iv) reducir los riesgos asociados a la falta o exceso de agua.

El principal objetivo del PNA es fortalecer la capacidad de los venezolanos para adaptarse al cambio climático en los sectores de agricultura, pesca y recursos hídricos, en consecuencia, se ha planteado el logro de cuatro (4) resultados:

• Fortalecimiento de la gobernanza de la planificación de la adaptación y la coordinación institucional. El desarrollo del PNA requiere del establecimiento de mecanismos de gobernanza entre los diferentes actores sociales nacionales y regionales, todo con el objetivo de fortalecer la comunicación y promover la participación y coordinación en el diseño y futura implementación del PNA entre los niveles administrativos de los entes de decisión. Por lo tanto, el Programa de Apoyo Preparatorio: (i) fortalecerá las capacidades institucionales y establecerá mecanismos de coordinación entre los diferentes actores, a nivel nacional, regional y sectorial; y (ii) asegurará la participación de los diferentes actores involucrados, especialmente los más vulnerables de la sociedad, con especial atención a partes interesadas como las mujeres, las comunidades locales y los grupos indígenas, cuando corresponda, y el sector privado.

• Base de evidencia producida para diseñar e integrar soluciones de adaptación en sectores que planifican para

Tabla 3.100: Acciones e Iniciativas financiadas con recursos nacionales a través del Fondo Rotatorio

Plan, Programa o Proyecto	Objetivos	Impacto	Estatus	Producto
1. Fortalecimiento Institucional e Instrumentos de Política Climática				
Plan de Adaptación al Cambio Climático. Sector Pesquero. Capítulo La Guaira y Sucre.	Proponer políticas de adaptación al Cambio Climático en el sector pesquero del estado La Guaira y Sucre, a fin de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia bajo una gestión participativa, ecosocialista, y productiva.	La Guaira y Sucre	Culminado	Propuesta de 03 Políticas públicas y 10 programas en el sector Pesquero.
Plan Estratégico de Adaptación al Cambio Climático para Guayana Esequiba.	Establecer las diferentes estrategias y acciones de adaptación, que contribuyan en la lucha contra el cambio climático, bajo los lineamientos del Plan Ambiental propuesto por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.	Nacional	Culminado	Propuesta de 09 estrategias de políticas en adaptación.
Programa de Ecoturismo para la Región Amazonas	Establecer un modelo de desarrollo sostenible para la región, que contribuya en la conservación de la biodiversidad, cultura, comunidades y pueblos indígenas.	Amazonas	Culminado	Propuesta de 03 programas Ecoturísticos.
Proyecto: Manual General de Evaluación de Daños, Pérdidas y Costos Adicionales para Entes Públicos por la Ocurrencia de Eventos Socionaturales Adversos en la Economía y el Medio Ambiente.	Proporcionar una guía práctica y metodológica que permita evaluar los efectos de un evento y/o fenómeno adverso en economía y el medio ambiente de la República Bolivariana de Venezuela.	Nacional	Culminado	Manual oficial de la Dirección. Próximo a publicar a través de Fundambiente.
Programa Adaptación Climática.	Desarrollar acciones para la Adaptación Climática nacional, cuyas acciones permitan capacitar, formar y sensibilizar; a fin de aumentar la capacidad adaptativa y resiliencia, disminuyéndose	Nacional	En ejecución	- Generación de tres juegos de habladores, a ser usados en el Programa de Sensibilización contra la Crisis Climática. - Cinco jornadas formativas dirigidas a BCCC, abarcando 04 estados del País y juramentación de 180 nuevos BCCC, en alianzas con la Dirección Nacional de las Brigadas contra el Cambio Climático (BCCC). - En proceso, desarrollo de cursos en Gobernanza Climática, dirigidos al personal Directivo y Técnico del MINEC, en alianzas con el CIDIAT ULA.
Proyectos de investigación	En el ámbito del Fortalecimiento Institucional e Instrumentos de Política Climática, se cuenta con tres proyectos en el área de recursos hídricos, métodos de geopolítica y planes locales de riesgo.	Nacional	Culminado	03 proyectos de investigación asociados a la adaptación al cambio climático.
2. Desarrollo de Resiliencia y Capacidades Colectivas				
Programa de Empoderamiento de las Comunidades como Estrategia de Adaptación al Cambio Climático.	Desarrollar las capacidades de las comunidades para adaptarse a los efectos del cambio climático, por medio de estrategias que buscan reducir la vulnerabilidad y reforzar la gestión integrada de riesgos relacionados con la variabilidad climática, destacando la importancia de la organización comunal para nuestra nación.	Nacional	En ejecución	Se han impartieron 21 Talleres de Mapas de Riesgo Comunitarios, beneficiando 970 personas; en alianzas con el Observatorio Nacional de la Crisis Climática y sus sedes Regionales.
Proyectos de investigación	Para fomentar el Desarrollo de Resiliencia y Capacidades Colectivas, se cuenta con proyectos en el ámbito de vulnerabilidad, concientización y cuencas costeras; que permiten generar y aportar en las políticas públicas.	Nacional	Culminados	05 proyectos de investigación asociados a la adaptación al cambio climático.
3. Gestión y Conservación de Servicios Ecosistémicos				
Proyecto de Diseño de Guía de Adaptación basada en Ecosistemas	Establecer para el país una Guía de Adaptación basada en Ecosistemas, que permita orientar formas e interacciones acorde con nuestras políticas ecosocialistas.	Nacional	En ejecución	Se cuenta con un avance del 50%.
Proyectos de investigación	Implementar proyectos de investigación que permitan reforzar y generar políticas en materia de la Gestión y Conservación de Servicios Ecosistémicos.	Nacional	02 culminados	06 proyectos de investigación asociados a la adaptación al cambio climático.
4. Seguridad alimentaria y prácticas agrícolas resilientes				
Proyectos de investigación	Implementar proyectos de investigación que permitan reforzar y generar políticas en materia de seguridad alimentaria y prácticas agrícolas resilientes.	Nacional	Culminados	02 proyectos de investigación asociados a la adaptación al cambio climático.
5. Género y Cambio Climático				
Proyecto de Empoderamiento de la mujer para el desarrollo de acciones contra la crisis del cambio climático	Desarrollar acciones de sensibilización y empoderamiento de la mujer, a fin de reducir los riesgos climáticos que generan eventos adversos reconocidos en nuestro país y fortalecer sus capacidades para hacer frente al cambio climático.	Nacional	En ejecución	Se han desarrollado diferentes 07 charlas de sensibilización y empoderamiento de la mujer, logrando impactar 306 mujeres en 04 estados de país.

Tabla 3.101: Proyectos de Iniciativas de Cooperación Internacional, en el ámbito de la Adaptación al Cambio Climático con recursos no reembolsables de mecanismos financieros ambientales

Proyecto	Fuente de Fondos y Entidad Implementadora	Descripción
Implementación del Programa de Acción Estratégica (SAP) para asegurar el Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del Río Amazonas Considerando la Variabilidad Climática.	FMAM	Consolidar las estrategias de fortalecimiento de las capacidades técnico-institucionales, para la gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica venezolana, a través de la creación de las capacidades técnicas en las comunidades locales, criollas y de los servidores públicos para el levantamiento y manejo de la información hidroclimática en la cuenca amazónica venezolana.
Manejo integrado de paisajes de uso múltiple y de alto valor de conservación para el desarrollo sostenible de la Región Andina Venezolana.	FMAM FAO	Reducir y revertir la degradación de los bosques en los paisajes productivos de la región andina venezolana, creando un entorno favorable para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, con énfasis en Sistemas Agroforestales (SAF), que contribuya al sustento de las poblaciones locales y a los beneficios ambientales globales.
Plan Nacional de Adaptación en los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos.	FVC FAO	Este Programa de Apoyo Preparatorio, aprobado en 2023 apunta a fortalecer las capacidades nacionales para abordar y planificar la adaptación dentro de los ministerios clave del sector público, incluyendo (como beneficiarios directos) el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT), el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), el Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas (MINAGUAS), Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MPPCT), y Ministerio del Poder Popular para los Pueblos Indígenas (MPPPI), entre otros. También busca involucrar a las partes interesadas del sector privado asociadas con el Programa de Apoyo Preparatorio, para fortalecer su contribución a los esfuerzos de adaptación climática.
Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica en la Cuenca del Río Caroní.	FMAM FAO	El proyecto fue aprobado en 2022 por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y ejecutado con el apoyo de la FAO. El proyecto tiene como objetivo mejorar el uso sostenible, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos para generar beneficios ambientales globales y locales en la cuenca del río Caroní [65].
Hacia una mejor comprensión de los sistemas acuíferos amazónicos para su protección y gestión sostenible.	FMAM OTCA	Promover una comprensión común de los SAA para fortalecer la gobernanza regional existente y la gestión integrada de las aguas subterráneas para su protección y uso sostenible, y de ese modo mejorar la seguridad hídrica y la resiliencia de los ecosistemas en la región amazónica.
Fortalecimiento de la Autoridad Nacional Designada de la República Bolivariana de Venezuela a través del Programa de Apoyo Preparatorio del Fondo Verde para el Clima (FVC).	FVC PNUD	Fortalecer las capacidades de la Autoridad Nacional Designada de la República Bolivariana de Venezuela y otros actores claves y facilitar el acceso de Venezuela a los recursos financieros climáticos internacionales del GCF, que contribuyen al logro de objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático
Fortalecimiento de la Gestión para combatir las Amenazas de las Especies Exóticas Invasoras Acuáticas en Venezuela.	FMAM FAO	Proteger la biodiversidad de importancia mundial y las funciones ecosistémicas asociadas, mediante el fortalecimiento de los marcos políticos, legales, institucionales y financieros, sistemas de información, vigilancia y control de EEI acuáticas y mejorar e innovar el control de las EEI desde una perspectiva comunitaria, considerando la equidad de género e implementando un enfoque de gestión del conocimiento basado en resultados
Conservación y desarrollo sostenible de la cuenca del Lago de Maracaibo como una contribución a la mejora del gran ecosistema marino del Caribe.	FMAM CAF - FAO	Diseñar las medidas para minimizará los flujos contaminantes al lago Maracaibo de origen agrícola, municipal y actividades industriales en las subcuencas, para evitar los impactos negativos de la eutrofización y hipoxia del lago y contribuir a la degradación local y beneficios ambientales globales.
Gestión integrada de Paisajes Sostenibles para la conservación del bioma forestal Amazonas.	FMAM FAO	Consolidar, el Fortalecimiento de la Gestión de Áreas Protegidas bajo esquemas participativos; así como la gestión integrada del paisaje y del bioma forestal del estado Amazonas; las comunidades multiétnicas mejoran sus medios de vida en bosques y sabanas productivas, considerando la igualdad de género, la juventud rural y la sostenibilidad financiera
Proyecto Regional Protección y restauración del capital natural de los océanos, generar resiliencia y apoyar inversiones regionales para el desarrollo socioeconómico azul sostenible (PROCARIBE+).	FMAM FAO	Proteger, restaurar y aprovechar el capital marino y costero natural de los Grandes Ecosistemas Marinos del Caribe y la Plataforma del Norte de Brasil para catalizar inversiones en una Economía Azul post-covid sostenible, resistente al clima, a través de una coordinación y colaboración regional fortalecida, y asociaciones de amplio alcance
Fortalecimiento de las capacidades de manejo forestal de las comunidades Kariña en la Reserva Forestal de Imataca (RFI).	FMAM FAO	El proyecto fue implementado por la FAO en 2022 para mejorar las capacidades técnicas de la empresa forestal comunitaria indígena Tukupu y las comunidades indígenas Kariña en manejo forestal sostenible, restauración forestal mediante agroforestería y reforestación, y monitoreo forestal participativo en la Reserva Forestal Imataca (RFI) [66].
Manejo Forestal Sostenible y Conservación Forestal en la Perspectiva Eco-Social en la República Bolivariana de Venezuela.	FAO	El proyecto fue desarrollado por el MINEC en 2020, con el apoyo de la FAO, con el objetivo de integrar la conservación de la biodiversidad, el manejo sostenible de la tierra y la mitigación del cambio climático en el manejo forestal sostenible para la restauración de áreas boscosas bajo procesos de degradación [67].
Reducir la vulnerabilidad de las agricultoras y sus medios de vida para una agricultura sostenible en un contexto de cambio climático.	FAO	El proyecto fue implementado por el Ministerio del Poder Popular para la Mujer y la Igualdad de Género (MinMujer) en 2020 en coordinación con el MPPPA. El objetivo del proyecto fue apoyar la implementación de la Estrategia de Gestión de Riesgos de Desastres Agroclimáticos con enfoque de género [68], basada en acciones socioproductivas sostenibles, coordinadas por el Estado, las mujeres rurales y los grupos de productores organizados para incrementar su resiliencia [69].
Fortalecimiento Institucional del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Agua, para el Desarrollo de Operaciones Estadísticas asociadas a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	FAO	El proyecto fue implementado por el MINEC en 2019 con el apoyo de la FAO. El proyecto fortaleció la capacidad institucional del MINEC, MINAGUAS, MPPAPT, INAMEH e INE en el diseño de metodologías alternativas para operaciones estadísticas relacionadas con el entorno de los indicadores de los ODS.
Cambio climático, gestión del agua, enfermedades transmitidas por el agua: el papel de las autoridades locales y las organizaciones de la sociedad civil	Unión Europea - INVESP	El proyecto es implementado desde 2019 por el Instituto Venezolano de Estudios Sociales y Políticos (INVESP) y la Fundación Tierra Viva con cofinanciamiento de la Unión Europea. Su objetivo general es promover el fortalecimiento de los gobiernos locales, las organizaciones de la sociedad civil y las organizaciones sociales de base para abordar temas relacionados con el cambio climático, la gestión del agua y las enfermedades transmitidas por el agua[70].

lograr el máximo impacto. Esto incluye mejorar y generar información hidrológica y sobre escenarios climáticos, estimaciones de niveles de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en los sectores de agricultura, pesca y recursos hídricos, uso de metodologías y prácticas para la proposición de soluciones AbE y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

- Participación del sector privado en la adaptación catalizada. La adaptación al cambio climático y la gestión ambiental requiere la materialización del principio de corresponsabilidad, y los gobiernos y la sociedad civil promueven cada vez más la necesidad de que las organizaciones cumplan con sus responsabilidades sociales en términos de mitigación y adaptación al cambio climático. En el marco de este principio, el sector privado es un actor clave en el financiamiento de las soluciones y medidas Programa de Apoyo Preparatorio para adaptarse al cambio climático en los sectores de agricultura, pesca y recursos hídricos, en el entendido de que las estrategias de adaptación no representan un costo adicional, sino una oportunidad para incrementar los beneficios y co-beneficios en el sector privado.
- Aumento de la financiación para la adaptación. Este resultado incluye productos y actividades para el desarrollo de un marco de financiamiento de largo plazo (incluido un plan de inversión) y la creación de un Fondo Nacional de Adaptación para los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos, destinado a fortalecer los planes de inversión climática y la estrategia para movilización de recursos para la adaptación al cambio climático. Este resultado se complementaría con otros fondos nacionales como el Fondo Único para el Financiamiento de la Agricultura Comunal, Urbana y Extendida, el Fondo de Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS), el Fondo Productivo para la Agricultura Urbana y el Fondo Nacional de Consejos Comunales (SAFONACC), el Fondo de Pesca y Acuicultura (FONPESCA) y el Fondo Nacional para la Gestión Integral del Agua (FONAGUAS).

El PNA se desarrollará a través de un proceso inclusivo y participativo, tomando en consideración las prioridades y acciones de Venezuela relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con un enfoque en soluciones AbE y otras medidas complementarias, incluidas consideraciones de género, indígenas y del sector privado. Los productos que respaldarán los resultados, se presentan en la Tabla 3.102, y se prevé sean completados en un lapso de treinta y seis (36) meses.

La perspectiva de género en el PNA se abordará en tres temas principales: i) reconocimiento de las diferencias de género en necesidades, oportunidades y capacidades de adaptación, ii) participación e influencia igualitaria de mujeres y hombres en los procesos de toma de decisiones sobre adaptación y iii) acceso equitativo a recursos financieros y otros beneficios derivados de las inversiones en adaptación entre hombres y mujeres.

En el proceso de toma de decisiones también prestará atención a la identificación de las áreas de brecha que afectan a los pueblos indígenas al incluir cláusulas de no discriminación que aseguren la participación plena, equitativa y significativa de los pueblos indígenas en procesos clave de toma de decisiones políticas y administrativas para responder al cambio climático en los

Tabla 3.102: Resultados y productos del Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos

Resultado 1. Fortalecimiento de la gobernanza de la planificación de la adaptación y coordinación institucional
• Producto 1.1. Marco de gobernanza establecido para el desarrollo e implementación del PNA. • Producto 1.2. Estrategia de comunicación del PNA establecida con enfoque de igualdad de género y no discriminación y la participación de las comunidades indígenas cuando corresponda. • Producto 1.3. Participación de las partes interesadas en la preparación del PNA. • Producto 1.4. PNA para los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos preparado y validado por el Comité Directivo. • Producto 1.5. Desarrollo y validación de un sistema de seguimiento, notificación y verificación (MRV) para el PNA. • Producto 1.6. Difusión del PNA y compilación de lecciones aprendidas para informar futuras iteraciones del proceso del PNA. • Producto 1.7. Programa de capacitación desarrollado para tomadores de decisiones gubernamentales sobre la adopción de medidas de adaptación al cambio climático en los sectores agricultura, pesca y recursos hídricos.
Resultado 2. Base de evidencias producidas para diseñar soluciones de adaptación de máximos impactos
• Producto 2.1. Lineamientos del plan de acción para fortalecimiento de la red de monitoreo de las variables climáticas e hidrológicas. • Producto 2.2. Evaluación de vulnerabilidad de los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. • Producto 2.3. Medidas de adaptación y soluciones de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) para sectores objetivo identificadas, priorizadas e integradas en el sistema de seguimiento e información, así como en la planificación sectorial.
Resultado 3. Participación del sector privado en la adaptación
• Producto 3.1. Análisis del contexto y desarrollo de capacidades, entorno propicio y mecanismo de coordinación para la participación del sector privado en la implementación de acciones de adaptación
Resultado 4. Aumento de la financiación para la adaptación
• Producto 4.1. Diseño de un marco de financiación a largo plazo para la adaptación al cambio climático. • Producto 4.2. Diseño de un Fondo Nacional de Adaptación para los sectores Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos.

sectores agricultura, pesca y recursos hídricos teniendo en cuenta los estatutos para la igualdad establecidos en el PNA acordado por los gobiernos dentro de la CMNUCC (2012) y la Política de Pueblos Indígenas del FVC.

3.4.4. Medidas sectoriales para la adaptación al cambio climático

En el marco de los compromisos internacionales asumidos por Venezuela bajo la CMNUCC y conforme al Acuerdo de París, la adaptación al cambio climático ha sido abordada de manera prioritaria y sistemática mediante una serie de programas y medidas sectoriales. Estos esfuerzos buscan reducir la vulnerabilidad del país frente a los efectos adversos del cambio climático y fortalecer la resiliencia en sectores clave para el desarrollo.

Las medidas de adaptación, implementadas y planificadas, abarcan sectores como la agricultura, la gestión de recursos hídricos, los asentamientos humanos, la ciencia y tecnología, la educación y otros aspectos esenciales para la sostenibilidad del país. La implementación de estas medidas está diseñada para facilitar una respuesta adecuada y proactiva frente a los desafíos climáticos, protegiendo los ecosistemas, mejorando la calidad de vida de las comunidades y asegurando el desarrollo económico sostenible.

Para conocer en detalle estas contribuciones y el avance en su aplicación, se refiere al lector al Informe Bienal de Transparencia (BTR) en las siguientes secciones:

- Capítulo 2, Sección 2.6: Descripción de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN) de Venezuela en el ámbito de adaptación.
- Capítulo 2, Sección 2.7: Progresos realizados en la aplicación de medidas de adaptación.
- Capítulo 2, Sección 2.8: Seguimiento y evaluación de los procesos y medidas de adaptación.

En la Tabla 3.103, se resumen las medidas sectoriales de adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y sus plazos de aplicación.

3.4.4.1 Progreso general de las medidas sectoriales de adaptación al cambio climático

Para evaluar el avance de las medidas sectoriales, se llevó a cabo un proceso de recopilación y síntesis de información, en el cual se listaron todas las acciones reportadas por cada sector. Estas acciones se agruparon y evaluaron en función de las metas establecidas en la actualización de las CDN del año 2021, permitiendo determinar un porcentaje de avance para cada sector. La ecuación E3.5 se utilizó para calcular el avance, expresado como un porcentaje resultante del promedio de los avances en cada acción respecto a su meta específica. De este modo, el avance sectorial se define como el promedio de los porcentajes de cumplimiento reportados, lo que permite establecer métricas claras y cuantificables del progreso para cada sector. Este enfoque ofrece una visión integrada y permite evaluar el avance de las acciones en función de las metas sectoriales.

Los resultados (Figura 3.290) revelan un panorama heterogéneo en el avance de las medidas de adaptación al cambio climático en los distintos sectores. Mientras sectores como Ciencia y Tecnología, Trabajo, Calidad Ambiental, y Riesgo y Desastre reportan un avance del 100 %, otros, como Pueblos Indígenas, muestran un rezago considerable en reportar sus avances. Esta disparidad revela que, aunque existen áreas donde la implementación de medidas de adaptación está bien encaminada, persisten brechas significativas en sectores clave. En este sentido, el país está realizando un esfuerzo concertado para fortalecer la capacidad de adaptación en aquellos sectores con menor avance, asegurando la transición hacia un futuro sostenible y resiliente al clima.

$$As = \frac{\sum A/M}{N^{o}A} \qquad (E3.9)$$

Donde:
As: Avance del sector
A: Acción reportada por el sector
M: Meta establecida por el sector
NºA: Número de acciones del sector

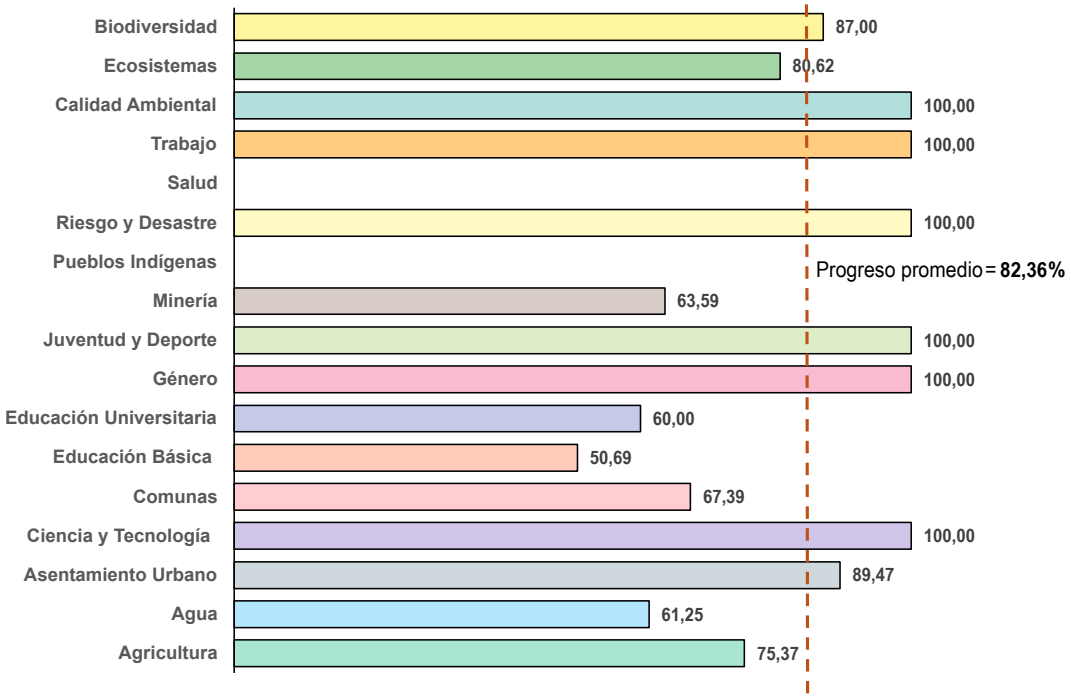


Figura 3.290: Avance promedio en la implementación de las medidas de adaptación por sector en las CDN del 2021, período 2021-2024

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Agricultura	Desarrollo de instrumentos jurídicos para promover agroecología Promoción de sistemas agroecológicos Capacitación en producción agroecológica Producción de insumos agrícolas Desarrollo marco legal del cultivo de cacao Ampliación del área sembrada con cacao Investigación y capacitación para el cultivo de cacao Promoción del cultivo de cacao Implementar un plan para la recuperación y mantenimiento de maquinaria agrícola Desarrollar investigación agrícola a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Fortalecimiento de la misión Agro Venezuela Desarrollo capacidades de investigación científica Fortalecimiento de la seguridad alimentaria	- Diversificar la producción alimentaria: Promover la siembra de una variedad de cultivos, incluyendo hortalizas, frutas y cacao, para garantizar una dieta equilibrada y reducir la dependencia de importaciones. - Fortalecer la agricultura urbana: Impulsar la creación de huertos urbanos y periurbanos, aprovechando espacios públicos y privados para producir alimentos frescos y saludables en las ciudades. - Valorizar el cacao: Posicionar al cacao venezolano como un producto de alta calidad en los mercados nacionales e internacionales, generando valor agregado y mejorando los ingresos de los productores. - Promover la soberanía alimentaria: Garantizar el acceso a alimentos saludables y nutritivos para toda la población, reduciendo la vulnerabilidad a las fluctuaciones de los precios de los alimentos y fortaleciendo la economía local. - Fomentar prácticas agrícolas sostenibles: Adoptar técnicas de producción que respeten el medio ambiente, como la agroecología y la conservación de los suelos y el agua. - Generar oportunidades económicas: Crear empleos en el sector agrícola, mejorar los ingresos de los productores y fortalecer las cadenas de valor del cacao. Metas para el 2030: - Se espera contar con 10 instrumentos jurídicos específicos que promuevan, regulen y fortalezcan la producción agroecológica. - Se prevé la realización de 5.000 actividades de capacitación y acompañamiento técnico, orientadas a productores y comunidades rurales. - Se estima que un total de 200.000 de personas habrán sido beneficiadas de las políticas, programas y actividades de capacitación y asistencia técnica en el sector agroecológico, ampliando la participación de productores y comunidades en prácticas sostenibles. - Se tendrá una producción de 20.000 litros de biofertilizantes - Se tendrá una producción de 20.000 dosis de biocontroladores de origen natural.	Largo
Agua	Gobierno Popular de las Aguas Fortalecimiento del Sistema Hídrico Nacional Seguridad integral del sistema hídrico Nacional Educación, Innovación Tecnológica y Encadenamiento Productivo Transformación Integral del Modelo de Gestión Siembra y Cosecha de Agua	A través del programa “Gobierno Popular de las Aguas”, se busca asegurar la disponibilidad y calidad del agua para todos los sectores de la población, promoviendo prácticas sostenibles de gestión del recurso hídrico y fortaleciendo la infraestructura hídrica existente. El programa se fundamenta en la participación protagónica del pueblo organizado y en el fortalecimiento de las capacidades institucionales para la gestión integral del agua. Metas al 2030: - Para mejorar la infraestructura hídrica, se establecerán 6.218 soluciones destinadas a optimizar el Sistema Hídrico Nacional. - Establecer una Red de Alerta Temprana enfocada en detectar y mitigar los efectos de eventos hidrometeorológicos. - Tener rehabilitados y estabilizados 104 embalses, garantizando la sostenibilidad del suministro de agua.	Largo
Asentamientos humanos	Construcción de viviendas Construcción de viviendas con sistemas alternativos Construcción de viviendas con materiales locales Construcción de áreas verdes Elaboración planes sectoriales y anuales de vivienda y hábitat Elaboración de un plan de desarrollo estratégico, un plan integral de mantenimiento de viviendas residenciales, un plan piloto de manejo de desechos y residuos sólidos y un plan de bosques urbanos Mejorar seis normas de construcción existentes	Contribuir a la adaptación al cambio climático en Venezuela mediante la construcción de viviendas resilientes, la promoción de ciudades sostenibles y la reducción de la vulnerabilidad de la población ante eventos extremos. Metas al 2030: - Se proyecta la construcción de 5.700.000 viviendas, como parte de los esfuerzos por satisfacer la demanda habitacional y mejorar la calidad de vida de las familias.	Largo

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...)

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Ciencia y tecnología	Actualización del inventario de GEI Elaboración de mapas de vulnerabilidad	Las medidas de actualización de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas para el sector de Ciencia y Tecnología incluyen la financiación y ejecución de proyectos de investigación sobre cambio climático, la mejora de los sistemas de monitoreo y observación climática, y la elaboración de mapas de vulnerabilidad. Estos proyectos se orientan a la adaptación y mitigación, así como a la transferencia tecnológica entre instituciones nacionales e internacionales para el fortalecimiento de capacidades locales. Entre las acciones destacadas está la colaboración en la actualización del inventario de GEI y la priorización de las áreas vulnerables para la adaptación mediante estudios científicos. Metas al 2030 - El sector tiene previsto participar en colaboraciones para la actualización de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI). Estos inventarios contribuirán al seguimiento y control de las emisiones, generando además co-beneficios relacionados con la mitigación del cambio climático, tales como la mejora de la calidad del aire y el uso más eficiente de los recursos. - Colaboración en la elaboración de mapas de vulnerabilidad sectoriales.	Largo
Comunas	Establecimiento de 50,000 Consejos Comunales, 10,000 Comunas registradas, más de 2,700 Movimientos Sociales organizados y más de 2,000 Salas de Batalla Social	La acción prioriza la organización social y la educación como pilares para sensibilizar a la población en materia de cambio climático, mitigación y adaptación. Se proyecta la creación y fortalecimiento de estructuras comunales que promuevan la territorialización de servicios, la producción sustentable, y la reducción de emisiones a través de la autoconstrucción y el consumo local. Los principales actores de esta CND son los Consejos Comunales, Comunas, Salas de Batalla Social y Movimientos Sociales, quienes desempeñan un rol protagónico en la implementación de las medidas. Metas al 2030: - Establecer 50.000 consejos comunales, promoviendo una mayor participación ciudadana en la toma de decisiones locales y en la gestión de proyectos comunitarios. - Establecer el registro de 10.000 comunas.	Largo
Educación básica	Conformación de brigadas ecológicas en instituciones educativas	Fortalecer el enfoque de la educación ambiental en el subsistema de educación básica mediante la creación de Brigadas Ecológicas en las instituciones educativas y el fortalecimiento de programas ambientales como el "Bosque Bicentenario". Estas acciones están orientadas a desarrollar una conciencia ecológica y una gestión de riesgos que permita a la comunidad educativa adaptarse a los desafíos del cambio climático y mitigar sus efectos en el entorno escolar y comunitario. Metas al 2030: - Se habrán conformado 29.376 brigadas ecológicas en instituciones educativas de todo el país. - Dentro del programa "Bosque Bicentenario" se espera la plantación de 10 árboles por año.	Largo
Educación básica	Fortalecimiento del Programa Bosque Bicentenario		
Educación universitaria	Universidad Bolivariana de Venezuela (foros comunitarios, divulgación, servicios de laboratorio ambiental)	La educación universitaria en Venezuela, mediante el desarrollo de programas de formación, investigación e innovación, se compromete a fortalecer las capacidades del país en materia de cambio climático. Esto se logrará mediante la implementación de proyectos de investigación, programas curriculares enfocados en la sostenibilidad, actividades comunitarias y la formación de brigadas ambientales. Entre las acciones clave se incluyen la organización de foros y seminarios, el desarrollo de programas de forestación, la creación de áreas de sustentabilidad y el estudio de los impactos de la industria de hidrocarburos en los ecosistemas venezolanos. Metas al 2030: - Se espera que se hayan realizado 10 foros comunitarios. - Se prevé la realización de 10 divulgaciones.	Largo
Educación universitaria	Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (investigación, brigadas ambientales, reforestación, seguridad alimentaria, seminarios)		
Educación universitaria	Universidad Venezolana de los Hidrocarburos (estudios impactos industria hidrocarburos)		
Género	Programa "Mujeres Conuqueras"	La CDN para el año 2030 incluye acciones orientadas a la promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en el sector agroalimentario. En particular, se implementan programas como "Mujeres Conuqueras", cuyo objetivo es garantizar el acceso igualitario a la propiedad de la tierra para las mujeres campesinas y fortalecer su rol en la producción agropecuaria sustentable. Además, mediante un convenio con la FAO, se busca aumentar la resiliencia de mujeres rurales frente al cambio climático mediante estrategias productivas sostenibles y la capacitación en gestión de riesgos. Metas al 2030: - Se proyecta que 5.141 mujeres habrán obtenido la propiedad de tierras agrícolas, asegurando un acceso más equitativo a los recursos productivos.	Largo
Género	Reducción de la vulnerabilidad a efectos del cambio climático y aumento de resiliencia de mujeres campesinas		

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...)

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Juventud y deporte	Conformar brigadas juveniles para la gestión de riesgo Especializar las brigadas juveniles en atención a las posibles vulnerabilidades geográficas de cada región integral Formar las brigadas juveniles regionales para los tres momentos de la gestión de riesgo: antes-durante-después de la ocurrencia del fenómeno natural Diseñar los programas de formación socio-productivas sustentables, utilizando las tecnologías de información y comunicación para facilitar su divulgación continua Incorporar a los jóvenes que culminen la formación especializada a las brigadas juveniles Congreso de la Juventud 2022 Divulgación del rol de las brigadas juveniles Alianzas con instituciones públicas y privadas	Contempla una serie de acciones para empoderar a la juventud en la gestión de riesgos asociados al cambio climático, a través de la creación de brigadas y programas de formación que fomentan el desarrollo de capacidades productivas y la concienciación sobre el medio ambiente. Meta al 2030: - Se habrán conformado 43.000 brigadas juveniles	Largo
Minería	Reforestación de áreas afectadas por minería Manejo de suelos en áreas afectadas por minería Estimación de emisiones de GEI Estimación de remociones de GEI	Esta CDN presenta un conjunto de acciones estratégicas para transformar el sector minero venezolano, alineadas con los principios de la minería ecológica. Las acciones propuestas se centran en la remediación de áreas degradadas, la promoción de tecnologías limpias, el fortalecimiento de la capacidad institucional y la participación de las comunidades en la gestión ambiental de la actividad minera. Metas al 2030: - Se habrán plantado 48.375 árboles en las áreas afectadas por las actividades mineras. - Se habrán remediado 20 hectáreas de tierras previamente degradadas por la actividad minera.	Largo
Pueblos Indígenas	Construcción de viviendas para población indígena en condición de vulnerabilidad Organización de consejos comunales y comunas socialistas	Acciones estratégicas diseñadas para mejorar la calidad de vida de los pueblos indígenas, fortaleciendo sus capacidades adaptativas y promoviendo prácticas sostenibles. Las acciones se centran en la construcción de viviendas dignas, el fortalecimiento de la producción local y la organización comunitaria. Metas al 2025: - Se habrán construido 533 viviendas en comunidades indígenas. - Se espera que se habrán apoyado 3.200 comunas indígenas, a través de programas de fortalecimiento organizacional, asistencia técnica y recursos para promover el desarrollo integral de las comunidades.	Medio

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...)

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Gestión de riesgos de desastres naturales	Planes y protocolos asociados a la Prevención y Atención de Riesgos y desastres.	Conjunto de acciones estratégicas diseñadas para reducir la vulnerabilidad del país ante eventos extremos y mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias. Las acciones se centran en la evaluación del riesgo, la construcción de capacidades institucionales y comunitarias, y la coordinación interinstitucional. Meta (a corto y medio): - Implementación del Plan Nacional de Gestión de Riesgo.	Medio - Largo
	Sistema de Alerta Temprana para reducir la vulnerabilidad de la población.		
	Sensibilización y concientización de la población en materia de Gestión de Riesgo		
	Elaboración del atlas de exposición ante amenazas socio-naturales y tecnológicas		
	Implementación del registro nacional de información para la gestión integral de riesgos de desastres		
	Elaboración de indicadores de vulnerabilidad		
	Establecimiento de gabinetes municipales de riesgos socio-naturales y tecnológicos		
	Fortalecimiento de las capacidades locales para la gestión integral de Riesgos socio-naturales y tecnológicos en comunidades		
	Gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos en el sector salud		
	Coordinación con UNASUR y MERCOSUR		
Salud	Prevención de las enfermedades asociadas a los vectores, reservorios y fauna nociva, relacionados con el cambio climático.	Se centrará en la vigilancia y control sanitario, el fortalecimiento de las capacidades del personal técnico y profesional, y la creación de sistemas de información robustos y georreferenciados que permitan mejorar la respuesta ante riesgos sanitarios vinculados al cambio climático. Metas al 2030: - Se espera que las comunidades hayan implementado acciones preventivas para evitar enfermedades de origen hídrico relacionadas con el cambio climático - Se espera que las áreas urbanas tengan acciones implementadas para la prevención de enfermedades relacionadas con la calidad del aire.	Largo
	Prevención de las enfermedades de origen hídrico asociadas al cambio climático		
	Prevención de las enfermedades asociadas a la calidad del aire por cambio climático		
Trabajo	Elaboración de un plan de acción	Se centrará en la vigilancia y control sanitario, el fortalecimiento de las capacidades del personal técnico y profesional, y la creación de sistemas de información robustos y georreferenciados que permitan mejorar la respuesta ante riesgos sanitarios vinculados al cambio climático. Metas al 2030: - Se espera que las comunidades hayan implementado acciones preventivas para evitar enfermedades de origen hídrico relacionadas con el cambio climático - Se espera que las áreas urbanas tengan acciones implementadas para la prevención de enfermedades relacionadas con la calidad del aire.	Largo

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...)

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Calidad ambiental	Monitoreo y evaluación continua de la calidad de las aguas Fortalecimiento laboratorios ambientales Sensibilización, comunicación y divulgación del manejo de las aguas Implementación de un sistema nacional de información de la calidad de las aguas	Establece un marco de acción para la mejora de la infraestructura y la capacidad técnica de los laboratorios ambientales del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), con el objetivo de generar información precisa y confiable sobre la calidad del agua. Esta información será clave para la toma de decisiones en políticas de adaptación al cambio climático, especialmente en cuencas hidrográficas vulnerables. Además, se incluye un componente de sensibilización a la población y la implementación de un sistema de información nacional para hacer más accesibles los datos obtenidos. Metas al 2030: - Se espera que un número significativo de cuencas hidrográficas sean monitoreadas. - El porcentaje de desviación de la concentración de los parámetros indicadores en cada punto de muestreo de las cuencas hidrográficas será monitoreado. - Se realizarán talleres de capacitación y talleres de sensibilización, aunque no se ha especificado el número. -Se espera que se haya publicado información regularmente en medios de comunicación masivos, redes sociales y otros medios alternativos. - Se espera que se establezcan un número significativo de lugares o puntos de muestreo, aunque no se ha reportado una cifra exacta.	Largo
Ecosistemas naturales	Revisión y actualización del Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT) Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras (POGIZC) Plan de Ordenación del Territorio de la Faja Petrolífera del Orinoco “Hugo Chávez Frías” (Zona de Desarrollo Estratégico Nacional (ZDEN)) Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y sus Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso (PORU) Planes estadales de ordenación del territorio Conservación de suelos, desertificación y sequía Política Nacional de Conservación y Desarrollo Sostenible de las Zonas Costeras	Venezuela reconoce la importancia de proteger sus ecosistemas estratégicos frente a los eventos extremos que pueden afectar la disponibilidad de agua, la biodiversidad, la agricultura y las comunidades locales. Por lo tanto, está CND incluye la revisión de planes de ordenación y conservación, tales como el Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT), los Planes de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras (POGIZC), y los Planes de Ordenamiento de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). Además, se promueven prácticas sustentables para la conservación de suelos y la mitigación de los efectos de la desertificación y sequía. Meta al 2030 - Se espera que se instalen un número no reportado de grupos de trabajo dedicados a la gestión de ecosistemas, aunque aún no se ha definido una meta cuantitativa. - Se aspira a que un número no reportado de los grupos de trabajo instalados esté operativo, lo que permitirá una gestión más efectiva y adaptativa de los ecosistemas locales. - Se espera actualizar un número no reportado de documentos técnicos básicos, garantizando que la gestión de ecosistemas esté respaldada por información actual y pertinente. - Se propone revisar y actualizar diez políticas relacionadas con la gestión de ecosistemas, asegurando que las estrategias implementadas sean efectivas y pertinentes ante el cambio climático. - Se espera aumentar la superficie de áreas protegidas marino-costeras, aunque no se ha establecido una cifra concreta. - Se proyecta realizar un inventario de playas arenosas para su conservación, aunque no se ha definido un objetivo específico. - Se espera incorporar el 100% de la superficie prevista al ABRAE, contribuyendo así a la conservación y manejo sostenible de áreas críticas. - Se propone fortalecer todas las comisiones existentes, asegurando una planificación territorial adecuada que respete y conserve los ecosistemas. - Se planea desarrollar el 100% de los informes solicitados, cumpliendo con los compromisos internacionales y mejorando la transparencia en la gestión de ecosistemas. - Se prevé la elaboración de un documento que actualice el ODS 15, meta 15.3. - Se espera reinstalar un número no reportado de comités que gestionen las zonas costeras, fortaleciendo la participación comunitaria en la conservación de estos ecosistemas. - Se proyecta que los comités reinstalados sean operativos, aunque no se ha fijado un número específico.	Largo

Tabla 3.103: Medidas sectoriales de Adaptación definidas por la República Bolivariana de Venezuela en su CDN y plazos de aplicación (Cont...)

Sector	Medida	Descripción	Plazo de implementación
Biodiversidad	Talleres de capacitación sobre la conservación de la diversidad biológica	Los ecosistemas naturales sufren alteraciones en su estructura, funcionamiento y capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos, lo que impacta directamente los ciclos biológicos, geoquímicos e hidrológicos. Venezuela está tomando medidas para mitigar estos efectos mediante la conservación de especies amenazadas, la restauración de ecosistemas vulnerables y la capacitación en prácticas de conservación que refuerzan la resiliencia ecológica. Entre las acciones clave se incluyen la instalación de centros de conservación ex situ y programas de restauración ecológica, con un enfoque en humedales y especies en peligro de extinción. Meta al 2030: - Se espera que se formen 450 personas en temas relacionados con la biodiversidad. - Se planifica liberar 30,000 ejemplares de diversas especies en sus hábitats naturales. - Se espera que se instalen y estén en funcionamiento seis zoocriaderos. - Se proyecta tener cuatro viveros en funcionamiento. - Se busca cultivar especies amenazadas o en peligro de extinción. - Se planea criar especies amenazadas o en peligro de extinción. - Se espera restaurar dos humedales.	Largo
	Programa de liberación de ejemplares de especies amenazadas o en peligro de extinción		
	Instalación y funcionamiento de seis centros de conservación ex situ de especies amenazadas o en peligro de extinción		
	Restauración de dos humedales vulnerables cambio climático		

Notas al final

1 Párrafo 8, Artículo 4 de la Convención. Más detalles en:
https://goo.su/dyiIaSy
2 Disponible en: https://goo.su/Ph217pV
3 WorldClim está disponible en https://www.worldclim.org/ . WorldClim ha sido empleada por otros países de la región como Panamá (Cuarta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la CMNUCC, 2023)
4 Los escenarios climáticos en formato GeoTIFF están alojados como sigue. Precipitación según MIROC6: https://goo.su/rG8ehM ; Temperatura mínima según MIROC6: https://goo.su/bUQYL ; Temperatura máxima según MIROC6: https://goo.su/73NO0 ; Variables bioclimáticas según MIROC6: https://goo.su/TzvqOVq ; Precipitación según HadGEM3: https://goo.su/2dOB04 ; Temperatura mínima según HadGEM3: https://goo.su/PFSmM ; Temperatura máxima según HadGEM3: https://goo.su/oc96bee ; Variables bioclimáticas según HadGEM3: https://goo.su/ehfkBkl ; Clave del archivo para precipitación y temperatura: [modelo].[ssp].[variable].[mes].[período]
5 Aunque las estimaciones de Terraclimate no han sido validadas formalmente en Venezuela, se fundamentan en WorldClim, ajustadas con datos del CRU Ts 4.0 y del JRA 55 (Abatzoglou et al., 2018).
6 ensemble de escenarios climáticos.
7 Plan de la Patria de las Siete Transformaciones (2025-2030) https://goo.su/Q766vLU
8 Este sistema se mueve a lo largo del año entre Las Azores y Las Bermudas.
9 Las proyecciones futuras de precipitación, temperatura mínima y máxima, basadas en los escenarios climáticos del modelo MIROC6, fueron empleadas solamente en los sectores agricultura y agua.
10 Este Período corresponde a la normal climática vigente según la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las normales climáticas sirven como referencia para evaluar las condiciones climáticas actuales o recientes en una ubicación específica. Se empleó la normal climática de WorldClim v2.1 (https://www.worldclim.org/) en formato raster. Para este reporte se utilizó la serie climatológica 1971-2000 proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) como normal climática. Esta serie cumple con las directrices de la OMM y es la base de datos oficial para Venezuela.
11 SSP245: Escenario intermedio con un forzamiento radiativo de 4.5 W/m^2 hacia 2100. SSP5 85: Escenario de altas emisiones con un forzamiento radiativo de 8.5 W/m^2 hacia 2100.
12 Considerando indicadores SMART, es decir, indicadores de desempeño (UNODC, 2018) que reúnen los siguientes atributos:
Específico (Specific): preciso y sin ambigüedades,
Medible/mensurable (Measurable): sujeto a validación independiente,
Alcanzable (Achievable): realista con los recursos accesibles,
Relevante (Relevant): contribuye al resultado previsto dentro de los mandatos de la organización,
Limitado en el tiempo (Time-bound): alcanzable dentro de un período de tiempo.
13 Más información en: https://goo.su/Ajh8N
14 Más información en https://goo.su/U3p1o
15 Más detalles en FAO AQUASTAT https://goo.su/hD3of
16 Hydro-BID es un software de modelado hidrológico que utiliza la estructura de datos y topologías de red de la AHD. Incorpora datos de uso de tierras, suelos, clima y caudales observados para calibrar el modelo GWLF y una metodología de enrutamiento de tiempo de retardo. Los resultados son series de tiempo de caudales proyectados a escala diaria o mensual. Más detalles en: https://hydrobidlac.org/en/
17 Disponible en: https://goo.su/gexR
18 MPPP. (2023). “Espacio Geográfico de Venezuela soberanía y futuro”. Ministerio del Poder Popular de Planificación.
19 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela https://goo.su/l99xY4U
20 Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. (MINCYT). Disponible en: https://mincyt.gob.ve/about/
21 Más detalles en Observatorio Nacional de Medidas Coercitivas Unilaterales del Centro Internacional de Inversión Productiva: https://goo.su/eFCj
22 Una comuna es un espacio socialista que, como entidad local, es definida por la integración de comunidades vecinas con una memoria histórica compartida, rasgos culturales, usos y costumbres, que se reconocen en el territorio que ocupan y en las actividades productivas que le sirven de sustento, y sobre el cual ejercen los principios de soberanía y participación protagónica como expresión del Poder Popular, en concordancia con un régimen de producción social y el modelo de desarrollo endógeno y sustentable, contemplado en el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación (Ley Orgánica de Las Comunas, 2010).
23 Los consejos comunales en el marco constitucional de la democracia participativa y protagónica, son instancias de participación, articulación e integración entre los ciudadanos, ciudadanas y las diversas organizaciones comunitarias, movimientos sociales y populares, que permiten al pueblo organizado ejercer el gobierno comunitario y la gestión directa de las políticas públicas y proyectos orientados a responder a las necesidades, potencialidades y aspiraciones de las comunidades, en la construcción del nuevo modelo de sociedad socialista de igualdad, equidad y justicia social (Ley Orgánica de los Consejos Comunales, 2009).
24 Las Salas de Batalla Social son una herramienta de articulación entre el pueblo organizado y el Estado, representado por el Ministerio del Poder Popular para las Comunas, Movimientos Sociales y Agricultura Urbana. En este espacio confluyen Consejos Comunales, Misiones Sociales y Organizaciones Comunitarias que hacen vida en una determinada parroquia, sector o comunidad donde participaran distintas instituciones de rango local regional y nacional que tienen competencia directa en la concreción de acciones dirigidas a la transformación integral del habitad y en la construcción conjunta del Plan Comunal. Además, atenderá política y socialmente a los sectores adyacentes al territorio priorizado con el objetivo de expandir la organización popular e ir formando la agregación de Consejos Comunales con mira a la conformación de la Comuna Socialista.
25 13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.
26 MPPEU. (2024). Buscador de oferta académica. Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. Consejo Nacional de Universidades – Oficina de Planificación del Sector Universitario. Disponible en: https://goo.su/4yvlhmk
27 ULA. (2024). La Universidad de Los Andes clasificó en el QS World University Ranking: Sustainability 2024. Disponible en: http://web.ula.ve/ambiente/2023/12/13/ula_qsranking/
28 ULA. (2023). Pregrado. Disponible en: https://goo.su/PXKcKMf
29 UCAB. (2024). Proyectos de Sustentabilidad Ambiental. Universidad Católica Andrés Bello. Disponible en: https://www.ucab.edu.ve/informacion-institucional/unidades-de-apoyo/dsa/proyectos/
30 MINEC & FAO (2023). Programa de Apoyo Preparatorio: Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. Propuesta presentada ante el Fondo Verde del Clima.
31 Red Global PNA. (2017). Un marco para procesos de planes nacionales de adaptación (PAN) con perspectiva de género. Disponible en: https://goo.su/oKSJECu
32 MPPP. (2023). “Espacio Geográfico de Venezuela soberanía y futuro”. Ministerio del Poder Popular de Planificación.

33 FAO. Mujeres Rurales más Resilientes ante el cambio climático. Disponible en: https://goo.su/hmOFFA
34 ONU Mujeres. (2022). Artículo explicativo: Cómo la desigualdad de género y el cambio climático están relacionados entre sí. Disponible en: https://goo.su/4uYmNAL
35 Naciones Unidas. (2024). Por qué las mujeres son esenciales en la acción por el clima. Disponible en: https://goo.su/hJwLFy
36 UNICEF. (2024). La juventud por el clima. Disponible en: https://www.unicef.org/lac/la-juventud-por-el-clima
37 Los jóvenes no son solo víctimas del cambio climático, sino que también aportan contribuciones de gran valor a la acción por el clima (Naciones Unidas. Acción por el Clima. Disponible en: https://www.un.org/es/climatechange/youth-in-action)
38 MPPDME. (2011). Plan Sectorial Minero 2019-2025 Disponible en: https://bit.ly/4gYYc5X
39 MPPP. (2023). "Espacio Geográfico de Venezuela soberanía y futuro". Ministerio del Poder Popular de Planificación.

40 MINEC & FAO (2023). Programa de Apoyo Preparatorio: Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. Propuesta presentada ante el Fondo Verde del Clima.
41 MINEC & FAO (2023). Programa de Apoyo Preparatorio: Plan Nacional de Adaptación (PNA) en los sectores de Agricultura, Pesca y Recursos Hídricos. Propuesta presentada ante el Fondo Verde del Clima.
42 El origen de los datos considerado para la normalización de las variables de suelos, proviene de Soil and Terrain Database (SOTER) for Latin America and the Caribbean (SOTERLAC), versión 2.0.
43 OMS. (2013). Disponible en: https://bit.ly/4eDIADo
44 Variables bioclimáticas para HadGEM3: https://goo.su/ehfkBkl
45 Más detalles en: https://goo.su/2nQ96
46 Disponible en: https://goo.su/3MHtU
47 Agencia Europea de Medio Ambiente. (2024). Primera Evaluación Europea de Riesgos Climáticos (EUCRA). Disponible en: https://bit.ly/3Ni27NA
48 OMS. (2013). Proteger la salud frente al cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación. Disponible en: https://bit.ly/3ZTkQXu
49 Más detalles en https://www.worldclim.org/data/bioclim.html
50 Las curvas AUC (Area Under the Curve) se utilizan en la evaluación de modelos de predicción, especialmente en el análisis de rendimiento de clasificadores binarios.
51 MPPP. (2023). "Espacio Geográfico de Venezuela soberanía y futuro". Ministerio del Poder Popular de Planificación.
52 MINEC. (2023). Nacionalización de la Faja Petrolífera del Orinoco puso fin al entreguismo de la IV República. Disponible en: https://goo.su/D6GVl3
53 Observatorio Venezolano Antibloqueo. (2023). Producción petrolera venezolana aumentó 63 mil barriles diarios durante enero. Disponible en: https://goo.su/0xfeA1
54 Naciones Unidas. (UN). El agua: en el centro de la crisis climática. Disponible en: https://goo.su/D0BBmbw
55 Gravity Recovery and Climate Experiment: Experimento de Recuperación Gravitatoria y Clima.
56 Earth Engine Data Catalog (2020) https://bit.ly/3zVYav3
57 Multi Observation Global Ocean 3D Temperature Salinity Height Geostrophic Current and MLD https://goo.su/nAVAu8K
58 Climate Data Store, Copernicus https://cds.climate.copernicus.eu/
59 NASA IPCC AR6 Sea Level Projection Tool https://bit.ly/3Y2ZrZe
60 Incluye la superposición de ABRAE. Se ha estimado que la superficie real de las ABRAE, excluyendo la superposición de Categorías, es de 63.275.566 ha.
61 Incluye superficie terrestre de 91.644.500 ha = 916.445 km2, sin incluir los 159.500 km2 de la Guayana Esequiba e incluyendo los más de 50.000.000 ha => 500.000 km2 de superficie acuática (Superficie preliminar, sujeta a modificación de los espacios acuáticos de la República Bolivariana de Venezuela en el Mar Caribe y el Océano Atlántico).
62 GBIF. (2024). Acceso libre y abierto a los datos sobre biodiversidad. Centro Mundial de Información sobre Biodiversidad - Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Disponible en: http://www.gbif.org.
63 MINEC. (2023). Sistema de Gestión de Programa de Apoyo Preparatorios de Crisis Climática. Disponible en: http://sigeprocc.minec.gob.ve/
SIGOT. (2022). Sistema de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio. Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental. MINEC.
64 Species Richness and Rarity-Weighted Richness Data. Disponible en https://goo.su/T88e19
65 CVG (2022). CVG apoyará proyecto para la preservación y uso sustentable de la cuenca del río Caroní. Disponible en: http://www.cvg.gob.ve/?q=node/1995
66 FAO. (2023). La FAO en Venezuela. Lista de Proyectos. Disponible en: https://www.fao.org/venezuela/programas-y-proyectos/lista-de-proyectos/fr/
67 FAO. (2023). Plataforma de Conocimiento sobre Agricultura Familiar. Manejo Forestal Sostenible y Conservación Forestal en la Perspectiva Ecosocial. Disponible en: https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1605402/
68 La estrategia consideró: i) Diagnóstico del impacto diferenciado del cambio climático en las mujeres rurales, ii) Identificación de líneas de acción estratégicas para la gestión de riesgos de desastres agroclimáticos con perspectiva de género, y iii) Capacitación en gestión de riesgos de desastres agroclimáticos con perspectiva de género enfoque de igualdad.
69 FAO. (2023). La FAO en Venezuela. Lista de Proyectos. Disponible en: https://www.fao.org/venezuela/programas-y-proyectos/lista-de-proyectos/fr/
70 Portal de Desarrollo Sostenible (2020). Cambio climático, gestión del agua, enfermedades transmitidas por el agua: el papel de los gobiernos locales y las organizaciones de la sociedad civil. Disponible en: https://desarrollosustentableve.com/cambio-climatico-gestion-de-agua-enfermedades-de-origen-hidricas-el-papel-de-los-gobiernos-locales-y-de-las-organizaciones-de -la-sociedad-civil/



Capítulo 4

Otra información considerada relevante para el logro del objetivo de la Convención

Este capítulo aborda los esfuerzos y avances de la República Bolivariana de Venezuela, con base en la Decisión 17 de la Octava Conferencia de las Partes de la CMNUCC, que en su apartado: V. Otras Informaciones Consideradas Relevantes para el Logro de los Objetivos de la Convención, insta a los Países Parte No Anexo 1 a suministrar información sobre transferencia de tecnologías, investigación y observación sistemática, educación, capacitación y concientización, fomento de capacidades, información y redes.

El contenido de este capítulo muestra como el cambio climático se ha incorporado en las políticas y estrategias nacionales de Desarrollo Sostenible, a través del Plan de la Patria 2019-2025 y del Plan de la Patria de las 7 Transformaciones. Comprende las acciones de adaptación y mitigación implementadas en los últimos años, en ejecución y por ejecutarse, algunas de las cuales están incluidas en la Contribución Determinada a Nivel Nacional que el Estado venezolano, a través del MINEC, entregó a la Secretaría de la Convención en el 2021. En ese sentido y bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, el Gobierno Bolivariano ha dado pasos certeros para el logro de los objetivos de la Convención.

4.1. Transferencia de tecnología

La transferencia de tecnologías en nuestro País se ha materializado principalmente gracias a convenios de cooperación internacional, regional y con Países Cooperantes, pero también entre instituciones, centros de investigación y universidades. En este contexto se debe mencionar que tanto el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, así como el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria tienen una serie de entes autónomos que también han suscrito Acuerdos de Cooperación con el propósito de acceder a transferencia de tecnologías. Se pueden mencionar: Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE), Fundación Instituto de Ingeniería (FII), Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA), Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS), Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Centro Nacional de Innovación Tecnológica (CENIT). Esta última, es la encargada de trabajar en los procesos que faciliten la transferencia de tecnología por parte de otros países, a la República Bolivariana de Venezuela. A partir de esta nueva concepción, todo convenio de cooperación que se quiera materializar debe ser canalizado a través de esta institución, que es la encargada de crear las condiciones fundamentales para revertir la tendencia de dependencia foránea. Las experiencias con China, Cuba e Irán son un ejemplo de implementación de programas de desarrollo industrial en nuestro país.

La política científica y tecnológica desarrollada por las instituciones nacionales competentes, desde la presentación de nuestra Segunda Comunicación y que se mantiene vigente hasta la actualidad, se ha enfocado en elevar las capacidades de producción a nivel nacional, que permitan transferir tecnología de manera desagregada, a fin de convertir al país en *un país potencia*, con la incorporación protagónica del Poder Popular.

La transferencia tecnológica como política de Estado tiene como referentes los artículos 110, 129, 305 y 307 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV), en la cual se reconocen como de interés público, la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones como instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político, la seguridad alimentaria, esto con el fin, no sólo de hacernos menos

vulnerables y más resilientes, sino también para hacer frente al impacto de las Medidas Coercitivas Unilaterales como ya se ha mencionado en otros capítulos de este documento.

4.1.1. Programas, proyectos y otras experiencias de transferencia de tecnologías

Proyectos CYTED: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

En el marco del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), creado por los gobiernos de los países iberoamericanos para promover la cooperación en ciencia, tecnología e innovación, se desarrollan proyectos de investigación aplicada que impulsan el desarrollo armónico de la región. Estos proyectos, que aún se encuentran vigentes, involucran la colaboración entre grupos de investigadores, empresarios y expertos.

Uno de los enfoques de esta iniciativa tecnológica es el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos, que aprovechan la experiencia adquirida en el diseño, construcción y manejo de estas infraestructuras. Esta estrategia permite mantener la independencia tecnológica en la generación de electricidad, y superar los estándares internacionales para el manejo de una energía segura y limpia. Como resultado, se ha logrado un ahorro considerable en el consumo de millones de barriles de petróleo equivalentes, lo que contribuye a la lucha contra el cambio climático y sus efectos.

Con base en este compromiso con la mitigación del "efecto invernadero", se impulsan nuevos proyectos en el marco de la producción de energía limpia, que promueven el desarrollo de la energía eólica y solar, como se mencionó anteriormente.

Energía eólica

En 2007, con la creación de la Unidad de Fuentes Alternas de Energía perteneciente a la Corporación Eléctrica Nacional, S.A. (CORPOELEC), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica; se pone en marcha la propuesta del Plan Nacional de Generación Eólica que contempló el desarrollo de cuatro parques de generación eólica: Parque Eólico Jurijurebo-Paraguaná, Parque Eólico Nueva Esparta, Parque Eólico La Guajira y Parque Eólico Araya-Sucre que se encuentran aún en funcionamiento.

Programa de sustitución de equipos de aire acondicionado

Se ejecuta desde hace aproximadamente dos décadas por el Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN), adscrito al Ministerio del Poder Popular de Industrias y Producción Nacional, enmarcado en las buenas prácticas en refrigeración sostenible y alineado con la política de sustitución de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono. Tiene como socios estratégicos a CORPOELEC Industrial y CORPOELEC, entes adscritos al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, a través del cual sustituyen los equipos de alto consumo energético por equipos ahorradores, afianzando el quinto objetivo del Plan de la Patria 2019-2025, el cual es "contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana". Este Plan de Sustitución de equipos de Aire Acondicionado fue financiado a través del Fondo Conjunto chino-venezolano; plan que logró la disminución de la demanda eléctrica en 397,5 MW.

Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales

En 2008, el Gobierno venezolano creó la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), con el fin de estimular en el país, las actividades espaciales de alcance nacional e internacional. Este es un organismo especializado, técnico y asesor, responsable de ejecutar las políticas y lineamientos nacionales para el uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos. La ABAE tiene como misión planificar, organizar y coordinar con enfoque socialista el uso y desarrollo de la ciencia y tecnología espaciales para concertar planes, proyectos y programas que favorezcan la inclusión social, a través del desarrollo del talento humano y el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en materia espacial. Este organismo desde su creación ha realizado el lanzamiento de tres satélites venezolanos: el satélite Simón Bolívar (Venesat-1) en el 2008; el satélite Miranda (VRSS-1) en 2012 y el Sucre en el 2017.

Esta institución ha forjado alianzas estratégicas con potencias espaciales como China, India, Brasil. Argentina, Bolivia, Méjico y Rusia, entre otras.

Industria Electrónica Orinoquia

La Industria Electrónica Orinoquia S.A., empresa mixta constituida en el año 2009 y que aún se encuentra en vigencia, es uno de los ejemplos de transferencia tecnológica en la República Bolivariana de Venezuela, cuyo capital original estaba compuesto por un 35% de capital chino y un 65% de capital venezolano. En este caso, Huawei es la corporación china encargada de transferir tecnología a esta empresa venezolana, lo cual permite a Orinoquia fabricar diferentes modelos

de tabletas, dispositivos de conexión inalámbrica y teléfonos, entre ellos, celulares de cuarta generación que pueden conectarse a la red 4G-LTE.

Su objetivo principal es la fabricación, ensamblaje, comercialización, adquisición y desarrollo de investigación de equipos terminales de telecomunicaciones, considerando las oportunidades en el ámbito nacional e internacional. Esto con el fin de garantizar a todos los ciudadanos los equipos necesarios para el desarrollo de conocimientos y experiencias en el área de las tecnologías de información y comunicación. Esto constituye un instrumento habilitador del desarrollo sostenible y de las comunicaciones del país, lo que garantiza el acceso del pueblo venezolano al servicio de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Otra de las iniciativas o proyecto que posibilita a la República Bolivariana de Venezuela el acceso a la transferencia de tecnologías, como se establece en el Artículo 10 del Acuerdo de París: las Partes deben compartir una visión a largo plazo sobre la importancia de hacer plenamente efectivo el desarrollo y la transferencia de tecnología para mejorar la resiliencia al cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En este contexto, se muestra en la Tabla 4.1 el proyecto regional "Protección y restauración del capital natural de los océanos", cuyo objetivo es generar resiliencia y apoyar inversiones regionales para el desarrollo socioeconómico azul sostenible (PROCARIBE+). Este proyecto, con una duración de cinco años, busca proteger, restaurar y aprovechar el capital natural costero y marino de la región del Proyecto del Gran Ecosistema Marino del Caribe (CLME+), para impulsar la inversión en economías resilientes al clima, sostenibles y azules en la etapa posterior a la crisis sanitaria global del COVID-19. El FMAM, como organismo multilateral, ha comprometido 330.000 USD para financiar este proyecto.

4.2. Investigación y observación sistemática

A pesar de los desafíos que representan las Medidas Coercitivas Unilaterales para la República Bolivariana de Venezuela, en la última década se han logrado avances significativos en materia de investigación y observación sistemática para la acción climática. Estos avances, impulsados por el Estado venezolano a través de sus Ministerios, entes adscritos, universidades y centros de investigación, se han materializado en el fortalecimiento de las capacidades nacionales para el monitoreo hidrometeorológico, la predicción del clima y el monitoreo en tiempo real de parámetros ambientales.

Monitoreo y Observación Sistemática

Red de Estaciones Hidrometeorológicas

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) ha densificado la red de estaciones hidrometeorológicas automáticas a nivel nacional, permitiendo el monitoreo en tiempo cuasi real y la generación de información para el estudio y modelado climático. El INAMEH también registra e interpreta variables meteorológicas relacionadas con el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), y elabora pronósticos, tendencias, avisos y alertas meteorológicas.

Tabla 4.1: Información sobre el desarrollo de tecnología y el apoyo a la transferencia que necesitan las Partes que son países en desarrollo en virtud del artículo 10 del Acuerdo de París

Título del proyecto	Descripción del proyecto	Plazo previsto	Uso, impactos y resultados estimados
Proyecto Regional Protección y restauración del capital natural de los océanos, generar resiliencia y apoyar inversiones regionales para el desarrollo socioeconómico azul sostenible (PROCARIBE+)	Proteger, restaurar y aprovechar el capital natural costero y marino de la región del Proyecto del Gran Ecosistema Marino del Caribe (CLME+)1 para impulsar la inversión en el desarrollo de economías resilientes al clima, sostenibles y azules posteriores a la COVID-19, por medio del fortalecimiento de la coordinación y colaboración regional y el establecimiento de asociaciones amplias	2022-2024	Definir y analizar las condiciones existentes y futuras del medio ambiente marino y costero. Desarrollar las capacidades en cuanto a comunicación, facilitación, gestión económica y adaptativa, gestión socioeconómica y adaptativa. Desarrollar el plan espacial marino.

Sistema de Medición y Monitoreo Marino-Costero

Se encuentra en fase de ejecución un sistema de medición y monitoreo en tiempo real de las condiciones de la región marino-costera venezolana. Este sistema, que monitorea parámetros como mareas, altura de olas, corrientes, temperatura del mar y otros, permitirá la generación de datos continuos y en tiempo real para la gestión de los recursos costeros y la adaptación al cambio climático. En este proyecto participan el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Armada Nacional Bolivariana (SHN), la Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS), el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), INAMEH, Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), puertos del estado Sucre y la Fundación La Salle, con la coordinación del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.

Investigación Aplicada

Evaluación de Impactos

Se han realizado investigaciones sobre los impactos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos (Viloria *et al.*, 2023), la agricultura (Maytín *et al.*, 1995), la salud (Herrera-Martinez y Rodríguez-Morales, 2010) y el aumento del nivel del mar (de Lourdes Olivo, 1997).

Sistemas de Alerta Temprana

En el marco de la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos[6], se han establecido y se están reforzando los Sistemas de Alerta Temprana a nivel nacional, junto con las estaciones meteorológicas. Estas iniciativas, que constituyen instrumentos de observación y monitoreo, buscan reducir la vulnerabilidad y propiciar la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos adversos.

Cooperación Regional

La República Bolivariana de Venezuela participa en iniciativas de cooperación regional en el marco de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC) y la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). Estas iniciativas incluyen sistemas de monitoreo y observación para la vigilancia de la salud ambiental, el monitoreo de la cobertura forestal y la gestión de la Red Hidrometereológica de la Cuenca Amazónica, entre otros.

4.3. Educación, Capacitación y Sensibilización

La educación ambiental por mandato constitucional, está integrada a todo el sistema nacional educativo en todos los niveles: básica, media y universitaria. Además, como se establece en los Planes de la Patria 2019-2025 y Plan de las 7 Transformaciones 2025-2030, todas las actividades desarrolladas por el Estado venezolano a través de los Ministerios e instituciones nacionales, orientadas al desarrollo sostenible y el buen vivir de nuestro pueblo, incorporan las variables educación, capacitación y sensibilización, así como el enfoque de género y la perspectiva de los pueblos y comunidades indígenas como ejes transversales.

En el caso del MINEC, como autoridad Nacional en materia ambiental, a través de la Dirección General de Formación para el Ecosocialismo, ejecuta acciones, programas y proyectos con impacto de adaptación que forman parte de la Contribución Determinada a nivel Nacional (CDN).

4.3.1. Formación para el Ecosocialismo

Las acciones de capacitación se realizaron con los siguientes objetivos:

• Promover la formación ecosocialista, para el fortalecimiento de la participación popular, divulgación, investigación, sistematización y educación ambiental.

• Divulgar las orientaciones y lineamientos de la política, necesarios para el diseño de planes, programas, proyectos y actividades de educación ambiental y participación popular en todos los ámbitos del quehacer nacional e internacional.

• Capacitar un equipo multidisciplinario que promocione de manera permanente la Política y Estrategia Nacional, con el fin de generar y fortalecer los procesos educativos ambientales, de participación popular y de divulgación en diversos sectores y contextos (comunal, regional, nacional e internacional).

• Promover procesos de formación colectiva basados en la educación popular, en el marco de la participación democrática y protagónica.

La formación para el ecosocialismo se realizó mediante actividades en escuelas, comunidades, centros de trabajo, liceos, universidades, espacios públicos, con la aplicación de metodologías tales como cine-foros, foro-chat, videoconferencias, talleres, entre otros, con resultados importantes en los años 2021,2022 y 2023, que se mencionan a continuación.

Año 2021

• **336** actividades formativas sobre la política nacional de educación ambiental y participación ciudadana, con **11.439** personas atendidas.

• **84** proyecciones de material audiovisual mediante la estrategia pedagógica Martes de Formación, Ciclo de Cine, Foro Cambio Climático “Pueblos, Planetas y Vida” **517** personas atendidas.

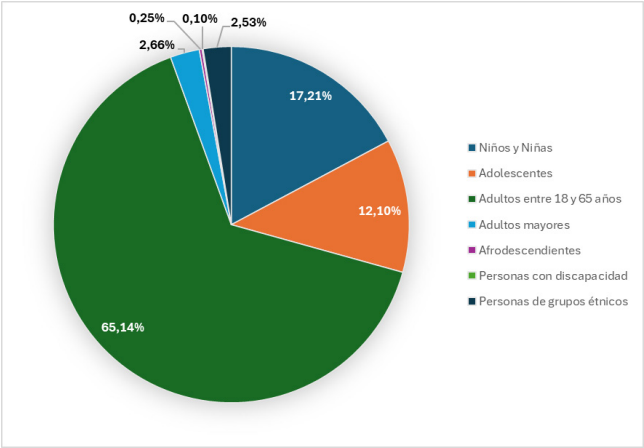


Figura 4.1: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2021

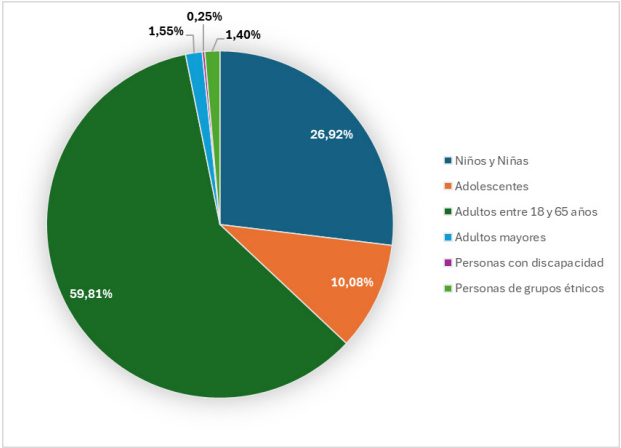


Figura 4.2: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2022

Para el año 2021 se desarrollaron **381** actividades y fueron atendidas **11.956** personas a nivel nacional, desagregadas de la siguiente manera:

• **2.058** niños y niñas, **1.447** adolescentes, **7.788** adultos entre 18 y 65 años, **318** adultos mayores, **30** Afrodescendientes, **12** personas con discapacidad, **303** Personas de Grupos Étnicos.

Año 2022

• Se instaló el 1° Congreso de Investigadores sobre el Cambio Climático, con **12** áreas de investigación y **120** ejes temáticos, enfocados en el fortalecimiento de las políticas nacionales en materia de ecosocialismo y ambiente. Se registraron **391** investigadores y **75** trabajos de investigación fueron revisados, aprobados y presentados, mediante conferencias. Se caracterizaron 14 fichas de ponentes, para publicar a través del fondo editorial AMALIVACA. Participación registrada a través de la plataforma ZOOM fue de **3.361** personas y **1.741** personas en la modalidad presencial, para un total de **5.102** personas beneficiadas.

• Se generaron tres (3) documentos sustantivos, en apoyo al Plan Nacional de Reforestación (Guía didáctica para el programa Un estudiante, Un árbol; Guía Ilustrativa sobre Árboles autóctonos de Venezuela, en apoyo al programa Conservando y un Fichero Educativo Ambiental de buenas prácticas agroecológicas, para el programa Ecourbanismo).

• **651** proyecciones de material audiovisual mediante la estrategia pedagógica Martes de Formación, Ciclo de Cine, Foro Cambio Climático "Pueblos, Planetas y Vida", con **1.890** personas atendidas.

• 1° concurso de fotografía: Venezuela Bicentenaria, una mirada ecosocialista, con la temática "Naturaleza y su Gente". Se recibieron **324** fotografías y se expusieron las 60 fotografías más destacadas del país. Participaron **24** estados y **375** personas, a partir de los cuales se seleccionaron tres ganadores de diferentes estados del país.

Para el año 2022 se desarrollaron **4.529** actividades y fueron atendidas **270.867** personas a nivel nacional, desagregadas de la siguiente manera:

• **72.925** niños y niñas, **27.293** adolescentes, **162.004** adultos entre 18 y 65 años, **4.194** adultos mayores, **664** personas con discapacidad, **3.787** Personas de Grupos Étnicos.

Año 2023

• **1.705** Instituciones Educativas atendidas a nivel nacional, pertenecientes a los Subsistemas de Educación Formal e Informal, en el marco del "Plan Nacional de Reforestación 2022-2023. En estas instituciones se realizaron **2.116** Jornadas formativas en apoyo al programa Un Estudiante, Un Árbol. Se atendió una población de **53.141** niñas.

Los países en desarrollo, debido a su mayor vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático, requieren la participación de niños, jóvenes y adultos en materia ambiental desde la visión ecosocialista, con la finalidad de fortalecer los valores sobre el aprovechamiento, la protección y el mejoramiento del ambiente.

• **206** Comunas y **667** Consejos Comunales atendidos, mediante **987** actividades formativas en el marco del Plan Nacional de Sensibilización contra el cambio climático, con temas ambientales y de interés comunitario, con una participación del poder popular de **54.425** personas.

• **513** proyecciones de material audiovisual mediante la estrategia pedagógica Martes de Formación, Ciclo de Cine, Foro Cambio Climático "Pueblos, Planetas y Vida", con **10.572** personas atendidas.

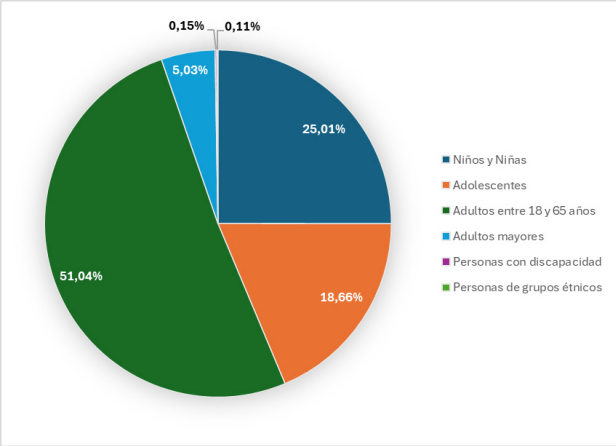


Figura 4.3: Distribución porcentual de las personas atendidas por actividades formativas para 2023

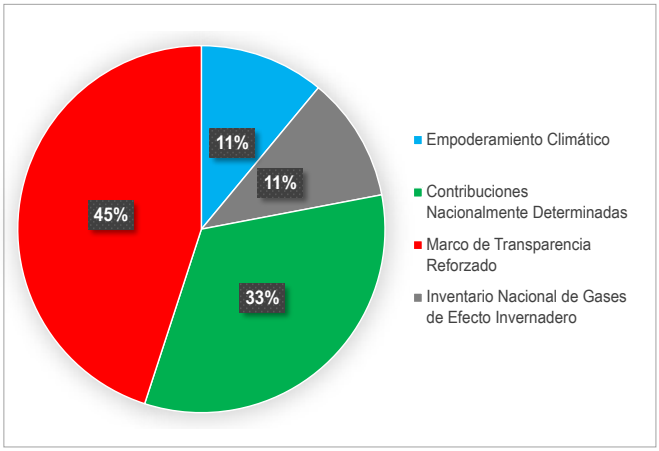


Figura 4.4: Distribución porcentual de las capacitaciones recibidas por la República Bolivariana de Venezuela

Para el año 2023 se desarrollaron **4.127** actividades y fueron atendidas **413.142** personas a nivel nacional, desagregadas de la siguiente manera:

• **108.596** niños y niñas, **81.022** adolescentes, **221.568** adultos entre 18 y 65 años, **21.817** adultos mayores, **659** personas con discapacidad, **480** Personas de Grupos Étnicos.

4.4. Fomento de la Capacidad

La República Bolivariana de Venezuela, como país en desarrollo, enfrenta una mayor vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático. Para afrontar este desafío, se requiere fomentar y mejorar sus capacidades para implementar medidas de adaptación y mitigación. En este contexto, el Estado ha establecido alianzas con instituciones regionales en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París, como la Red de Transparencia.

La Tabla 4.2 ilustra la necesidad de desarrollar capacidades nacionales para acceder al financiamiento climático internacional, incluyendo los recursos del Fondo Verde para el Clima (FVC). Este fortalecimiento de capacidades es crucial para que la República Bolivariana de Venezuela pueda alcanzar los objetivos comunes establecidos en la CMNUCC y el Acuerdo de París, tal como se refleja en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN).

El Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) será la entidad receptora del apoyo para el desarrollo de capacidades, mientras que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) actuará como entidad implementadora. Se espera que este proyecto permita identificar oportunidades para un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono en la República Bolivariana de Venezuela.

La mayoría de las capacitaciones recibidas por la República Bolivariana de Venezuela se centran en el fortalecimiento de capacidades en áreas clave. El 45% de los talleres a los que el país ha asistido están relacionados con el Marco de Transparencia Reforzado, mientras que el 33% aborda las CDN, cruciales para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. El 11% de estas capacitaciones se vincula directamente con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), y otro 11% se relaciona con el empoderamiento climático, esencial para abordar el cambio climático de manera efectiva y equitativa (Figura 4.4).

Tabla 4.2: Información sobre el apoyo a la creación de capacidad recibida por las Partes que son países en desarrollo en virtud del artículo 11 del Acuerdo de París

Título de la actividad, programa, proyecto u otro	Programa, descripción del proyecto.	Periodo de tiempo	Entidad receptora	Entidad implementadora	Uso, impactos y resultados estimados
Fortalecimiento de la NDA de la República Bolivariana de Venezuela a través del Programa de Apoyo Preparatorio y de Preparación del FVC.	Necesidad de desarrollar capacidades nacionales para acceder al financiamiento climático internacional, incluidos los recursos del FVC. Esto ayudará al país a alcanzar los objetivos comunes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París, según la NDC.	2024 - 2026	MINEC	PNUD	Fortalecimiento de la capacidad de la NDA. Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones candidatas a la acreditación como Entidades de Acceso Directo (DAE) para cumplir y mantener los estándares de acreditación del GCF
Taller Regional de Capacitación Práctica en el Marco de Transparencia Reforzado (ETF) Para América Latina y Caribe	Incrementar las capacidades técnicas de los expertos de países en desarrollo para comprender y aplicar de manera efectiva las disposiciones de presentación de informes en el marco del Acuerdo de París. El taller se centra en el desarrollo de habilidades para la identificación de indicadores clave, así como en la recopilación y análisis del apoyo necesario y recibido, con el fin de evaluar el progreso de las CDNs	2022	MINEC	ND	Representar un paso fundamental en la implementación del Acuerdo de París y la consolidación de los esfuerzos de la región en la lucha contra el cambio climático.
Taller de consulta Informal sobre los preparativos para la consideración del Primer Balance Mundial en el Marco del Acuerdo de París	Facilitar una evaluación exhaustiva del progreso alcanzado desde la adopción del Acuerdo de París, con el objetivo de alinear los esfuerzos internacionales en torno a la acción climática. El taller también aborda las medidas necesarias para cerrar las brechas en el cumplimiento de los compromisos asumidos, proporcionando orientación para los próximos pasos en el Balance Mundial.	2023	MINEC	ND	Facilitar el diálogo, el intercambio de conocimientos y la construcción de consensos, para garantizar que el Balance Mundial sea un proceso inclusivo, transparente y efectivo.
Taller Presencial para el Seguimiento del Progreso de los Compromisos de Mitigación en las CNDs	Capacitar a los equipos técnicos de los países en desarrollo para mejorar la comprensión técnica de los compromisos de mitigación en las CDNs bajo el Acuerdo de París. El taller ofrece una guía práctica sobre los objetivos, principios y metodologías para el seguimiento y la presentación de informes de progreso en la implementación de estos compromisos	2023	MINEC	Realizado	Fortalecer las capacidades nacionales contribuyendo a los objetivos globales de mitigación del cambio climático. Facilitar el intercambio de conocimientos, la colaboración y la rendición de cuentas, para la implementación efectiva de las CDN, en la transición hacia un futuro más sostenible.
Diálogo del Marco de Transparencia Mejorado (EFT)	Facilitar un espacio de diálogo para que los países participantes puedan identificar y priorizar las acciones necesarias para la implementación efectiva del ETF en el contexto del Acuerdo de París. Este proceso busca mejorar la coordinación y el intercambio de experiencias en la ejecución de políticas de transparencia climática	2023	MINEC	Realizado	Fomentar la confianza, cooperación y rendición de cuentas en la acción climática.
Foro Global de Transparencia Climática	Proporcionar un foro internacional donde países, proveedores de apoyo y donantes puedan debatir de manera abierta sobre los desafíos actuales relacionados con la transparencia climática. Este evento promueve la cooperación y fomenta el avance en la implementación del ETF a nivel global, facilitando el intercambio de buenas prácticas y experiencias exitosas	2024	MINEC	Realizado	Fomentar la gobernanza climática mundial, promoviendo una mayor ambición, confianza y cooperación entre los países.
Taller de Fortalecimiento de Capacidades para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Hacia el Sistema Nacional de Información de Cambio Climático Venezolano	Fortalecer las capacidades nacionales para la elaboración y gestión de los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la provisión de información detallada sobre el Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París. Este taller abarca tanto los aspectos técnicos como los arreglos institucionales necesarios para asegurar la transparencia en los informes nacionales, de acuerdo con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) acordadas	2024	MINEC	Realizado	Fortalecer capacidades para el INGEI y la construcción de un sistema nacional de información sobre el cambio climático.
Taller de Entrenamiento para la Elaboración y Presentación de los Informes de los Inventarios Nacionales en Virtud del Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París	Proporcionar asistencia técnica a los profesionales y expertos de América Latina y el Caribe en la elaboración y presentación de los informes nacionales de inventarios de GEI. El taller busca asegurar que los informes cumplan con las disposiciones de las MPG y mejoren la calidad técnica de los Informes Nacionales de Inventarios (NIR) y los Informes Bienales de Transparencia (BTR).	2024	MINEC	Realizado	Construir capacidades para la gestión climática. Aumentar la confianza en la acción climática de los países. Fortalecer las capacidades nacionales para elaborar informes de INGEI de alta calidad.
Foro Regional NDCs 3.0 para América Latina y el Caribe Caminos hacia el Progreso: Elaboración de CDNs ambiciosas e implementables.	Analizar los resultados de la COP28, en particular la decisión relacionada con el Balance Global (GST), para guiar los procesos nacionales de formulación de CDNs más ambiciosas y viables. El foro busca fortalecer la ambición climática y acelerar el desarrollo sostenible a través de la mitigación y adaptación conjunta, promoviendo el intercambio de conocimientos y la adopción de soluciones innovadoras entre los países de la región	2024	MINEC	Realizado	Avanzar en la acción climática en la región de América Latina y el Caribe.

Nota: ND información no disponible



Capítulo 5

Obstáculos y necesidades financieras, técnicas y de capacidad relacionadas

La Tercera Comunicación Nacional, elaborada en el marco del cumplimiento de los compromisos de la República Bolivariana de Venezuela en virtud la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con base en el principio de *Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas,* permitió identificar y visibilizar con mayor certidumbre los avances en materia de adaptación y mitigación que ha alcanzado el Estado venezolano desde 2017, año en que se presentó ante la Secretaría de la Convención la Segunda Comunicación Nacional, vigente hasta la actualidad. En este documento, se profundiza en los obstáculos, brechas y limitaciones que ha tenido que superar el Estado y el pueblo venezolano en materia de la crisis climática causados, en gran medida, por factores externos que se describen a continuación.

5.1. Obstáculos y necesidades generales

El primer factor externo que desde hace casi dos décadas afecta a nuestro país, y en particular al pueblo venezolano, es lo que se ha denominado la guerra económica, articulada y gestionada desde los centros de poder hegemónicos, dirigidos por el Gobierno de los Estados Unidos con el apoyo de algunos de sus socios en la Unión Europea y la complicidad de ciertos sectores nacionales de la oposición radical. Los impactos negativos de este factor geopolítico se han agudizado en la República Bolivariana de Venezuela debido a la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales, ilegítimas y violatorias del Derecho Internacional, constituyendo un verdadero obstáculo para la inversión en tecnologías, infraestructura, equipamiento y capacitación para la acción climática y la ejecución de políticas, programas y proyectos de desarrollo sostenible en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

La pandemia de COVID-19 fue otro factor externo de impacto global que afectó y aún afecta de manera negativa nuestras capacidades. Además, la disposición de los países desarrollados para acompañar con soporte financiero los procesos de transferencia de tecnologías y el fortalecimiento de las capacidades locales en países con mayores limitaciones técnicas y financieras, es un factor relevante para la implementación de medidas de mitigación y adaptación.

En lo relativo a los factores internos, se observan importantes avances, tales como la incorporación de acciones de adaptación y mitigación en los Planes de Desarrollo Económico y Social, conocidos como Plan de la Patria 2019-2025 y su Quinto Objetivo Histórico, y el Plan de la Patria de las 7 Transformaciones 2025-2030, que entrará en vigor en enero de 2025. Por otra parte, es importante reflejar las acciones para el fortalecimiento institucional y la gobernanza climática con la creación de la Comisión Presidencial para el Cambio Climático, lo cual refuerza la capacidad institucional del MINEC. Además, se destaca la creación del Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad, con sus direcciones generales enfocadas en adaptación, mitigación y monitoreo del cambio climático, así como el Observatorio Nacional de la Crisis Climática y su Fondo Rotatorio para el financiamiento de proyectos de investigación.

Es importante también destacar la creación de las Brigadas Nacionales Contra el Cambio Climático, donde se impulsan y refuerzan los valores ecosocialistas y de amor a la Madre Tierra. Si bien es cierto que se han dado grandes pasos para avanzar en esta materia, es necesario reconocer que aún quedan muchos desafíos por superar que limitan la inversión y la disponibilidad y acceso a tecnologías limpias y de bajo impacto, así como la consecución de recursos financieros acordes con las políticas del Estado en adaptación y mitigación. Todo esto debe implementarse con la participación activa de

las comunidades indígenas y locales más vulnerables al cambio climático, sin dejar de considerar de manera especial el enfoque de género como eje transversal para lograr los objetivos requeridos.

5.2. Obstáculos y necesidades específicas para elaborar la comunicación

La elaboración de esta Tercera Comunicación Nacional ha permitido identificar algunas variables externas e internas que han incidido de manera negativa en la inversión de recursos financieros para el acceso y transferencia de tecnologías, y el fomento de capacidades, lo que ha constituido una barrera para la ejecución de iniciativas o proyectos prioritarios.

Un ejemplo es el proceso de instalación y puesta en marcha del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC), con recursos propios del Estado venezolano y gestionado por el MINEC. Este sistema facilita la compilación, reporte, verificación y transparencia de toda la información necesaria por parte de los proveedores de datos de los sectores involucrados en la preparación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). A través del SINAICC se prevé superar barreras y brechas de comunicación, lo que facilita la toma de decisiones informadas de todas las partes interesadas y contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

También se ha evidenciado la persistencia de algunas barreras para el análisis de la vulnerabilidad en la capacidad adaptativa, relacionadas con la institucionalidad y la frecuencia en la elaboración de los inventarios de GEI anteriores. A partir de la Tercera Comunicación Nacional se podrá superar esta barrera, ya que el INGEI presentado en este informe abarca la serie temporal 1999-2020, lo que permitirá dar continuidad a los inventarios, tal como es requerido por la CMNUCC.

5.2.1. Institucionalidad

A pesar de los avances de la República Bolivariana de Venezuela en materia de fortalecimiento de la institucionalidad para la gobernanza climática, alcanzados a través del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, autoridad nacional ambiental, aún permanecen algunas barreras y obstáculos por superar, vinculados con temas relacionados con el financiamiento y fortalecimiento de la operatividad de la institucionalidad climática a nivel nacional, estadal y local, los cuales ya fueron abordados con anterioridad.

A nivel de institucional, se destacan los siguientes hitos de interés:

• La República Bolivariana de Venezuela es País Parte del Acuerdo de Paris, desde su génesis, en 2015.

• En 2017, se presentó la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Para este mismo año, y con fondos nacionales, el país presentó La primera Contribución Determinada a nivel Nacional, que profundiza los temas políticos institucionales para abordar la crisis climática.

• En 2021, se designó al Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo, como Autoridad Nacional ante el Fondo Verde del Clima (FVC), y se creó el Comité Nacional del Fondo Verde para el Clima, para afinar los arreglos institucionales para acceder al apoyo financiero del FVC. Este año, se creó e instaló la Comisión Presidencial para el Cambio Climático y se presentó la actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional.

• En 2022, se creó el Observatorio Nacional de la Crisis Climática, con su Fondo Rotatorio. En este período, se creó el Viceministerio para la Preservación de la Vida y la Biodiversidad dentro de la estructura institucional del MINEC, como mecanismo gubernamental para fortalecer el Ecosocialismo.

• En 2023, se establecieron las Brigadas contra el Cambio Climático, cuyo objetivo fue concientizar, sensibilizar e instruir acerca de los efectos de la crisis climática en el país. Para el año 2025, se iniciará la ejecución del Plan Nacional Socialista de Desarrollo Económico y Social de las Siete Transformaciones, el cual tiene como eje fundamental y estructural el tema del cambio climático.

• Para el mismo año, el Ejecutivo Nacional, implementará el Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC); también, ejecutará el Proyecto "Fortalecimiento de las capacidades nacionales de la República Bolivariana de Venezuela para responder a los compromisos del Acuerdo de París" (CBIT, por sus siglas en inglés) y presentará su segunda ronda de CDN.

• Finalmente, se trabaja a nivel país, en el Proyecto de Ley de Cambio Climático, que se encuentra en la Asamblea Nacional, siendo este un elemento clave y decisivo para la institucionalidad climática nacional.

5.2.2. Frecuencia del inventario

Otra de las barreras que se prevé superar a partir del 2025 con la Tercera Comunicación Nacional, es la frecuencia del inventario, debido a que el INGEI ya cubre una serie temporal que abarca el periodo 1999-2020 y con la implementación del SINAICC, se superarán muchas barreras de manera concreta y efectiva.

5.2.3. Disponibilidad de información

La información existente tanto para la elaboración de los inventarios de Gases de Efecto Invernadero sectoriales como para los estudios de vulnerabilidad, aún se encuentra un poco dispersa, y en algunos casos es de acceso limitado. Esto ha impedido contar con un registro permanente, homogéneo y coherente de la información vinculada de manera directa e indirecta, al cambio climático, que permita hacer el seguimiento y la evaluación de los INGEI, más allá de la periodicidad de las comunicaciones nacionales.

Se debe continuar el fortalecimiento de las capacidades para superar los obstáculos que dificultan la disponibilidad de información. La próxima implementación del SINAICC y la mejora de otros arreglos institucionales será una fortaleza que redundará de manera positiva en las tareas de reporte, verificación y transparencia de la información requerida.

5.2.4. Capacidades nacionales y formación de recursos humanos

El desarrollo de capacidades en materia de cambio climático continúa siendo una prioridad para la República Bolivariana de Venezuela. La formación de profesionales y técnicos en metodologías de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) es crucial para la recopilación y sistematización de la información necesaria que permita evaluar las emisiones, de acuerdo con las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Esta capacidad es fundamental para la formulación y ejecución de proyectos relacionados con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), especialmente para el desarrollo de políticas de mitigación y adaptación.

Así mismo, los estudios de vulnerabilidad requieren profesionales capacitados para abordar la diversidad geográfica del país y analizar sectores clave como salud, biodiversidad, educación, recursos forestales, suelos, infraestructura y energía, con la incorporación del enfoque de género.

Iniciativas de desarrollo de capacidades

• Plan de Adaptación en los sectores agricultura, pesca y recursos hídricos: Este proyecto contempla talleres de capacitación en todos los estados del país, lo que fortalece las capacidades nacionales en materia de adaptación.

• Proyecto CBIT: Con inicio previsto para el año 2025, este proyecto busca fortalecer las capacidades de la República Bolivariana de Venezuela para responder a los compromisos del Acuerdo de París.

Estas iniciativas contribuyen a superar las limitaciones actuales en cuanto a la disponibilidad de profesionales capacitados en cambio climático, fortaleciendo la capacidad del país para gestionar los desafíos y aprovechar las oportunidades asociadas a la acción climática.

5.2.5. Recursos metodológicos y tecnológicos

El conocimiento de la vulnerabilidad ante el cambio climático es fundamental para afrontar sus efectos adversos. En la República Bolivariana de Venezuela, se han realizado estudios piloto que han explorado metodologías para el análisis de la vulnerabilidad en diferentes sectores y ámbitos geográficos. Sin embargo, estos estudios necesitan ser ampliados y profundizados. Para lograr este objetivo, es crucial:

• Estandarizar metodologías: Se requiere la adopción de metodologías uniformes para la evaluación de la vulnerabilidad en los diferentes sectores productivos, ambientales y de servicios del país. Esto permitirá una evaluación más precisa y comparable de la vulnerabilidad en diferentes ámbitos.

• Desarrollar un marco de acción nacional: Es necesario un marco de acción nacional que promueva estudios sistemáticos de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático. Este marco debe definir las metodologías para evaluar la vulnerabilidad en diferentes ámbitos geográficos, facilitar su difusión y la capacitación del personal encargado de su aplicación.

• Fortalecer la elaboración del INGEI: La continuidad en la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) fortalecerá la comunicación, la articulación interinstitucional y el conocimiento técnico, factores clave para el desarrollo de capacidades en el análisis de la vulnerabilidad.

5.2.6. Financiamiento

Para la elaboración de la Primera y Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, la República Bolivariana de Venezuela contó con el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y con la asistencia técnica del PNUD. Para la "Tercera Comunicación Nacional y el Primer Informe Bienal de Transparencia ante la CMNUCC", se recibió un financiamiento del GEF de 632.190 USD, que incluye la elaboración del primer BTR y la TCN del país, con la asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), como Agencia Implementadora.

Cabe destacar que la mayor parte de la financiación recibida proviene del FMAM, con un monto de

59.536.684 USD, que representa el 94,21 % del total. Estos fondos, otorgados en forma de cooperación no reembolsable, se destinan a acciones de adaptación y mitigación en diversos proyectos de cambio climático, así como a otros proyectos relacionados con biodiversidad, degradación de tierras, seguridad hídrica y resiliencia de los ecosistemas, donde el cambio climático es un eje transversal y fundamental.

En la Tabla 5.1 se complementa la información sobre el apoyo financiero recibido hasta la fecha por el país, relacionado con los temas de cambio climático.

En el ámbito Nacional, se debe mencionar el apoyo financiero y técnico proporcionados por el Fondo Rotatorio del Observatorio de la Crisis Climática, adscrito al Despacho del Ministro para el Ecosocialismo, dirigido a proyectos de investigación en adaptación y mitigación del cambio climático.

5.3. Necesidades determinadas

Entre las necesidades determinadas de orden prioritario que se deben mencionar, destacan la implementación y puesta en marcha del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SINAICC), así como la elaboración del Plan Nacional de Adaptación y del Plan Nacional Mitigación, en las que se articulen las realidades geográficas, los requerimientos técnicos, el fortalecimiento de capacidades de gestión del territorio y manejo de recursos. De igual forma, mecanismos de participación comunitaria desde los ámbitos locales, en la gestión de las políticas públicas.

Tabla 5.1: Información sobre el apoyo financiero recibido por la República Bolivariana de Venezuela, en virtud del Artículo 9 del Acuerdo de París

Título de la actividad, programa, proyecto u otro	Canal*	Entidad Receptora/ Donante	Entidad implementadora	Monto recibido (USD)	Estado
Implementación del Programa de Acción Estratégica (SAP) para asegurar el Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del Río Amazonas Considerando la Variabilidad Climática	Multilateral	MINEC/FMAM	PNUMA/OTCA	265.000	Recibido
Elaboración de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, y el Primer Informe Bienal de Transparencia	Multilateral	MINEC/FMAM	FAO	632.190	Recibido
Fortalecimiento de la Autoridad Nacional Designada de la República Bolivariana de Venezuela a través del Programa de Apoyo Preparatorio del Fondo Verde para el Clima (FVC)"	Regional	MINEC/FVC	PNUD	600.680	Recibido
Proyecto regional de Evaluación de Necesidades Tecnológicas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	Multilateral	MINEC/FMAM	PNUMA - Centro Climático de Copenhague	328.500	Comprometido
Proyecto primer Plan Nacional de Adaptación en el sector Recursos Hídricos, Pesca y Agricultura	Multilateral	MINEC/FVC	FAO	3.000.000	Comprometido

5.3.1. Estrategia nacional

La elaboración y aprobación de la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático continúa siendo una prioridad para el fortalecimiento de las políticas públicas y la gobernanza climática. Este instrumento aportará líneas de acción estratégica en materia de adaptación, mitigación, vulnerabilidad, pérdidas y daños por parte del Estado venezolano a nivel nacional, estadal, local y comunitario. De igual manera, servirá para la articulación con todos los sectores de la sociedad civil: ONG, sector Privado, Académico e investigación, Consejos Comunales, entre otros, considerando como eje transversal el enfoque de género. Conscientes de la importancia de la Estrategia Nacional, las autoridades del MINEC, liderados por el Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo, se encuentran trabajando para cumplir con esta importante meta.

5.3.2. Política nacional sobre cambio climático

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999, establece en su Capítulo IX, de los derechos ambientales, que es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Bajo este enfoque, el ejecutivo nacional ha desarrollado los lineamientos de una política nacional en consonancia con el Plan de la Patria 2019-2025 y su Quinto Objetivo Histórico y, a partir del 2025, con el Plan de la Patria de las 7 Transformaciones, en los que se muestran algunos avances importantes en materia de institucionalidad y gobernanza. No obstante, se requiere profundizar en aspectos jurídicos, entre los que destaca la aprobación de la Ley de Cambio Climático, así como en elementos operacionales, técnicos, financieros y de participación activa e inclusiva del Poder Popular, considerando el género como eje transversal, para fortalecer y consolidar las estructuras institucionales ya establecidas por el Estado venezolano.

5.3.3. Registro nacional de cambio climático

En la actualidad, con el fin de enfrentar los desafíos que plantea el Marco de Transparencia Reforzado, es imperioso el establecimiento de un sistema permanente y digitalizado para la compilación, registro, reporte y verificación de las mediciones realizadas para elaborar los INGEI. En este sentido, el SINAICC, fortalecerá las capacidades relacionadas con el registro nacional de cambio climático, lo cual permitirá contar con los datos para el desarrollo de los futuros INGEI, y profundizar el conocimiento en temas sobre vulnerabilidad y adaptación.

5.3.4. Fortalecimiento institucional

El Ejecutivo Nacional, a través del MINEC, ha implementado una serie de iniciativas para fortalecer las capacidades institucionales en materia de cambio climático, en línea con el Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París. Entre estas iniciativas, destacan:

- El proyecto “Fortalecimiento de las capacidades nacionales de la República Bolivariana de Venezuela para responder a los compromisos del Acuerdo de París” (CBIT), busca fortalecer las capacidades nacionales para la implementación del Acuerdo de París.

- En el ámbito de la elaboración de la Tercera Comunicación Nacional y el Primer Informe Bienal de Transparencia, con el apoyo de la Red de Transparencia de América Latina Hispanoamericana y la Secretaría de la CMNUCC (CBIT-GSP), se ha capacitado al equipo técnico del MINEC y al equipo consultor para la elaboración de estos documentos.

Estas iniciativas demuestran el compromiso del gobierno venezolano con el fortalecimiento de las capacidades institucionales para la gestión del cambio climático y el cumplimiento de sus compromisos internacionales.

5.3.5. Aspectos externos

La República Bolivariana de Venezuela, representada por el Ministerio del Poder Popular para Relaciones Exteriores como Punto Focal Político y el MINEC como Punto Focal Técnico, mantiene una participación activa en foros regionales e internacionales sobre cambio climático y desarrollo sostenible. En estos espacios, promueve el enfoque del Ecosocialismo, basado en el respeto a los derechos de la Madre Tierra, el vivir bien del pueblo y el ejercicio pleno de la soberanía sobre sus recursos estratégicos (por ejemplo, petróleo, agua, diversidad biológica, oro, coltán, entre otros).

Sin embargo, la imposición de Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU) representa un obstáculo para la implementación de acciones de acceso y transferencia de tecnologías, así como para la inversión social necesaria para la adaptación y mitigación al cambio climático.

Posicionamiento de la República Bolivariana de Venezuela en los foros internacionales

• Condena de las MCU: la República Bolivariana de Venezuela utiliza los foros internacionales para denunciar las MCU porque obstaculizan el desarrollo sostenible de los pueblos.

• Impulso a la integración regional: Promueve el afianzamiento de la integración regional económica, comercial y política a través de mecanismos como la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), la Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América - Tratado de Comercio de los Pueblos (ALBA-TCP), el Consenso de Brasilia y la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

• Coordinación de posiciones regionales: la República Bolivariana de Venezuela lidera y apoya la coordinación de posiciones regionales en temas de interés que se negocian en el marco de las Conferencias de las Partes (COP), de las convenciones internacionales sobre desarrollo sostenible y cambio climático.

A pesar de los obstáculos, la República Bolivariana de Venezuela continúa su avance hacia nuevos espacios de integración y cooperación regional para la acción climática.

Bibliografía directa

Capítulo 1

Acevedo, M., McGregor, K., Andressen, R., Ramirez, H., & Ablan, M. (2001). Relations of climate variability in Venezuela to tropical Pacific SST anomalies. Final Proceedings of the 10th Symposium on Global Change Studies, American Meteorological Society, San Antonio, Texas, USA, 1-31.

Aguilera, M., Azócar, A., & González Jiménez, E. (2003). La diversidad biológica de Venezuela. Fundación Polar.

Andressen, R., Robock, A., & Acevedo, M. (1996). Escenarios de cambio climático por efecto invernadero y deforestación para Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, 37, 221-250.

Barrio-Amorós, C. L., Rojas-Runjaic, F. J. M., & Señaris, J. C. (2019). Anfibios de Venezuela. Lista de especies, distribución e historia natural. Cuadernos Herpetológicos, 33(2), 1-54.

Carrillo, E., & Yépez, S. (2010). Evolución de los glaciares en los Andes venezolanos: glaciares de los picos Humboldt y Bonpland. En Glaciares, nieves y hielos de América Latina (p. 123).

Chacón-Moreno, E., Rodríguez-Morales, M., Paredes, D., Suárez del Moral, P., & Albarrán, A. (2021). Impacts of global change on the spatial dynamics of treeline in Venezuelan Andes. Frontiers in Ecology and Evolution, 9, 615223.

Comerma, J. (2002). Capacidad de uso, aptitudes y vocación de uso de las tierras. Notas presentadas en el Instituto Nacional de Tierras, Caracas, Venezuela, marzo 2002, 23.

Foghin-Pillin, S. (2002). Tiempo y clima en Venezuela: Aproximación a una geografía climática del territorio venezolano. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Gámez, L. E., Llambí, L. D., Ramírez, L., Pelayo, R. C., Torres, E., Márquez, N., ... & Cuesta, F. (2021). Contribución al conocimiento de la vegetación altoandina: Riqueza florística y clave para la identificación de plantas vasculares en cumbres de monitoreo de la red GLORIA-Andes en Venezuela. Revista Pittieria, 44, 76-103.

Goldbrunner, L. (1984). Atlas climatológico de Venezuela, período 1951-1970. Fuerza Aérea Venezolana.

Guenni, L., Hernández, A., & Fillipone, M. (2003). Modelling population vulnerability and risk to extreme rainfall events in Venezuela. Acta Científica Venezolana, 54(Suppl. 1), 2-12.

Guenni, L., Nobre, C., Marengo, J., Huerta, G., & Sansó, B. (2013). Oceanic influence on extreme rainfall trends in the north central coast of Venezuela: Present and future climate assessment. CompAMA, 1(2), 7-45.

Guenni, L., Sansó, B., & Betancourt, L. (2002). Oceanic influence on the precipitation of the southeast of Venezuela. Environmetrics, 13(3), 263-279.

Hokche, O., Berry, P. E., & Huber, O. (Eds.). (2008). Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela.

http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg2.pdf.

Instituto Nacional de Estadística (2013). Proyecciones al 30 de junio de cada año, calculadas en el segundo trimestre del año 2013, con base al Censo 2011 [Datos sin procesar]. https://acortar.link/MQRexG

IPCC (2007). AR4 WG2 Appendix I Glossary. 869-883. Disponible en:

IPCC (2021). Cambio climático, un asunto crucial. Sexto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, WMO – UNEP

Jimenez, L. M., Andreoli, R. V., de Souza, I. P., de Souza, R. A. F., Kayano, M. T., & Ceron, W. L. (2024). South American rainfall variations induced by changes in atmospheric circulations during reintensified and persistent El Niño-Southern Oscillation events. Theoretical and Applied Climatology, 1-16.

Linares, O. J. (1998). Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.

Llambí, L. D. (2015). Estructura, diversidad y dinámica de la vegetación en el ecotono bosque-páramo: Revisión de la evidencia en la Cordillera de Mérida. Acta Biológica Colombiana, 20(3), 5-19.

Lorca, J., & Echenique, Z. (2023). Recursos hídricos de Venezuela. Amalivaca Ediciones, MINEC, FUNDAMBIENTE. https://acortar.link/Ziw6CU

Martelo, M. (2003). La precipitación en Venezuela y su relación con el sistema climático. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología-Dirección General de Cuencas Hidrográficas-MARN.

Martelo, M. T., & Pérez Macías, M. (2010). Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaria en la

República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). (2005). Primera comunicación nacional en cambio climático de Venezuela. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA). (2017). Segunda comunicación nacional en cambio climático de Venezuela. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA). (2010). Informe técnico sobre los programas, planes, proyectos y actividades de las cuencas hidrográficas de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2010). GEO Venezuela: Perspectivas del medio ambiente en Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Instituto Forestal Latinoamericano.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC). (2021). Actualización de la contribución nacionalmente determinada de la República Bolivariana de Venezuela para la lucha contra el cambio climático y sus efectos.

Ministerio del Poder Popular para el Medio Ambiente (2011). Implicaciones del Cambio Climático en las Zonas Costeras y Espacio Acuático de Venezuela. Viceministra de Gestión y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Gestión Ambiental - Dirección Técnica de Zonas Costeras. Caracas, Venezuela.

Mittermeier, R. A., Myers, N., Mittermeier, C. G., & Fonseca, G. A. B. (2000). Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex.

Paredes-Trejo, F., Olivares, B. O., Movil-Fuentes, Y., Arevalo-Groening, J., & Gil, A. (2023). Assessing the spatiotemporal patterns and impacts of droughts in the Orinoco River Basin using Earth observations data and surface observations. Hydrology, 10(10), 195.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) – Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). (2022). Plan de Iniciación: Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela (CD/152/PNUD/2021).

Rivas, G. A., Molina, C. R., Ugueto, G. N., Barros, T. R., Barrio-Amorós, C. L., & Kok, P. J. R. (2012). Reptiles de Venezuela: Lista actualizada y distribución. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 176, 1-102.

Sánchez, J., & Lew, D. (2012). Mamíferos. En Libro Rojo de la Fauna Venezolana (pp. 38-64). Provita y Shell Venezuela, S.A.

Sánchez, L., & Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Sánchez, L., Rivera, A., & Rodríguez, N. (2009). Cambios climáticos y enfermedades infecciosas: nuevos retos epidemiológicos. Biomédica, 29(3), 428-440. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300012

Tim, N., & Bravo de Guenni, L. (2016). Oceanic influence on the precipitation in Venezuela under current and future climate. Climate Dynamics, 47, 211-234.

Trejo, F. J. P., Barbosa, H. A., Ruiz, I. Q., & Peñaloza-Murillo, M. A. (2016). Meso-scale oceanic atmospheric circulation patterns linked with severe and extensive droughts in Venezuela. Revista Brasileira de Meteorología, 31, 468-489.

Viloria, J. A., Olivares, B. O., García, P., Paredes-Trejo, F., & Rosales, A. (2023). Mapping projected variations of temperature and precipitation due to climate change in Venezuela. Hydrology, 10, 96.

Capítulo 2

Arreaza, A. (2018). Particularidades de la economía venezolana. un problema estructural. La Multidisciplinariedad Investigativa LIBRO PEII Nº 4. Año 2018. Disponible en: https://acortar.link/OPItpG

Asamblea General de Naciones Unidas (2023). Medidas económicas unilaterales como medio de ejercer presión política y económica sobre los países en desarrollo. Informe del Secretario General. Disponible en: https://bit.ly/4gQOCCe

Asociación Venezolana de Fabricantes de Alimentos Concentrados para Animales. Producción de alimentos balanceados para animales 2009 – 2016 T.M. Disponible En: https://bit.ly/3AkGxoC

Banco Central de Venezuela (BCV). (2021). Entre las transformaciones tecnológicas y las peculiaridades de la realidad económica. Departamento de Información. Boletín Económico. Noviembre-Diciembre 2021. Disponible en: https://bit.ly/4hfL3Wq

Banco Central de Venezuela (BCV). (2022). El PIB de la economía venezolana creció 17,73 % en el período Enero-Septiembre de 2022. Disponible en: https://acortar.link/3uuGD0

Banco Central de Venezuela (BCV). Exportaciones de bienes y servicios según sectores. Disponible en: https://bit.ly/3BGhEUS

Decreto Nro 4.445, de fecha 24 de febrero de 2021

Centro Internacional de Inversión Productiva (2024). Economía venezolana en crecimiento: Evolución del PIB entre 2021 y 2024. Disponible en: https://bit.ly/3XXqTaX

Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal. Disponible en: https://bit.ly/4e9bNGl

Centro Internacional de Inversión Productiva (2024). Venezuela ha resistido nueve años de bloqueo ilegal contra su economía. Disponible en: https://observatorio.gob.ve/

Fundación Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (2023). Venezuela muestra avances tecnológicos, de inclusión de género en la refrigeración y Ecosocialistas durante la 35 ° Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal. Disponible en: https://bit.ly/3Ym9F8J

Guía de inventarios de emisiones de EMEP/CORINAIR, 2005. Disponible en: https://bit.ly/4bGBvj4

IPCC (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 3: Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU). Disponible en: https://bit.ly/3Y8Y2jO

Ministerio del Poder Popular de Industrias y Producción Nacional. Breve reseña y entes adscritos al MPPIPN. Disponible en: https://bit.ly/4emTQnD

Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020. División de Cambio Climático. Santiago, Chile. Disponible en: https://bit.ly/4cDDViU

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas. Dirección de asuntos ambientales, sectorial y urbana Colombia. Disponible en: https://bit.ly/4fZAplQ

Ministerio de Planificación y Desarrollo (2002). Plan Nacional del Sector Hierro y Acero. Disponible en: https://bit.ly/47Tp5nO

Ministerio de Petróleo. (2024). Fortalecen sistema de atención integral para las trabajadoras y trabajadores del sector hidrocarburos. Disponible en: https://goo.su/cUWWhkD

Ministerio de Petróleo. (s/f). Petroquímica. Disponible en: http://www.minpet.gob.ve/index.php/somos-petroquimica/

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC). (2019). Manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Colección Madre Tierra. Disponible en: http://www.minec.gob.ve/wp-content/uploads/2019/11/Manejo-integral.pdf

Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA). (2024). Estatus del cluster: Seguridad Alimentaria y Medios de Vida. Actualización al 30 de mayo de 2024. Disponible en: https://goo.su/MAzUSH

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2023). The Bolivarian Republic of Venezuela: Humanitarian Response Plan 2022-2023. Roma. Disponible en: https://goo.su/BoGjKxT

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). (2023). Presidente Nicolás Maduro: actividad petrolera venezolana creció un 12,99 % en el tercer trimestre de 2023. Disponible en: https://goo.su/AbBx

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). (2024). PDVSA Gas. Disponible en: https://goo.su/Kq9QI9

Plan de desarrollo Económico y Social de la Nación y el Sistema de Planificación Nacional y Popular (Plan de la Patria 2019 – 2025 Ley Constituyente Plan de la Patria (Gaceta Oficial Extraordinario Nº 6.442 de fecha 03 de abril 2019).

Capítulo 3

Abatzoglou, J. T., Dobrowski, S. Z., Parks, S. A., & Hegewisch, K. C. (2018). TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. Scientific Data, 5(1), 1-12.

Ablan, M., Rigoberto, A., Vargas, M. P., & Acevedo, M. (2008). Propuesta metodológica para el control de calidad de datos de precipitación. Agronomía Tropical, 58(1), 57-60.

Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Secretaría Académica de Cambio Climático - ACFIMAN-SACC (2018): Primer Reporte Académico de Cambio Climático 2018: Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Primer Reporte Académico de Cambio Climático (PRACC) de la Secretaría Académica de Cambio Climático (SACC) de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN) de Venezuela. Caracas, ACFIMAN-SACC. 454p.

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2024). European climate risk assessment. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2800/8671471

Alfonzo, M. (2015). Evaluación del comportamiento ecofisiológico del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.'Alba') en un ambiente enriquecido con CO2 (Trabajo especial de grado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Ingeniería Agrícola).

Andressen, R., Robock, A., & Acevedo, M. (1996). Escenarios de cambio climático por efecto invernadero y deforestación para Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, 37, 221-250.

Aparicio, R. (1990). Changes in the sea levels in the Caribbean. PAN-EARTH Project, Venezuela case study. International workshop on climate variability and climate change in Venezuela and the Caribbean Region, Mérida, estado Mérida, Venezuela. https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc501421/

Arismendi, J., & Volonté, C. (1992). The impact of sea level rise on the coastline of Venezuela. En Global climate change and the rising challenge of the sea. Proceedings of the International Workshop Isla de Margarita, Venezuela (pp. 453-471). Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://archive.org/details/globalclimatecha00unit_0/page/451/mode/1up?view=theater

Ávila-Diaz, A., Torres, R. R., Zuluaga, C. F., Cerón, W. L., Oliveira, L., Benezoli, V., ... & Medeiros, F. (2023). Current and future climate extremes over Latin America and Caribbean: Assessing earth system models from high resolution model intercomparison project (HighResMIP). Earth Systems and Environment, 7(1), 99-130.

Bonilla, L. (2017). Perfil epidemiológico de las enfermedades infecciosas en Venezuela. Investigación Clínica, 58(2), 103-105. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332017000200001

Campos, J., & Guenni, L. (2011). Eventos catastróficos por inundaciones y deslaves en Venezuela. En Memorias: UNIVERSIDADES Y RIESGO URBANO. Una vitrina desde la Universidad Central de Venezuela-UCV. https://acortar.link/hgdQeC

Castellanos, E., M.F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cuvi, C. Huggel, L. Miranda, M. Moncassim Vale, J.P. Ometto, P.L. Peri, J.C. Postigo, L. Ramajo, L. Roco, and M. Rusticucci, 2022: Central and South America. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, https://doi.org/10.1017/9781009325844.014.

Castillo *et al.* (2022). La agricultura bajo riego en la gestión de los recursos hídricos

Castillo, Á., & Álvarez, S. (2018). Una aproximación a la agricultura urbana en el estado Falcón, Venezuela. Agronomía Tropical.

Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). Programa de Capacitación en Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela. CIDIAT-PNUD.

Chacín-Bonilla, L. (2017). Perfil epidemiológico de las enfermedades infecciosas en Venezuela. Investigación Clínica, 58(2), 103-105.

Chacón-Moreno, E., Olivares, I., Navarro, G., Albarrán, A. J., Paredes, Y., Aranguren, C. I., & Nagy, G. J. (2020). Landscape ecology and conservation for building resilience and adaptation to global change in Venezuela. In W. Leal Filho, M. Al-Amin, & M. Nagy (Eds.), Climate change, hazards, and adaptation options: Handling the impacts of a changing climate (pp. 147-160). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37425-9_7

Change, C. (2007). Climate change impacts, adaptation, and vulnerability. Science of the Total Environment, 326(1-3), 95-112.

Climate Action Network (CAN) Europe. (2023). Annual Report 2023. Brussels, Belgium. https://caneurope.org/content/uploads/2024/04/CAN-Europe-Annual-Report-2023-1.pdf

Climate Data Store, Copernicus. (s.f.). Projections-cmip6. https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/projections-cmip6?tab=form

Comisión Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. (1970). Plan nacional de aprovechamiento de los recursos hidráulicos. El Plan. Tomo I. Ministerio de Obras Públicas.

Comité Ejecutivo del Mecanismo Internacional de Varsovia para Pérdidas y Daños. (2019). Compendio sobre enfoques integrales de gestión de riesgos. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https://acortar.link/GTJWLX

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2022b). Disposiciones de financiación para responder a las pérdidas y daños asociados a los efectos adversos del cambio climático, incluido un enfoque para hacer frente a las pérdidas y daños (Decisión 2/CP.27, Decisión 2/CMA.4). https://acortar.link/pYTEpk

Correa, L., Ocampo, O., & Castro, A. (2021). Análisis de tendencia de temperatura y precipitación para el departamento de Caldas (Colombia), mediante wavelets. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 31(1), 37-52.

Earth Engine. (2020). Catálogo de datos de Earth Engine. Proyecciones del nivel del mar del AR6 del IPCC a nivel regional (nivel de confianza medio).

FAO & CIAT. (2018). Retos del cambio climático para la agricultura en América Latina y el Caribe: Informe para responsables de políticas (Borrador). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2023). Aquacrop, crop water productivity model (Version 7.1, August 2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2023). FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#country/236

FAO-AQUASTAT. (2021). AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre agua y agricultura. https://www.fao.org/aquastat/en/

FAOVE. (2019). Fortalecimiento del MINEA para el desarrollo de operaciones estadísticas asociadas a la Agenda 2030. TCP/VEN/3701/C1. Consultoría: Innovación metodológica, cálculo y capacitación asociada a los ODS 6.4.1. y 6.4.2.

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37(12), 4302-4315.

Flores, I. (2016). Los medios de comunicación y el surgimiento de la cultura agrícola urbana en Venezuela. Razón y Palabra, 20, 19.

Flores, S., Forister, M., Sulbaran, H., Díaz, R., & Dyer, L. (2023). Extreme drought disrupts plant phenology: Insights from 35 years of cloud forest data in Venezuela. Ecology, 104(5), e4012.

Fondo Mundial para la Naturaleza. (s/f). Clima, naturaleza y un futuro con 1,5 °C. Una síntesis de los informes del IPCC e IPBES.

Fox-Kemper, B., Hewitt, H. T., Xiao, C., Aðalgeirsdóttir, G., Drijfhout, S. S., ... & Yu, Y. (2021). Ocean, cryosphere and sea level change. En V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, ... & B. Zhou (Eds.), Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1211–1362). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/

García, H., Pulgar, J., & Daza, Y. (2018). Áreas Protegidas. En Primer Reporte Académico de Cambio Climático de Venezuela (PRACC). https://www.researchgate.net/publication/326752783_Areas_Protegidas

García, P. (2008). Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. En Ecología del bosque Mediterráneo en un mundo cambiante (pp. 221-244). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. https://digital.csic.es/bitstream/10261/48695/1/Interacciones %20entre %20la %20vegetaci %C3 %B3n %20y %20la %20erosi %C3 %B3n %20h %C3 %ADdrica.pdf

Garner, G. G., Hermans, T., Kopp, R. E., Slangen, A. B. A., Edwards, T. L., ... & Pearson, B. (2021). IPCC AR6 Sea Level Projections (Versión 20210809) [Conjunto de datos]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.6382554

GIZ (2017). El Libro de la Vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Disponible en https://www.adaptationcommunity.net/download/va/vulnerability-guides-manuals-reports/giz_sbv_ES_SOURCEBOOK_screen_v171019.pdf

Global Biodiversity Information Facility. (s.f.). Anopheles. https://www.gbif.org/

Gobierno Bolivariano de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para la Salud. (2022). Boletín epidemiológico 2010 al 2016. https://www.ovsalud.org/publicaciones/documentos-oficiales/

González, G., & Sola, F. (2012). Análisis de incidencia de las enfermedades de origen hídrico en la comunidad de Bella Vista 4, municipio Naguanagua del estado Carabobo [Tesis de grado, Universidad de Carabobo].

Hohenhaus, M., Boddy, J., Rutherford, S., Roiko, A., y Hennessey, N. (2023). Involucrar a los jóvenes en la acción contra el cambio climático: una revisión del alcance de los programas de sostenibilidad. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su15054259.

INIA-Monagas. (2012). Repositorio de registros de las estaciones climatológicas. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones del Estado Monagas.

Instituto Nacional de Estadística. (2013). Proyecciones al 30 de junio de cada año, calculadas en el segundo trimestre del año 2013, con base al Censo 2011 [Datos sin procesar]. http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/SituacionDinamica/Proyecciones/xls/Nacional.xls

IPCC & NASA. (2024). Herramienta de proyección del nivel del mar. https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool

IPCC. (2019). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, ... N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157964

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, ... B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Laguna, F., M. E. Grillet, J.R. León and C. Ludeña (2017). Modelling malaria incidence by an autoregressive distributed lag model with spatial component. Spat Spatiotemporal Epidemiol, 22:27–37. https://doi.org/10.1016/j.sste.2017.05.001

Laska, S., Morrow, W., & Mock, B. (2008). Género y desastres: consideraciones teóricas. Centro de Investigación sobre la Mujer de Newcomb College/Universidad de Tulane; Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

Leroy, D. (2019). Farmers' perceptions of and adaptations to water scarcity in Colombian and Venezuelan páramos in the context of climate change. Mountain Research and Development, 39(2): R21-R34. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00062.1

Lorca, J., & Echenique, Z. (2023). Recursos Hídricos de Venezuela. Amalivaca Ediciones. MINEC. FUNDAMBIENTE. https://goo.su/MIME9T

Maitland, D. O., Richter, K., Raj, R. P., Bonaduce, A., Nisancioglu, K. H., Taylor, M. A., & Stephenson, T. S. (2024). Determining sea-level rise in the Caribbean: A shift from temperature to mass control. Scientific Reports, 14(1), 10387. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60201-8

MARN – SINAHIME. (2005). Registros de las estaciones climatológicas de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica. Venezuela.

Martelo, M. T., & Pérez Macías, M. (2010). Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaria en la República Bolivariana de Venezuela.

Méndez, J. (2007). Costas, litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas. En GeoVenezuela (Vol. 2, pp. 150-181). Fundación Empresas Polar.

Mendoza, P. (2017). Gestión del agua para regadío, base de la agricultura sustentable en Los Andes venezolanos. Revista Derecho y Reforma Agraria Ambiente y Sociedad Nº 43, 2017: 25-31 Universidad de Los Andes Mérida-Venezuela. Disponible en: http://www.ulpiano.org.ve/revistas/bases/artic/texto/REFORMAAGRARIA/43/rdra_2017_43_25-31.pdf

MetOfficeHadleyCentre.(2024).WCRPCMIP6:MetOfficeHadleyCentre(MOHC)HadGEM3-GC31-LLmodeloutput collection. Centre for Environmental Data Analysis. http://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/014568b39a754538a27e25f24e7f1fca

Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas. (2024). Inventario de embalses operativos de Venezuela al 2024.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. MARN.

Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas. (2015). Quinto Informe Nacional de Diversidad Biológica de la República Bolivariana de Venezuela. https://www.cbd.int/doc/world/ve/ve-nr-05-es.pdf

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. (2019). Sexto Informe Nacional de Diversidad Biológica de la República Bolivariana de Venezuela.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. (2022). Informe Técnico, Proporción de tierra bajo áreas naturales protegidas.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. (2022). Informe Técnico, Proporción de tierra bajo áreas naturales protegidas.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. (2024). Sistema de Información para la Gestión Territorial del Ambiente (SIGTA). ¿Qué es un ABRAE? http://sigta.minec.gob.ve/sigta/abrae.php

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (1996). Estudio de la vulnerabilidad al incremento del nivel del mar originado por el cambio climático global, considerando tres escenarios: 2015, 2040 y 2060. (Proyecto VEN00G31, subcontrato SC-04119/09). Dirección de Cuencas Hidrográficas.

Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico. (2019). Plan sectorial minero 2019-2025. https://www.senafim.gob.ve/download/plan-sectorial-minero-2019-2025/

Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico. (2018). Minería responsable en Venezuela. Oportunidades de inversión del sector minero. Principales minerales. http://desarrollominero.gob.ve/catalogo-minero-venezolano/

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2011). Implicaciones del Cambio Climático en las Zonas Costeras y el Espacio Acuático de Venezuela. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental - Dirección Técnica de las Zonas Costeras. Caracas, Venezuela. 62 pp

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas. (2017). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). MINEA.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. (2021). Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada. Acuerdo de París de la CMNUCC. https://unfccc.int/sites/default/files/CDN/2022-06/Actualizacion %20CDN %20Venezuela.pdf

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2010). Plan de ordenación y gestión integrada de las zonas costeras. Bases del plan. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2010). Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras. Bases del Plan. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2011). Implicaciones del cambio climático en las zonas costeras y el espacio acuático de Venezuela. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental - Dirección Técnica de las Zonas Costeras.

Miranda, V.F.V.V. *et al.* (2024) Heat stress in South America over the last four decades: a bioclimatic analysis. Theor Appl Climatol 155, 911–928. https://doi.org/10.1007/s00704-023-04668-x.

Municipio de El Oro. (2011). Atlas de riesgos naturales del municipio de El Oro, México. http://www.eloromexico.gob.mx/transparencia/AtlasElOro.pdf

Nagy, G.J., *et al.* (2019). Climate vulnerability, impacts and adaptation in Central and South America coastal areas. Reg Stud Mar Sci, 29:100683. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100683.

Nalesso, A. (2017). HydroBID: una herramienta para mejorar la gestión y planificación de los recursos hídricos. https://goo.su/LUzZ2l

Nava, I., Chande, H., & Ramírez, B. (2016). Seguridad económica y vejez en México. Revista Latinoamericana de Población, 11(1), 169-190. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323849595009

Naveda, J. (2011). Variación en el nivel del mar como consecuencia del cambio climático global: una evaluación de la costa venezolana. Revista Temas de Coyuntura, 61, 63-87.

Olivo, B. (2011). Geografía de la minería. En GeoVenezuela (N.° 53, pp. 28-149). Fundación Empresas Polar. https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/media/1030/gv_t4_c29_p028_149_lres_single_preview.pdf

Olivo, M. L., & Perdomo, M. (1996). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar originado por el cambio climático global. Venezuela. En Caso-estudio Venezuela sobre cambios climáticos (pp. 42). U.S. Country Studies Program.

Olivo, M. L., Saez-Saez, V., Martin, A., & Soto-Olivo, A. (2010). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar: usos de la tierra y valor capital en el área Cabo Codera-Laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. Terra, 26, 99-120.

Olivo, M. L., Saez-Saez, V., Martin-Zazo, A., & Soto-Olivo, A. (2012). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar: Estrategias de adaptación en el área de Cabo Codera-Laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. Terra, 28, 45-70.

ONU-Hábitat. (2020). Proyecto de programa de trabajo anual del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos y proyecto de presupuesto de la Fundación de las Naciones Unidas para el Hábitat y los Asentamientos Humanos para 2021.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente & Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1980). Metodología provisional para evaluación de la degradación de los suelos. FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Informe principal. https://doi.org/10.4060/ca9825es

Organización Mundial de la Salud. (2013). Protecting health from climate change: vulnerability and adaptation assessment. https://iris.who.int/handle/10665/104200

Organización Mundial de la Salud. (2013). Proteger la salud del cambio climático: evaluación de vulnerabilidad y adaptación. https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241564687

Organización Mundial de la Salud. (2023). Informe de Malaria.

Osborn, F., Mondolfi, N., Rodríguez, H., & Pérez, E. (2004). Caracterización ecoregional de los vectores de malaria en Venezuela. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 44(2), 71-80. http://www.iaes.edu.ve/descargas/Boletn%20de%20Malariologa%20y%20Salud%20Ambiental/V44-N2-2004/03_caracterizacion_ecoregional.pdf

Osborn, F. R., Rubio-Palis, Y., Herrera, M., Figuera, A., & Moreno, J. E. (2004). Caracterización ecoregional de los vectores de malaria en Venezuela. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 44(2).

Paredes, F., Barbosa, H., Peñaloza-Murillo, M., Moreno, M., & Farias, A. (2016). Intercomparison of improved satellite rainfall estimation with CHIRPS gridded product and rain gauge data over Venezuela. Atmósfera, 29(4), 323-342.

Paredes-Trejo, F., & Olivares, B. (2018). El desafío de la sequía en Venezuela. En Núñez Cobo, J., & Verbist, K. (Eds.), Atlas de Sequía de América Latina y el Caribe (pp. 127-136). París, Francia: UNESCO.

Peláez, N., Maluenga, A., Madriz, P., Trujillo, A., & Torres, A. (2003). Fenología y evaluación de las estructuras reproductivas de cultivares de fríjol mungo en dos localidades del estado Portuguesa, Venezuela. Agronomía Tropical, 53(1), 87-108.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3-4), 231-259.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3-4), 231–259. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. (2019). Resumen para responsables de políticas del informe de evaluación global sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas.

PNUD – CIDIAT ULA. (2022). Plan de Iniciación: Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela. CD/152/PNUD/2021: Asistencia Técnica para Desarrollar Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. (2022). Plan de Iniciación: Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela (Proyecto N.° 00140404, SDP/152/MINEC/2021).

Pronk, M., Hooijer, A., Eilander, D., ... & Vousdoukas, M. I. (2024). DeltaDTM: A global coastal digital terrain model. Scientific Data, 11(1), 273. https://doi.org/10.1038/s41597-024-03091-9

Qi, J., Daze, A., & Hammill, A. (2023). Addressing loss and damage: ¿What can we learn from countries' National Adaptation Plans? IISD. https://doi.org/10.4135/9781412963893.n343

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C., & Freres, E. (2023). Reference Manual AquaCrop Version 7.0. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Rakes, K., Urriola-Cuevas, C., Pica-Trelles, A., Gonzales, L.R., Pérez, G.L., Sime, M., Briceño Pérez, S., Figueroa, V., Harris, J., Talbot-Wright, H., & Vogt-Schilb, A. (2023). Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: hacia territorios carbono-neutrales y resilientes ante el cambio climático. http://dx.doi.org/10.18235/0005141

Ramos, M. (2016). Determinación de zonas susceptibles a erosión hídrica en los cantones de Macará y Celica de la provincia de Loja, utilizando sistemas de información geográfica y teledetección [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11256/1/ALEXIS%20MAURICIO%20RAMOS%20CUEVA.pdf

Rodríguez, J., Rojas, F., & García, A. (2015). Extinción en Venezuela: situación de la Fauna Venezolana en 2015. https://especiesamenazadas.org/estatus

Rodríguez, R., & López, J. (2013). Acerca de la creación de las cátedras libres universitarias sobre cambio climático. En Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Cambio Climático: Perspectivas para Venezuela. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.

Romero, A., Díaz, E., & Colmenares, C. (2014). Medidas de adaptación agrícola al cambio climático en la cuenca del río Pao, Carabobo, Venezuela. Rev. Unellez Cienc. Tec. 32:65-73.

Ruiz, J., Quintero, M., & Gómez, E. (2022). Aumento del nivel del mar en la región del Caribe como indicador del cambio climático. Journal of Engineering Research, 2(4).

Semenza, J., & Paz, S. (2021). Cambio climático y enfermedades infecciosas en Europa: impacto, proyección y adaptación. PubMed, 34664039. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34664039/

Sen, P. K. (1968). Estimates of regression coefficient based on Kendall's tau. Journal of the American Statistical Association, 63(324), 1379-1389.

Steduto, P., Hsiao, T. C., Freres, E., & Raes, D. (2012). Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Theil, H. (1950). A rank invariant method for linear and polynomial regression analysis. Nederl. Akad. Wetensch. Proc. Ser. A, 53, 386-392 (Part I), 521-525 (Part II), 1397-1412 (Part III).

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2023). Red List Species Richness version 2023-1. https://www.iucnredlist.org/resources/other-spatial-downloads#SR_2023

University of Notre Dame. (2024). University of Notre Dame Global Adaptation Initiative Country Index Technical Report. Revisión del día 15-07-2024. https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/

UNODC (2018). "Manual para Gestión Basada en Resultados y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible". https://www.unodc.org/documents/SDGs/UNODC_Handbook_on_Results_Based_Management_Espanol.pdf

Vila, M. (1975). Las sequías en Venezuela. Fondo Editorial Común. Caracas, Venezuela.

Villamizar, A. (2020). Medidas de adaptación al aumento del nivel del mar considerando las trayectorias de concentración representativa. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, 80(2), 41-77. https://acfiman.org/wp-content/uploads/2022/07/LXXX.N2.P41-77.2020.pdf

Villamizar, A., Gutiérrez, M. E., Nagy, G. J., Caffera, R. M., & Leal Filho, W. (2017). Climate adaptation in South America with emphasis in coastal areas: The state-of-the-art and case studies from Venezuela and Uruguay. Climate and Development, 9(4), 364-382. https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1146120

Villamizar, E. Y., & Cervigón, F. (2017). Variability and sustainability of the Southern Subarea of the Caribbean Sea large marine ecosystem. Environmental Development, 22, 3

Viloria, J. A., Olivares, B. O., García, P., Paredes-Trejo, F., & Rosales, A. (2023). Mapping projected variations of temperature and precipitation due to climate change in Venezuela. Hydrology, 10(4), 96. https://doi.org/10.3390/hydrology10040096

VGRPC (2016). Atlas Nacional de Exposición a Amenazas Naturales y Tecnológicas. Elaborado por el Viceministerio para la Gestión de Riesgos y Protección Civil, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Total Oil and Gas Venezuela BV Caracas, Venezuela, 303 p.

WMO (2014). Updated in 2017, guide to meteorological instruments and methods of observation. WMO-No. 8. Geneva: WMO.

WorldClim. (2020). WorldClim V 2.1: Historical Climate Data. 30 sec resolution grids. WorldClim.org.

WorldClim. (2022). Future Climate Data. CMIP6 downscaled future climate projections. 30 sec resolution grids. WorldClim.org.

Capítulo 4

de Lourdes Olivo, M. (1997). Assessment of the vulnerability of Venezuela to sea-level rise. Climate Research, 9(1-2), 57-65.

Herrera-Martinez, A. D., & Rodríguez-Morales, A. J. (2010). Potential influence of climate variability on dengue incidence registered in a western pediatric Hospital of Venezuela.

Maytín, C. E., Acevedo, M. F., Jaimez, R., Andressen, R., Harwell, M. A., Robock, A., & Azócar, A. (1995). Potential effects of global climatic change on the phenology and yield of maize in Venezuela. Climatic Change, 29, 189-211.

Viloria, J. A., Olivares, B. O., García, P., Paredes-Trejo, F., & Rosales, A. (2023). Mapping projected variations of temperature and precipitation due to climate change in Venezuela. Hydrology, 10(4), 96.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

fondo para el medio ambiente mundial
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA

MINEC
Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo

Lorem ipsum